

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА имени В. И. ВЕРНАДСКОГО.
ГЕОГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЯ

Научный журнал

Том 5 (71). № 3

Журнал «Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология» является историческим правопреемником журнала «Ученые записки Таврического университета», который издается с 1918 г.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, 2019

**Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное
 учреждение высшего образования**

«Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

Печатается по решению Научно-технического совета

ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», протокол № 8 от «06» ноября 2019 г.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, группа научных специальностей 25.00.00. Науки о Земле, дата включения – 12.07.2017 по группам специальностей: 25.00.01 – Общая и региональная геология (геолого-минералогические науки), 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика (геолого-минералогические науки); 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение (географические науки); 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых (геолого-минералогические науки); 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки); 25.00.24 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки); 25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география (географические науки); 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология (географические науки); 25.00.33 – Картография (географические науки); 25.00.25 – Геоинформатика (географические науки); 25.00.36 – Геоэкология (по отраслям) (географические науки), а также в систему «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ)

Редакционная коллегия журнала «Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология» (утверждена решением Научно-технического совета Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, протокол №1 от «05» марта 2018 г.)

Главный редактор – Вахрушев Борис Александрович, д. г. н., профессор

Амеличев Г.Н., к. г. н., доцент	Позаченюк Е.А., д. г. н., профессор
Баранов П.Н., д.г.-м.н., д.г.н., профессор (Украина)	Попкова Л.И., д. г. н., доцент
Боков В.А., д. г. н., профессор	Пустовитенко Б.Г., д. ф.-м. н., с.н.с.
Вольфман Ю.М., к. г.-м. н.	Райко Гнято, д.г.н., профессор (Республика Сербская)
Воронин И.Н., д. г. н., профессор	Совга Е.Е., д.г.н., с.н.с.
Дружинин А.Г., д. г. н., профессор	Скребец Г.Н., к. г. н., доцент
Ергина Е.И., д. г. н., профессор	Старожилов В.Т., д.г.н., профессор
Ибрагимов А. И. Оглы, д.г.н., профессор (Турция)	Страчкова Н.В., к. г. н., доцент (ответственный секретарь)
Кочуров Б.И., д.г.н., профессор	Танжу Тосун, доктор политологии (Турция)
Линник В.Г., д.г.н, с.н.с.	Холопцев А.В., д. г. н., профессор
Лисецкий Ф.Н., д.г.н., профессор	Шаповалов Ю.Б., д.г.-м.н., с.н.с.
Никитина М.Г., д. г. н., д. э. н., профессор	Шаров Н.В., д.г.-м.н., профессор
Округин В.М., к.г.-м.-н., с.н.с.	Швец А.Б., к. г. н., доцент
Пасынков А.А., д. г. н.	Яковенко И.М., д. г. н., профессор
Плохих Р.В., д.г.н., доцент (Казахстан)	

Технический секретарь – Челомова А.А.

Подписано в печать 06.11.2019. Формат 70x100 1/16 Объем 22,8 усл. п. л. Заказ № ____.

Цена свободная Тираж 50 экз. Дата выхода в свет __.12.2019

Отпечатано в управлении редакционно-издательской деятельности ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского» 295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7 <http://sn-geography.cfuv.ru>

РАЗДЕЛ 1.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И
РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 911.3; 656.2

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ
РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОГРАФИИ
ПАССАЖИРСКОГО СООБЩЕНИЯ

Борисенко М.А.¹, Комаристый С.А.²

*¹ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г. Барнаул, Алтайский край,
Российская Федерация*

*²ООО «Джи Динамика», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
E-mail: taxi.borisenko@mail.ru, grey.ksa@gmail.com*

Во все времена существования железной дороги пассажирское сообщение на ней имело большое значение в пригородных и межрегиональных перевозках. После распада Советского Союза в географии курсирования поездов произошли существенные изменения. В данной статье будет рассмотрена трансформация на современном этапе территориальной структуры пассажирских перевозок железнодорожным транспортом. На основе регулярных расписаний движения поездов, картографических и библиографических материалов, проведенных интервью были проанализированы история и современные особенности географии пассажирского сообщения. После 1991 г. фиксируется сокращение протяженности железных дорог, находящихся в эксплуатации, а также уменьшение количества направлений поездов дальнего следования. Среди современных преобразований структуры пассажирского сообщения выделяется увеличение количества пригородных направлений.

Ключевые слова: железная дорога, железнодорожный транспорт, пассажирское сообщение, пригородные поезда, Алтайский край.

ВВЕДЕНИЕ

В структуре пассажирских перевозок одно из лидирующих мест среди всех видов занимает железнодорожный транспорт, находящийся на втором месте после автомобильного. В течение прошлого века протяженность железных дорог Алтайского края увеличилась в несколько раз. Сеть железных дорог исследуемого региона сосредоточена в основном в лесостепных и степных районах. На ее развитие оказало влияние расположение региона между районами Кузбасса и Казахстана, а также между Сибирью и Средней Азией. Современные очертания конфигурации транспортной сети сложились под влиянием Барнаула, когда через этот крупнейший город края стали лучеобразно отходить железнодорожные линии [1].

При написании научной статьи использовались официальные статистические публикации федеральной службы государственной статистики (Росстат), а также сборники статистической службы государственной статистики по Алтайскому краю (Алтайкрайстат). В частности, серия статистических сборников «Транспорт и связь»

за ряд лет, в которых приведены данные с 1990 г. Для выявления исторических этапов формирования железной дороги мы обращались к атласу Алтайского края (1980 г.) [1], а также различным литературным источникам и научным статьям, посвященных историческим событиям в регионе. Следует сказать, что исследование пассажирских перевозок железнодорожным транспортом в современной научной среде – редкая тема, в особенности на региональном уровне. Среди защищенных диссертаций также встречается малое количество работ по данной проблематике. Как правило, в научных публикациях специалистами затрагиваются вопросы, связанные с экономическими и технологическими проблемами и путями их решения на железной дороге, особенностями грузоперевозок промышленных товаров [2, 3].

Целью работы является выявление и анализ территориальных особенностей пассажирских перевозок железнодорожным транспортом в Алтайском крае в прошлом и настоящем. Предметная область выполненной работы находится в разделе социально-экономической географии на стыке расселения населения и географии транспорта. Объект исследования – региональная сеть железных дорог, предмет – современное состояние осуществления регулярных пассажирских перевозок на железной дороге. Отсутствие достаточной изученности предмета исследования определяет особую актуальность данной статьи. Для достижения поставленной цели учитывались официальные издания, включающие в себя актуальное расписание движения пассажирских поездов за разные годы, в особенности в постсоветский период. Кроме этого, проводились интервью с жителями, проживающих в населенных пунктах, в которые раньше осуществлялись регулярные пассажирские железнодорожные перевозки. В рамках исследования были применены следующие методы: исторический, статистический, сравнительно-географический, картографический и геоинформационный.

Для исследования и сравнения ситуации на железнодорожном транспорте Алтайского края в конце советского периода и на современном этапе было проанализировано расписание движения пригородных и поездов дальнего следования из Барнаула и других населенных пунктов. Зная дневную и недельную частоту движения поездов, количество вагонов и их наполняемость, рассчитывался пассажиропоток для каждого направления. Для этого максимально возможное количество маршрутов в неделю в обе стороны умножалось на пассажироместимость поезда. На основе полученных результатов были составлены таблицы, в которых отражаются все существующие направления на два периода: 1990 и 2018 гг. Помимо этого таблицы содержат начальные, промежуточные и конечные остановки пассажирских поездов, а также частоту совершаемых отправок.

Чтобы отразить территориальные особенности географии совершаемых направлений, были составлены картосхемы для пригородного и дальнего маршрутов следования, выходящих за пределы Алтайского края, в том числе в зарубежные страны. Разработка картографического материала происходила в программном обеспечении ArcMap 10.0 и MapInfo 12.0.2. Первоначально были определены координаты городов и населенных пунктов, через которые совершались

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ...

регулярные пассажирские перевозки. Затем с помощью инструмента «линия» на основе топографических карт происходило создание векторного слоя, в котором отображались контуры всех существовавших и существующих в настоящее время железных дорог. В таблице построенного слоя фиксировался период времени, в которое велось строительство железной дороги, а в некоторых случаях ее выведение из эксплуатации. Дополнительно для картосхемы, где показаны пригородные и дальние маршруты, были добавлены тематические карты, отражающие количество курсирующих поездов в неделю.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Железнодорожный транспорт в Алтайском крае ведет свою историю с начала XX века. Появление железной дороги в регионе произошло до Революции 1917 г. Первая железнодорожная ветка была построена в 1915 г., соединив Новосибирск с Семипалатинском через Барнаул [1]. Сложным проектом при ее строительстве было возведение железнодорожного моста через р. Обь в районе Барнаула. Он был построен и принят в эксплуатацию в сентябре 1915 г. А уже через месяц после этого события состоялось открытие Алтайской железной дороги, которая состояла из 22 станций [4, 5].

Также к этому времени была проложена линия в Бийск. Протяженность железнодорожного одноколейного пути между двумя главными городами края составила 157 км. Первые попытки пассажирских перевозок на станции Бийска начались на рубеже 1914–1915 гг., а регулярное пассажирское движение началось в 1916 г. На маршруте Бийск – Барнаул было построено 5 станций, через которые осуществляются пассажирские перевозки и в настоящее время [4, 6].

После строительства Транссибирской железнодорожной магистрали и проведения Алтайской железной ветки, стали появляться первые транспортные узлы, соединявшие в единую систему все основные виды транспорта. Вследствие чего установилась постоянная и надежная связь с Европейской частью России [7]. Строительство железной дороги из Новосибирска через Барнаул на Семипалатинск и далее усилило связи между Западной Сибирью и Средней Азией [1].

В 1916 г. сдан в эксплуатацию участок Татарск – Славгород, а также построено паровозное депо на конечной станции [1, 4]. В начале 20-х годов прошлого века железная дорога из Славгорода была продлена до Кулунды, из которой был построен участок ветки в Павлодар. Ее строительство было обусловлено освоением соляных месторождений и экспорту хлеба из прилегающих зерновых районов [1, 4]. В мае 1930 г. состоялось открытие Туркестано-Сибирской железной дороги от станции Алейская через Семипалатинск до станции Верный (Алма-Ата) [4]. В 1939 г. была построена линия по маршруту Локоть – Усть-Каменогорск, позволившая обеспечить транспортные связи цветной металлургии Восточного Казахстана [1]. На первом этапе две построенные железнодорожные магистрали (Барнаул – Семипалатинск и Татарск – Кулунда) не имели общей связи друг с другом, а их расположение в целом соответствовало меридиональному направлению.

В послевоенное время на карте Алтайского края появились Южно-Сибирская (Кулунда – Барнаул – Новокузнецк) и Среднесибирская (Барнаул – Камень-на-Оби – Карасук – Омск) железнодорожные магистрали. Эти магистрали проектировались для вывоза грузов, в основном каменного угля и леса, из Кузбасса в западном направлении, чтобы в дальнейшем разгрузить транспортную сеть Кемеровской области [1]. Была продолжена линия из Кулунды, которая через Ключевский и Михайловский районы достигла р.п. Малиновое озеро. В 1947 г. был утвержден проект линии Артышта – Барнаул – Кулунда. Через пять лет в 1952 г. сдан в постоянную эксплуатацию западный участок Южно-Сибирской магистрали, соединивший Барнаул и Новокузнецк, а в начале 1954 г. полностью введена в работу железнодорожная ветка Барнаул – Кулунда, протяженностью 340 км. В это же время велось строительство пути в Омск через Камень-на-Оби и Карасук, завершившееся в сентябре 1957 г. [4, 8].

В 70–80-е гг. строительство железной дороги проводилось в юго-западной части Алтайского края. В это время был осуществлен ввод перегона от ст. Малиновое озеро до ст. Локоть протяженностью 111 км [4]. Однако затем в 90-е гг. он перестал использоваться в грузовых и пассажирских перевозках, а железнодорожные пути были разобраны и сняты с баланса. В связи с этим эксплуатационная длина железнодорожных путей сократилась с почти 1800 до 1452 км в период между 1990 и 2011 гг., а ее густота на 1000 кв. км уменьшилась со 107 до 86 кв. км за это же время [9–12]. На сегодняшний день на участке между Кулундой и Малиновым озером не осуществляются регулярные пассажирские перевозки железнодорожным транспортом. Из интервью с жителями Михайловского района было выяснено, что существующая железная дорога используется только для доставки грузов, в основном каменного угля, несколько раз в год.

Нужно добавить, что существовал проект продолжения строительства Среднесибирской ветки в Кемеровскую область через Залесово с выходом в г. Белово. Железная дорога находилась на завершающей стадии введения в эксплуатацию: были уложены рельсы и шпалы, осуществлялось техническое движение поездов, отсутствовала связь лишь в несколько километров в горной части Салаирского кряжа. Однако, строительство на участке Среднесибирская – Мереть не было завершено, железнодорожные пути были разобраны, а на его месте построили автомобильную дорогу, получившей название «Алтай-Кузбасс», по которой движение автомобильного транспорта началось в октябре 2000 г. [13].

В истории появления железной дороги в Алтайском крае можно выделить два основных исторических этапа ее строительства (рис. 1). К первому этапу относятся линии, введенные в эксплуатацию в период Российской империи и до начала Великой Отечественной войны. В конце 1940 г. их общая длина составила 831 км, а количество перевезенных пассажиров равнялось более 4,5 млн. чел. [14]. В программе MapInfo с помощью инструмента «буферные зоны» вокруг железных дорог была создана 10-километровая область. Затем была сделана выборка населенных пунктов, находящихся непосредственно внутри полигона. Сегодня в этой области, расположенной вдоль линий железной дороги, находятся 182

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ...

поселений, из них 6 городов, 1 ЗАТО, 2 рабочих поселка, 73 села, 67 поселков, 25 станций и 8 разъездов. По данным переписи населения 1989 г. в них проживало больше половины населения края – 1363 тыс. чел., а к 2018 г. фиксируется увеличение численности до 1367 тыс. чел., в процентном соотношении рост составил почти 0,3 пункта. Если рассматривать только сельские поселения, не учитывая города, ЗАТО и рабочие поселки, то здесь располагаются 173 поселения с численностью населения в 1989 г. – 194,4 тыс. чел., в 2018 г. – 205,9 тыс. чел. Средний размер сельского поселения в этой области составляет 1200 жителей.

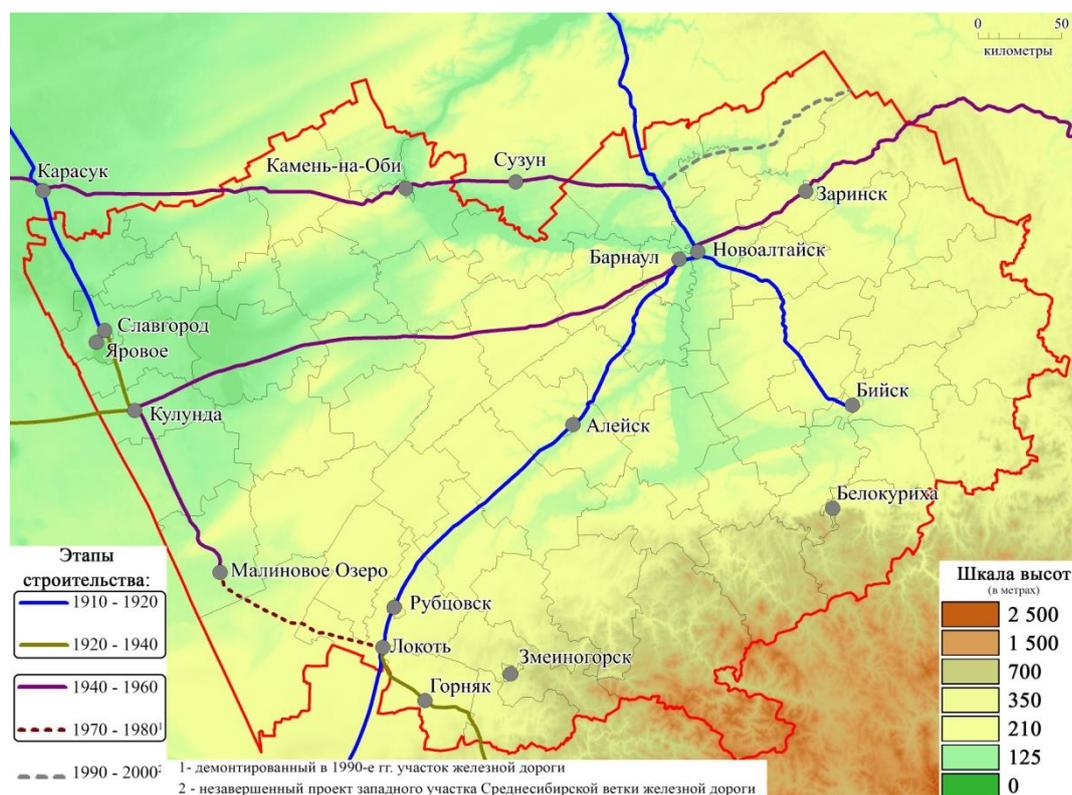


Рис. 1. Исторические этапы строительства железных дорог в Алтайском крае (составлено авторами по [1, 4–14]).

Используя справочник «Список населенных пунктов Алтайского края» [15], были определены даты оснований исследуемых поселений. С начала XX в., т.е. со времени строительства железной дороги, на этой территории было основано большая часть пунктов – 144, на XVIII в. приходится 33 пункта, а на XIX в. – всего 5. Больше оснований поселений происходило в 1939 г. (37 шт.) и в периоде между 1920–1926 гг. (31 шт.), в послевоенное время на карте появилось 50 поселений. Общая численность населения в населенных пунктах, основанных в прошлом веке, с 1989 по 2018 гг. увеличилась на 34 тыс. чел. – с 283 до 317 тыс. чел. [16, 17].

Однако непосредственный рост или сохранение численности населения на уровне 1989 г. приходится только на 51 поселение. Территориально из всех растущих пунктов больше половины (20 шт.) приходится на пригородную зону Барнаула и пограничным к нему муниципальным районам. 91 населенный пункт, основанные непосредственно в период строительства железной дороги (1910–1940 гг.), также увеличили свою численность населения, зафиксированной в 1989 г.

Второму этапу соответствует участки железных дорог, построенные после 1945 г.: Среднесибирская и Южно-Сибирская линии, расположенные в широтном направлении в северной части Алтайского края. В поселениях, находящихся непосредственно у железной дороги и на расстоянии 10 км от нее, располагаются 136 населенных пункта: 3 города, 2 рабочих поселка, 56 сел, 46 поселков, 19 станций, 9 разъездов и 1 деревня. Из них 50 пунктов было основано после Великой Отечественной войны: 31 поселение возникло в 1959 г., 13 поселений – в 1970 г. Численность населения во всех 136 пунктах в 2018 г. составила 216 тыс. чел. (уменьшение почти на 18 тыс. с 1989 г.). Средний размер сельского населенного пункта в этой области составляет 750 жителей. Непосредственно в поселениях, основанных в послевоенное время, происходила убыль населения, по сравнению с 1989 г. она равна 7 тыс. чел. Увеличение численности населения происходило только в 9 пунктах, в остальных фиксируется депопуляция населения. В настоящее время из 1606 поселений Алтайского края почти четверть приходится на населенные пункты (383 шт.), через которые проходит железная дорога, при этом в 2018 г. в них проживало более 2/3 населения региона (1583 из 2350 тыс. чел.). [16, 17].

В настоящее время в Алтайском крае пассажирские перевозки железнодорожным транспортом осуществляются на территории 25 муниципальных районов и 9 городов, исключение составляют Белокуриха, Змеиногорск и Яровое. Ближайшая железнодорожная станция к Белокурихе – Бийск, расположена в 70 км от нее, к Змеиногорску – Третьяково (40 км), к Яровому – Славгород (12 км). При этом жители Ярового и его гости, значительная часть которых являются туристы, могут пользоваться железнодорожным транспортом, доезжая до Славгорода, а далее добираться на регулярных автобусных рейсах. Несмотря на наличие железной дороги, отсутствуют регулярные перевозки пассажиров в Ключевском и Михайловском районах, расположенных в юго-западной части Алтайского края, а также имеющие проходящую через их территорию государственную границу с Республикой Казахстан.

Постсоветский период характеризуется сокращением числа пассажиров, воспользовавшихся железнодорожным транспортом. В 1990 г. было перевезено 30,9 млн. пассажиров, в 2000 г. – 21,6, в 2010 г. – 12,6, в 2016 г. – 8,9. В структуре перевозки преобладает пригородное сообщение, на которое между 2012 и 2016 гг. в среднем ежегодно приходилось 90% пассажиропотока [12, 14, 18, 19].

Этот вид сообщения появился в крае в 50-е гг. прошлого века. Изначально возникли маршруты, следующие из Барнаула до станций Алейская, Топчиха и Буланиха [4]. В конце 60-х гг. пригородные поезда связали с Барнаулом северные от него железнодорожные станции – Среднесибирская, Усть-Тальменская, Красные

**ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ
РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ...**

боец и др. [20]. К 80-м гг. количество направлений увеличилось, охватив крупные города региона. В железнодорожном расписании появились новые маршруты: Барнаул – Черепаново, Алтайская – Смазнево, Барнаул – Ребриха, Бийск – Буланиха – Соколинская, Рубцовск – Локоть, Рубцовск – Пospelиха, Кулунда – Малиновое Озеро, Камень-на-Оби – Плотинная [1].

С 2003 г. пригородное сообщение в крае осуществляет компания «Алтай-Пригород», охватывающая 7 городов и 16 муниципальных районов, на которые приходится 150 разных видов остановок – станции, остановочные и обгонные пункты, разъезды и путевые посты (табл. 1). К настоящему времени география маршрутов сохранила практически все существовавшие в 2003 г. направления, в расписании добавились только пригородные поезда из Барнаула в Бийск [20].

Таблица 1.
Состав пригородного сообщения железнодорожного транспорта Алтайского края по основным направлениям (составлено авторами по [22])

Конечные станции направлений	Состав остановок пригородного сообщения				
	Станции	Остановочные пункты	Обгонные пункты	Разъезды	Путевые посты
Артышта	10	17	–	–	–
Бийск	9	7	–	2	–
Камень-на-Оби	4	7	3	–	–
Локоть	13	20	4	–	1
Ребриха	4	17	–	1	–
Черепаново	9	19	1	2	–

Почти все электропоезда и тепловозы с пассажирскими вагонами выполняют перевозки из Барнаула и следуют по шести направлениям, конечные станции которых находятся в Камне-на-Оби, Ребрихе, Локте, Бийске, Артыште (Кемеровская область) и Черепанове (Новосибирская область). Единственные маршруты, не проходящие через Барнаул, соединяют ст. Алейская и ст. Локоть, а также ст. Рубцовск и ст. Локоть. Нужно отметить, что на ст. Черепаново можно сделать пересадку на электропоезд до ст. Новосибирск, а на ст. Артышта – на ст. Новокузнецк [22]. На половине направлений железная дорога электрифицирована, ее общая протяженность в крае составляет 493 км. Электропоезда курсируют по маршрутам, где их конечные пункты располагаются на станциях Камень-на-Оби, Артышта и Черепаново. Остальные поезда, следующие в южном от Барнаула направлении (в Бийск, Локоть и Ребриху), используют тепловозную тягу. Эксплуатационная длина железнодорожных путей, на котором используется этот вид движения поездов, составляет 961 км [18].

Используя текущее расписание движения железнодорожного транспорта в Алтайском крае, были выявлены маршруты и их максимальная еженедельная частота, по которым в дальнейшем построена картосхема, отражающая существующую ситуацию в пригородном сообщении (рис.2). В течение года график

движения поездов может отличаться, т.к. имеются некоторые отличия в зимнее и летнее время. Может увеличиваться или сокращаться количество вагонов и остановок на маршруте, частота движения поездов в неделю и в день, а также появляться дополнительные направления. Например, организуется пригородное сообщение между Барнаулом и станциями Арбузовка и Баюново, т.к. на этих маршрутах имеются различные дачные поселки и садоводства, к которым увеличивается пассажиропоток в период действия летнего расписания. Самым загруженным участком, по которому курсирует максимально возможное число электропоездов в неделю, является линия железной дороги между ст. Барнаул и ст. Алтайская. Через эти станции следуют все поезда, количество которых может достигать 220 шт. в обе стороны в неделю, отправляющиеся с четырех направлений: Артышта, Бийск, Камень-на-Оби и Черепаново.

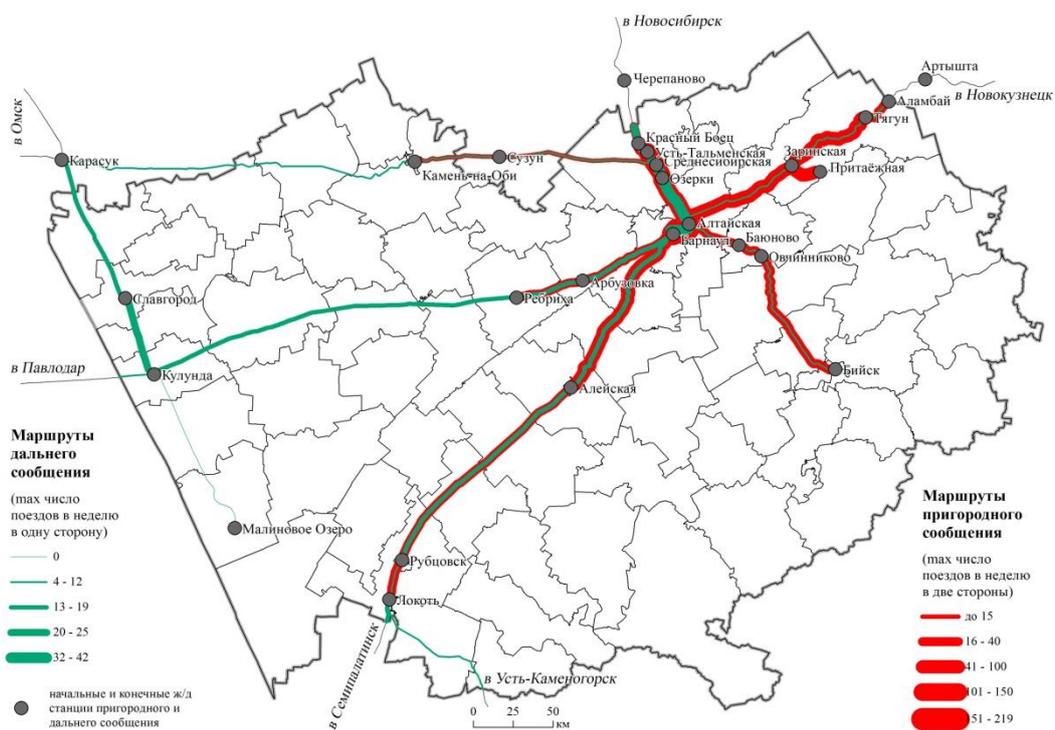


Рис. 2. Частота движения поездов пригородного и дальнего сообщения в 2018 году (составлено авторами по [22, 27]).

Как и в советское время, высокая проходимость пригородными перевозками осталась на участке черепановского направления. На нем сосредоточен самый большой после ст. Алтайская поток пригородного сообщения [1]. На этой ветке имеются три крупные железнодорожные станции, которые являются конечными пунктами нескольких маршрутов: Озерки, Усть-Тальменская и Красный Боец.

Еженедельно в обе стороны через них могут проходить 150, 103 и 89 пригородных поездов.

Второе место по пассажиропотоку занимает направление в Артышту. Согласно расписанию, максимальное обслуживание поездов в неделю в обе стороны приходится на ст. Заринская (до 65 шт.). Кроме того, по территории Заринска курсирует единственный в регионе пример городской электрички, выполняющий 5 парных отправок в день. Протяженность железнодорожной линии равняется примерно 10 км и состоит из трех станций: Заринская, 3-й микрорайон и Притаежная. Линия также относится к компании «Алтай-Пригород» и обслуживает Алтайский коксохимический завод. Помимо доставки сырья (каменный уголь) и вывоза готовой продукции (кокс), на данном участке осуществляется активное движение электропоездов, доставляющих сотрудников завода на их рабочие места. Далее по количеству выполняемых маршрутов на региональном уровне следует направление от ст. Барнаул до ст. Алейская, между ними могут курсировать до 50 тепловозов еженедельно. Из всех направлений каменское характеризуется наименьшим числом составов пригородного сообщения. Со станций Камень-на-Оби и Сузун еженедельно отправляется 14 и 15 поездов соответственно.

Необходимо добавить, что в расписании пригородного сообщения присутствуют скорые и ускоренные поезда, имеющие тематические названия. Скорые поезда «Калина красная» и «Восток», курсирующие между Барнаулом и Бийском, имеют до 28 маршрутов в неделю и способны перевезти за это время свыше 5 тыс. пассажиров. Также имеется ускоренный пригородный поезд «Просторы Алтая» по направлению Барнаул – Алейская – Рубцовск. На этом маршруте присутствуют 22 поезда в неделю, а недельный пассажиропоток составляет до 8,7 тыс. чел. Последним на данный момент в пригородном сообщении появился скорый поезд Барнаул – Новосибирск, осуществляющий пересадку на станции Черепаново. По сравнению с автобусным транспортом, все эти пригородные поезда имеют меньшее время доставки пассажиров и стоимость билетов, а также они не зависят от ухудшения погодных условий, при которых возможна отмена движения автобусов [22].

Пассажирские перевозки поездами дальнего следования занимают малую долю в общей структуре железнодорожного транспорта. В 2016 г. пассажиропоток составил почти 680 тыс. чел. или 7,6% от всех перевозок на железной дороге, при этом в течение 5 лет он сократился на 410 тыс. чел. [19]. Чтобы проанализировать изменения на железной дороге в направлениях дальнего следования, случившиеся после распада Советского Союза, были обработаны расписания движения пассажирских поездов на 1989–1990 и 2017–2018 гг. [23]. Анализировались только скорые и пассажирские поезда, выполняющие прямое сообщение, беспересадочные вагоны не учитывались, так как они имеют малую долю в железнодорожных перевозках. На их основе составлено описание всех существовавших и существующих маршрутов, проходивших через территорию Алтайского края, а затем построена картосхема, отражающая загруженность железной дороги пассажирскими перевозками.

Согласно расписанию, в 1989–1990 гг. жители края могли воспользоваться более 40 парными маршрутами поездов дальнего следования, охватывающие на то время все введенные в эксплуатацию железнодорожные магистрали. При этом на половине направлений начальные или конечные пункты следования транспорта находились непосредственно на железнодорожных станциях Алтайского края, а остальные являлись проходящими маршрутами. Одной из самых загруженных веток региона была Южно-Сибирская (участок Барнаул – Павлодар). Также значительный поток транзитных пассажиров был сосредоточен на Туркестано-Сибирской линии (Новосибирск – Барнаул – Семипалатинск) [1]. Через эти две магистрали осуществлялось сообщение со станциями западных регионов страны и среднеазиатскими республиками бывшего СССР. Конечные пункты маршрутов располагались в Адлере, Алма-Ате, Ташкенте, Целинограде и др. Также через ст. Артышта, Карасук и Черепаново имелась прямая связь с соседними сибирскими регионами – Красноярский край, Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская и Томская области. Кроме того существовало два поезда из Барнаула в Москву, существовавшие с 60-х гг., а самый протяженный маршрут соединял Барнаул и Днепрпетровск (Украина) [20].

Нужно сказать, что в расписании присутствовали направления, осуществляющие пассажирские перевозки только по территории Алтайского края. К ним относятся 4 маршрута «Барнаул – Бийск», а 2 поезда курсировали между Барнаулом и Камнем-на-Оби. Отдельно стоит отметить существование 2-х кольцевых маршрутов из Барнаула. Они начинались на Южно-Сибирской ветке и достигали ст. Кулунда. Затем движение проходило через ст. Малиновое Озеро в направлении ст. Локоть, а после поезд двигался по Туркестано-Сибирской ветке через ст. Алейская обратно в Барнаул. В начале 90-х гг. эти маршруты еще существовали, при этом было увеличено количество делаемых остановок. Однако к 2000 г. эта железнодорожная линия стала выводиться из расписания регулярных пассажирских перевозок. На то время маршрут перестал быть кольцевым, конечным пунктом движения поездов стала ст. Новоугловское, а затем его перенесли на станции Малиновое Озеро и Михайловское. В 2005 г. уже не было регулярных перевозок на ветке Кулунда – Локоть, а сама железная дорога от ст. Малиновое Озеро до ст. Локоть выведена из эксплуатации и демонтирована [24–26].

К 2018 г. пассажирские перевозки поездами дальнего следования в большинстве случаев сохранили географию маршрутов, существовавших в советское время (рис. 2). На территории региона функционируют 58 железнодорожных станций, на которых останавливаются составы дальнего следования, при этом на 27 обслуживаются только скорые поезда. На всех этих станциях и населенных пунктах, расположенных в радиусе 5 километров от них, проживает большинство жителей Алтайского края (1,4 млн. чел. в 2018 году). Если из выборки убрать все города и рабочие поселки, то в сельских населенных пунктах численность населения составит почти 160 тыс. чел., при этом с момента переписи населения 1989 г. она выросла на 3,2%.

На сегодняшний день в расписании не имеется направлений, пункты отправления и прибытия которых находились бы внутри исследуемой территории.

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ...

Все маршруты следования выходят за пределы края в другие регионы и соседние страны. В постсоветское время осталось два регулярных поезда из Барнаула в Москву, частота движения каждого из них может достигать четыре поезда в неделю в одну сторону. В летнее время дополнительно формируется состав в Адлер, отправляющий до двух поездов в неделю. В 90-е годы маршрут Семипалатинск – Омск подвергся сокращению, в настоящее время его начальный пункт находится на территории Алтайского края на ст. Рубцовск. Как и московские направления, на нем действует до четырех недельных отправок из Рубцовска. Все эти маршруты относятся к категории скорые, а остальные, число которых равняется 16 шт., к пассажирским поездам.

Среди всех маршрутов снизилась доля перевозок, которые осуществляются в Казахстан и другие среднеазиатские республики. В связи с образованием новых независимых государств произошло сокращение направлений, следующих через Туркестано-Сибирскую и Южно-Сибирскую железнодорожные линии. Большим изменениям подвергся участок Кулунда – Павлодар. В 1990 г. через эти станции проходило 8 маршрутов, а в настоящее время между ними только один маршрут регулярных пассажирских перевозок. При этом данный маршрут появился в расписании только в декабре 2018 г., а до этого на протяжении несколько лет отсутствовало постоянная пассажирская связь на участке железной дороге между Кулундой и Павлодаром. Сегодня из четырех железнодорожных линий, лучеобразно расходящихся от ст. Кулунда, в пассажирских перевозках задействовано три. Железнодорожное сообщение на Туркестано-Сибирской магистрали сохранилось, однако наблюдается сокращение курсирующих поездов по этому направлению. Из 13 советских маршрутов в текущем расписании выполняются только 5. Среди них три поезда осуществляет движение через ст. Локоть в направлении ст. Семипалатинск до городов Алма-Аты, Бишкека и Ташкента, один через ст. Третьяково следует до Усть-Каменогорска и Лениногорска. Поезд Казахстанских железных дорог «Лениногорск – Астана» является проходящим маршрутом через территорию Алтайского края, в него включается участок между станциями Третьяково и Локоть. Максимальная проходимость на железнодорожной линии от Рубцовска в направлении Казахстана составляет 14 поездов в неделю.

Самой загруженной пассажирскими перевозками дальнего следования, как и пригородным сообщением, является станция Барнаул, через которую осуществляется движение 15 из 20 выявленных парных маршрутов. Не проходит через краевую столицу два поезда, которые курсируют между станциями Камень-на-Оби – Карасук, Новосибирск – Татарская – Кулунда, а также Лениногорск – Локоть – Астана. Большинство маршрутов следуют по участку Барнаул – Алтайская, за одну неделю в одну сторону по нему могут проходить свыше 40 поездов. Следующая по загруженности железная дорога располагается между станциями Алтайская и Черепаново, обслуживающая 20–30 поездов еженедельно. Также большая проходимость наблюдается на линии Кулунда – Славгород – Карасук: до 20 поездов. Наименьшее число маршрутов дальнего следования

фиксируется от Барнаула до Бийска и Артышты, но эти участки компенсируются наличием составов пригородного сообщения.

Частота большинства маршрутов (13 шт.) составляет от 1 до 4 поезда в неделю в одну сторону. По 4 поезда еженедельно может отправляться в Алма-Ату, Караганду, Лениногорск и Омск. Ежедневная связь пассажирскими перевозками имеется только в пяти случаях, к ним относятся следующие маршруты:

Бийск – Барнаул – Новосибирск;
Барнаул – Москва;
Барнаул – Абакан;
Новосибирск – Барнаул – Кулунда – Карасук;
Камень-на-Оби – Карасук (почтово-багажный поезд).

Среди перечисленных выше поездов следует отметить недавно появившееся направление из Барнаула в Абакан. Подобного маршрута не существовало в советское время, связь между городами была возможна только с выполнением пересадок. В связи с его появлением у пассажиров значительно сократились временные затраты, отпала необходимость совершать дополнительные поездки. Данный поезд начал осуществлять перевозки с ноября 2014 г. и следует через ст. Новокузнецк [28].

ВЫВОДЫ

Нами предлагается выделение двух исторических этапов формирования сети железных дорог на территории Алтайского края. К первому этапу относятся линии, построенные до начала Великой Отечественной войны, общая протяженность которых в 1940 г. составляла 831 км. В данном периоде появились Туркестано-Сибирская магистраль и железная дорога на участке Татарск – Кулунда – Павлодар. На втором этапе, который начался в послевоенное время, появились Среднесибирская и Южно-Сибирская линии, располагающиеся в широтном направлении в северной части Алтайского края. Также в это время происходило строительство участка железной дороги в юго-западной части Алтайского края между ст. Кулунда и ст. Локоть, которая прошла через Михайловское, Малиновое озеро и Новоугловское. К 1991 г. длина сети железных дорог в регионе возросла до 1800 км, однако в постсоветское время фиксируется ее сокращение до 1452 км.

На сегодняшний день железнодорожный транспорт продолжает выполнять важную функцию, осуществляя значительный объем пассажирских перевозок, занимая, как и в 1990 г., второе место по пассажиропотоку. К основным изменениям, произошедшим после распада СССР, следует отнести следующее:

расположение населенных пунктов вблизи и непосредственно на железных дорогах оказывает благоприятное воздействие на демографическую ситуацию: с 1989 по 2018 гг. многие города и сельские поселения увеличивали свою численность населения, либо ее снижение происходило меньшими темпами по сравнению с остальными населенными пунктами региона;

сокращение более чем в два раза количества маршрутов поездов дальнего следования, в основном за счет поездов, следующих в образовавшиеся среднеазиатские государства – Казахстан, Киргизия, Узбекистан;

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ...

снижение числа перевезенных пассажиров как пригородным транспортом, так и поездами дальнего следования;

выведение из эксплуатации железнодорожной линии на участке Кулунда – Михайловское – Локоть, а также прекращение на несколько лет пассажирских перевозок между Кулундой и Павлодаром;

увеличение направлений пригородного сообщения, что можно объяснить заменой существовавших маршрутов дальнего следования (Барнаул-Бийск и Барнаул-Рубцовск) пригородными ускоренными поездами;

сохранение географии маршрутов скорых поездов.

Список литературы

1. Атлас Алтайского края. Том 2: Население. Хозяйство. Общественное обслуживание населения. Москва – Барнаул, 1980. 238 с.
2. Чибряков Я.Ю. Развитие картографического метода для исследований железнодорожной сети России: Дисс. ... канд. геогр. наук. М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2015. 199 с.
3. Николаев Р.С., Лучников А.С. Оценка эффективности и планирование пространственной организации внутрирегиональной транспортной сети (на примере железнодорожного транспорта Пермского края) // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №4(47). С. 44–53.
4. Летопись железной дороги Алтая: время, события, люди. Барнаул: ОАО «ИПП «Алтай», 2015. 400 с.
5. Полянин В.А. Новоалтайск: Историко-документальная хроника, очерки, цифры, факты. Барнаул: ОАО «Алтайский полиграфический комбинат», 2002. 384 с.
6. Татаренко И.П. Бийский железнодорожный узел. История развития. 2-е издание. 2004. С. 12–13.
7. Завьялов А.А. Развитие транспортной системы Алтая. Исторический аспект // Человек в мире межкультурных коммуникаций / Материалы XI региональной научно-практической конференции / под ред. А.Н. Мельникова. Барнаул: Изд-во Азбука, 2007. С. 125–128.
8. Панфилова Т.Е. «История Каменской земли»: учебное пособие для учащихся общеобразовательных школ. изд.: Барнаул, ООО «Издательский дом «Барнаул», 2009. 72 с.
9. Российский статистический ежегодник. 2012 г.: Стат. сб. / Росстат. М. 2012. 786 с.
10. Российский статистический ежегодник. 2016 г.: Стат. сб. / Росстат. М. 2016. 725 с.
11. Транспорт в России: Стат. сб. / Госкомстат России. М., 2003. 182 с.
12. Транспорт и связь в России. 2012: Стат. сб. / Росстат. М. 2012. 275 с.
13. Дунец А.Н., Исаев В.В., Рыгалова М.В., Колокольцев М.Г. Дороги Алтайского края: от первых верст до наших дней. Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2017. 396 с.
14. 60 лет Алтайскому краю: Юбилейный статистический сборник. Барнаул, ОАО «Алтайский полиграфический комбинат», 1997. 120 с.
15. Бульгин Ю.С. Список населенных пунктов Алтайского края: Справочник. Барнаул, 2000. 237 с.
16. Сельские населенные пункты Алтайского края (по данным Всесоюзной переписи населения 1989 года) / Госкомстат РСФСР, Алтайское краевое управление статистики, Барнаул, 1990.
17. Численность населения по муниципальным образованиям Алтайского края на 1 января 2018 года: Стат. бюл. / Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. Барнаул, 2018. 88 с.
18. Транспорт и связь Алтайского края 2000–2004: Стат. сб. / Территориальный орган Росстата по Алтайскому краю. Барнаул, 2005. 134 с.
19. Транспорт и связь в Алтайском крае 2012–2016: Стат. сб. / Управление федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. Барнаул, 2017. 120 с.
20. Справочник пассажира железнодорожного, воздушного, речного и автомобильного транспорта. Барнаул, 1968.
21. Расписание движения пригородных поездов на 2004–2005 гг. Барнаул. 2004.

22. Акционерное общество «Алтай-Пригород» [Электронный ресурс]: сайт – Режим доступа к сайту: <http://www.altayprigorod.ru> (дата обращения – 30.03.2018).
23. Расписание движения пассажирских поездов (краткое) на 1989–1990 гг. / под ред. Б.А. Таулина. – М.: «Транспорт», 1989. – 384 с.
24. Расписание движения пассажирских поездов на 1999–2000 гг. / под ред. В.В. Белянского. – М.: «Куна», 1999. – 522 с.
25. Расписание движения пассажирских поездов на 2000–2001 гг. / под ред. Н.Б. Глубокова. – М.: «Куна», 2000. – 556 с.
26. Расписание движения пассажирских поездов на 2004–2005 гг. / под ред. А.В. Костромина. – М.: «Куна», 2004. – 602 с.
27. ОАО «Российские железные дороги»: официальный сайт. URL: <http://www.pass.rzd.ru> (дата обращения 15.12.2018).
28. В Алтайском крае запускают новый пассажирский поезд «Барнаул – Абакан» / ИА «Амител»: сайт. URL: <http://www.amic.ru/news/283043/> (дата обращения 02.03.2018).

RAILWAY OF ALTAI KRAI: HISTORICAL STAGES OF DEVELOPMENT AND MODERN FEATURES IN GEOGRAPHY OF PASSENGER TRAFFIC

Borisenko M.A.¹, Komaristiy S.A.²

¹Altai State University, Barnaul, Russia

²G-Dynamic llc, Saint Petersburg, Russia

E-mail: maxi.borisenko@mail.ru, grey.ksa@gmail.com

Passenger traffic on the railway was of great importance in suburban and interregional transportation. There were significant changes in the geography of train routes after the collapse of the Soviet Union. The article will consider the transformation of the territorial structure of passenger by railway transport at the present stage. We analyzed the history and modern features of the passenger traffic geography based on regular train schedules, cartographic and bibliographic materials, and interviews. Railway transportation is one of the leading places among all types transport. The aim of the work is to identify and analyze the territorial features of passenger rail transport in Altai Krai in the past and present. The object of study is the regional railway network; the subject is the current state of regular passenger traffic on the railway. We used the following methods: historical, statistical, comparative-geographical, cartographic, and geoinformational. We have compiled maps in ArcMap and MapInfo for suburban and interregional routes.

We offer two historical stages of the formation of the railway network in Altai Krai. The first stage includes the lines built before World War II. The total length was 831 km in 1940. There were Turkestan-Siberian railway and the railway on the site of Tatarsk – Kulunda – Pavlodar in this period. At the second stage, the Mid-Siberian and South-Siberian lines appeared. Also at this time there was a construction of a railway in the South-Western part of Altai Krai between Kulunda and Lokot. The length of the railway network in the region has increased to 1,800 km by 1991. However, the length of the railway is reduced to 1,452 km. in the post-Soviet period.

Railway transport performs an important function nowadays. It carries a significant amount of passenger traffic. It takes the second place in passenger traffic as in 1990. The main changes after the collapse of the USSR are the following:

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ...

- The location of settlements near and directly on the railways has a positive impact on the demographic situation. Many cities and rural settlements increased their population from 1989 to 2018;
- Reducing of more than twice the number of routes for long-distance trains, mainly due to trains to the new Central Asian states – Kazakhstan, Kyrgyzstan, and Uzbekistan;
- Reduction of the number of passengers transported both by suburban transport and long-distance trains;
- Dismantling of the railway line between Kulunda – Mikhailovskoe – Lokot. Cancellation of passenger transportations between Kulunda and Pavlodar for several years;
- Increase in the directions of suburban traffic;
- Saving the geography of fast train routes.

Keywords: railway, railway transport, passenger traffic, suburban trains, Altai Krai.

References

1. Atlas Altajskogo kraja. Tom 2 (Atlas of Altai Krai. Vol. 2): Naselenie. Hozyajstvo. Obshchestvennoe obsluzhivanie naseleniya. Moscow – Barnaul, 1980, 238 p. (in Russian).
2. Chibryakov Ya. Yu. Razvitie kartograficheskogo metoda dlya issledovanij zheleznodorozhnoj seti Rossii (Development of cartographic method for research of railway network of Russia): PhD thesis. Moscow: Moscow State University of Geodesy and Cartography (Publ.), 2015, 199 p. (in Russian).
3. Nikolaev R.S., Luchnikov A.S. Spatial organization of the regional transport network and its efficiency (a case study of railway transport in the Perm region) // Geographical bulletin. 2018. №4 (47). P. 44–53. (in Russian).
4. Letopis zheleznoj dorogi Altaja: vremja, sobytija, ljudi (Chronicle of the Altai railway: time, events, and people). Barnaul: OAO «IPP «Altai» (Publ.), 2015, 400 p. (in Russian).
5. Poljanin V.A. Novoaltajsk: Istoriko-dokumentalnaja hronika, ocherki, cifry, fakty (Novoaltajsk: Historical and documentary chronicle, essays, figures, facts). Barnaul: OAO «Altajskij poligraficheskij kombinat» (Publ.), 2002, 384 p. (in Russian).
6. Tatarenko I.P. Bijskij zheleznodorozhnyj uzel. Istorija razvitija (Biysk railway junction. History of development). 2-e izdanie, 2004, pp. 12–13. (in Russian).
7. Zavjalov A.A. Razvitie transportnoj sistemy Altaja. Istoricheskij aspekt (Development of the Altai transport system. Historical aspect), in Chelovek v mire mezhkulturnyh kommunikacij. XI Reg. scientific and practical Conf. under edition A.N. Melnikova. Barnaul: Izd-vo Azbuka (Publ.), 2007, pp. 125–128. (in Russian).
8. Panfilova T.E. Istorija Kamenskoj zemli (History of Kamensky land): uchebnoe posobie dlja uchashhihsja obshheobrazovatelnyh shkol. Barnaul, OOO «Izdatelskij dom «Barnaul» (Publ.), 2009, 72 p. (in Russian).
9. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik (Russian statistical yearbook). 2012 g. Stat. sb. Rosstat. Moscow, 2012, 786 p. (in Russian).
10. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik (Russian statistical yearbook). 2016 g. Stat. sb. Rosstat. Moscow, 2016, 725 p. (in Russian).
11. Transport v Rossii (Transport in Russia). Stat. sb. Goskomstat Rossii. Moscow, 2003, 182 p. (in Russian).
12. Transport i svjaz v Rossii (Transport and communication in Russia). 2012. Stat. sb. Rosstat. Moscow, 2012, 275 p. (in Russian).
13. Dunets A.N., Isaev V.V., Rygalova M.V., Kolokoltsev M.G. Dorogi Altajskogo kraja: ot pervyh verst do nashih dnei (Roads of Altai Krai: from the first miles to the present day). Alt. gos. tehn. un-t im. I.I. Polzunova. Barnaul: Izd-vo AltGTU (Publ.), 2017, 396 p. (in Russian).
14. 60 let Altajskomu kraju: Jubilejnyj statisticheskij sbornik (60 years of Altai Krai: Anniversary statistical collection). Barnaul: OAO «Altajskij poligraficheskij kombinat» (Publ.), 1997, 120 p. (in Russian).

15. Bulygin Ju.S. Spisok naseleennykh punktov Altajskogo kraja: Spravochnik (List of settlements of Altai Krai: Directory). Barnaul, 2000, 237 p. (in Russian).
16. Selskie naseleennye punkty Altajskogo kraja (po dannym Vsesojuznoj perepisi naselenija 1989 goda) (Rural settlements of Altai Krai (according to the 1989 census)). Goskomstat RSFSR, Altajskoe kraevoe upravlenie statistiki, Barnaul, 1990. (in Russian).
17. Chislennost naselenija po municipalnym obrazovanijam Altajskogo kraja na 1 janvarja 2018 goda (Population by Municipalities of Altai Krai for January 1, 2018), Stat. bjul. Upravlenie Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Altajskomu kraju i Respublike Altaj, Barnaul, 2018, 88 p. (in Russian).
18. Transport i svjaz Altajskogo kraja 2000–2004 (Transport and communication in Altai Krai 2000–2004): Statisticheskij sbornik. Territorialnyj organ Rosstat po Altajskomu kraju, Barnaul, 2005, 134 p. (in Russian).
19. Transport i svjaz v Altajskom krae 2012–2016 (Transport and communication in Altai Krai 2012–2016): Statisticheskij sbornik. Upravlenie federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistike po Altajskomu kraju i Respublike Altaj, Barnaul, 2017, 120 p. (in Russian).
20. Spravochnik passazhira zheleznodorožnogo, vozdušnogo, rechnogo i avtomobilnogo transporta (Handbook of passenger rail, air, river and road transport). Barnaul, 1968. (in Russian).
21. Raspisanie dvizhenija prigorodnykh poezdov na 2004–2005 gg. (Schedule of suburban trains for 2004–2005), Barnaul, 2004. (in Russian).
22. Akcionernoe obshhestvo «Altaj-Prigorod» [Electronic resource]. URL: <http://www.altajprigorod.ru> (reference date 30.03.2018). (in Russian).
23. Raspisanie dvizhenija passazhirskih poezdov (kratkoe) na 1989–1990 gg. (Timetable passenger trains (short) for 1989–1990) under edition B.A. Taulina. Moscow: «Transport» (Publ.), 1989, 384 p. (in Russian).
24. Raspisanie dvizhenija passazhirskih poezdov na 1999–2000 gg. (Timetable passenger trains for 1999–2000) under edition V.V. Beljanskogo. Moscow: «Kuna» (Publ.), 1999, 522 p. (in Russian).
25. Raspisanie dvizhenija passazhirskih poezdov na 2000–2001 gg. (Timetable passenger trains for 2000–2001) under edition N.B. Glubokova. Moscow: «Kuna» (Publ.), 2000, 556 p. (in Russian).
26. Raspisanie dvizhenija passazhirskih poezdov na 2004–2005 gg. (Timetable passenger trains for 2004–2005) under edition A.V. Kostromina. Moscow: «Kuna» (Publ.), 2004, 602 p. (in Russian).
27. Rossijskie zheleznye dorogi (Russian Railways) [Electronic resource]. URL: <http://www.pass.rzd.ru> (accessed 15.12.2018). (in Russian).
28. V Altajskom krae zapuskajut novyj passazhirskij poezd «Barnaul – Abakan» (The new passenger train «Barnaul – Abakan» starts in Altai Krai) [Electronic resource]. URL: <http://www.amic.ru/news/283043/> (accessed 02.03.2018). (in Russian).

Поступила в редакцию 24.07.2019 г.

УДК 338.483: 911.373 (477.75)

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Гуров С.А.

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: gurrov@mail.ru*

Статья посвящена развитию сельского зеленого туризма в Бахчисарайском районе Республики Крым. Этот регион является наиболее популярным у сельских туристов в Крыму, что определило выбор данной территории исследования. Определено понятие сельского зеленого туризма, а также изучена модель территориальной системы сельского зеленого туризма на примере Бахчисарайского района. Изучен потенциал развития и потребители услуг сельского зеленого туризма в Бахчисарайском районе. Выявлены проблемы и определены перспективы развития сельского зеленого туризма в Бахчисарайском районе.

Ключевые слова: сельский зеленый туризм, агротуризм, сельская усадьба, территориальная система, Бахчисарайский район.

ВВЕДЕНИЕ

Сельский зеленый туризм (СЗТ) становится одним из наиболее прибыльных сегментов туристского рынка Республики Крым. Это связано с тем, что предприятия-усадьбы, в отличие от большинства средств размещения региона, не имеют привязки к летнему «сезону» и фактически имеют круглогодичную заполняемость. Интерес к СЗТ можно объяснить также относительно небольшими затратами предприятий и близостью к природным объектам по сравнению с другими видами туристской деятельности. Наиболее успешно в Республике Крым СЗТ развивается в горнолесной зоне Бахчисарайского района, что и обусловило выбор данной территории для изучения особенностей организации этого вида рекреационной деятельности на субрегиональном уровне.

Вопросам развития СЗТ посвящены многочисленные теоретические и практические исследования. Анализом, проблемами и перспективами развития СЗТ в Крыму занимались Бугаец Т.Г. [1], Гордецкая Н.Н., Денисенко В.В. [2], Доможилкина Ж.В., Халилова М.Н. [3], Зиновьев Ф.В., Слепокуров С.А., Финогеев Б.Л., Чернявая А.Л. [4] и другие ученые и практики туристской сферы. Однако, во-первых, большинство исследований было проведено еще до трансформаций 2014 года, во-вторых, очень мало работ было посвящено развитию СЗТ в горнолесной зоне Бахчисарайского района, несмотря на то, что именно эта территория, на наш взгляд, представляет наибольший интерес в плане изучения СЗТ.

Объект исследования статьи – сельский зеленый туризм как территориальная система. Предмет исследования статьи – территориальная организация сельского зеленого туризма в Бахчисарайском районе Республики Крым.

Цель исследования заключается в выявлении тенденций организации сельского зеленого туризма в Бахчисарайском районе.

Задачи исследования:

- 1) изучить категорию «сельский зеленый туризм» и выделить отличия данного понятия от сходных категорий;
- 2) изучить ресурсный потенциал и географию основных направлений СЗТ в Бахчисарайском районе;
- 3) исследовать потребителей услуг СЗТ в Бахчисарайском районе;
- 4) выявить проблемы организации СЗТ в Бахчисарайском районе и перспективы его развития.

ПОНЯТИЕ «СЕЛЬСКИЙ ЗЕЛЕНЫЙ ТУРИЗМ». ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

Под сельским туризмом чаще всего понимают вид туризма, предусматривающий размещение в сельской местности. Однако цели размещения в сельской местности могут быть различными. Довольно распространенными мотивами являются сельскохозяйственный (агротуризм), этнографический (этнотуризм и джайлоо-туризм), но чаще всего туристы путешествуют с целью отдыха на природе (зеленый туризм), именно поэтому в данной статье мы употребляем обобщенный термин «сельский зеленый туризм» (СЗТ). Он представляется наиболее точным для обозначения исследуемого явления. Основой СЗТ является использование сельского жилья в качестве базы для ночевки и питания «зелёных» туристов. Также нужно отметить, что часто понятие «зеленый туризм» отождествляют с экологическим туризмом, однако это не совсем корректно, ввиду того, что последний является более узким направлением и подразумевает содействие охране природы [5].



Рис. 1. Место сельского зеленого туризма (СЗТ) в структуре двух сфер туристской деятельности. Источник: составлено автором.

Одним из главных подходов рекреационно-географических исследований является системный подход, поэтому уделим ему относительно развития СЗТ более значительное внимание. СЗТ в рекреационных районах формирует территориальные системы СЗТ.

Под территориальной рекреационной системой сельского зеленого туризма (ТРС СЗТ) мы понимаем комплексную геосистему, включающую природные и

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

антропогенные объекты, сельские усадьбы и гостевые дома, предоставляющие услуги рекреантам с целью удовлетворения их потребностей к приобщению к природе и сельскому образу жизни [6]. Многообразие компонентов и связей ТРС СЗТ показано на рисунке 2.

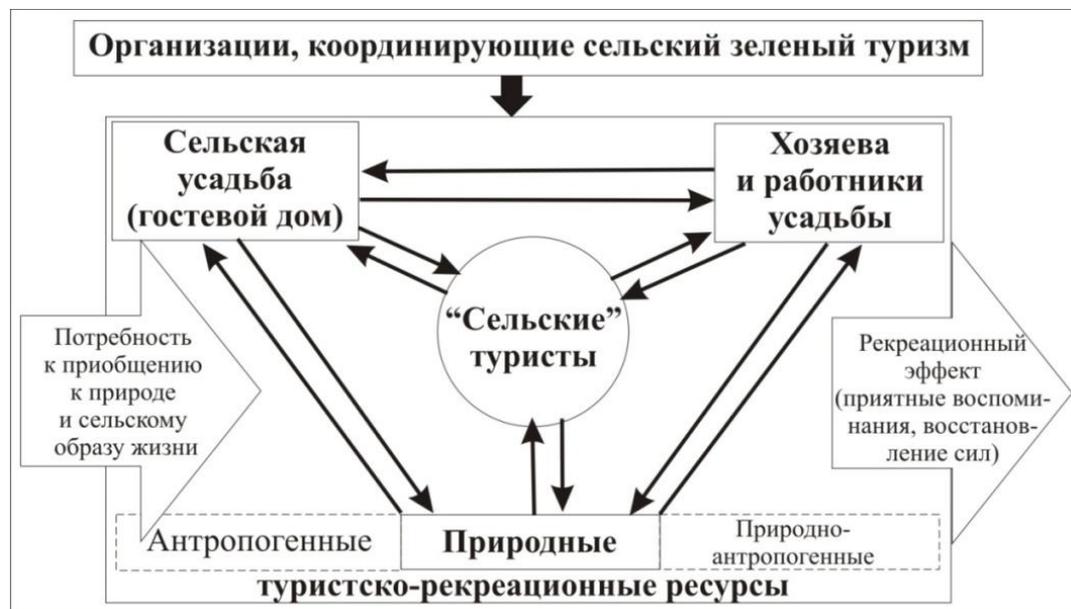


Рис. 2. Модель территориальной системы сельского зеленого туризма. Источник: составлено автором.

Для любой геосистемы характерна иерархичность. Мы предлагаем следующие таксономические ранги ТРС СЗТ на примере Крыма:

1. Пункт СЗТ – представлен отдельным предприятием СЗТ. Например, сельская усадьба «Berghof» с. Многоречье Бахчисарайского района.

2. Центр СЗТ – представлен сельским населенным пунктом, где функционирует ряд предприятий СЗТ. Так, в центре СЗТ с. Многоречье услуги СЗТ предлагают гостевые дома «Бельбек» и «Лесной Кордон», усадьбы «Горец» и «Berghof», лесотель «Пальмира».

3. Узел СЗТ формируют расположенные рядом центры СЗТ, ориентирующиеся как правило на общую рекреационно-ресурсную базу. Так, в Бахчисарайском районе крупнейшие центры СЗТ – с. Многоречье и с. Соколиное формируют узел СЗТ вокруг одной из главных геоморфологических достопримечательностей региона – Большого каньона Крыма.

4. Подрайон СЗТ включает узлы и центры СЗТ, которые объединяет территориальная близость, тип ландшафта, особенности управления туристской деятельностью в пределах административного района или другого муниципального образования (рис. 1). Так в пределах горнолесной зоны Бахчисарайского района

функционируют такие центры СЗТ как с. Баштановка, с. Высокое, с. Многоречье, с. Новоульяновка с. Соколиное, с. Поляна, с. Солнечноселье, с. Счастливое, и другие.

5. Район СЗТ (субрегиональная ТРС СЗТ) соответствует той части рекреационного района, где концентрируется развитие СЗТ. К примеру Центральный район СЗТ формирует горнолесная зона Бахчисарайского, Симферопольского, Белогорского и Кировского района. Перечисленные административные районы объединяют многие общие направления и особенности развития СЗТ, связанные со сходными природно-географическими условиями (размещением в пределах горного Крыма) и, соответственно, рекреационно-ресурсной базой – преобладанием в структуре туристского потенциала СЗТ – геоморфологических ресурсов.

6. Регион СЗТ (региональная ТРС СЗТ) – данная территориальная система генерирует услуги СЗТ и имеет масштабы крупного административного образования (республика, область, край и т.д.). Функционирование региональных ТРС СЗТ координируют региональные ассоциации СЗТ. Региональная СЗТ эволюционирует в соответствии с ФЦП. К примеру, Крымская региональная ТРС СЗТ развивается в согласовании с ФЦП «Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2020 года» [7]. Она включает более 90 средств размещения, принимающих сельских туристов. Размещены они пространственно довольно неравномерно. Наиболее эффективно СЗТ развивается в 9 муниципальных образованиях: Бахчисарайском, Ленинском, Белогорском, Кировском, Советском, Симферопольском, Черноморском районе, городском округе Судак, Севастополе. Лидером по развитию СЗТ в Крыму является Бахчисарайский район – 22 средства размещения района, по нашим подсчетам, предлагают свои услуги в сети Интернет (рис. 3).

7. Национальная ТРС СЗТ представляет собой ТРС СЗТ отдельного государства. Наиболее эффективные ТРС СЗТ сформировались во Франции, Италии, Германии, Австрии, Словакии, Чехии, Польше.

Основная часть нашего исследования посвящена изучению субрегиональной ТРС СЗТ в пределах Бахчисарайского района

ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ

Бахчисарайский район является одним из наиболее перспективных муниципальных образований Республики Крым в плане организации СЗТ. В районе хорошая транспортная развязка, через его территорию проходят автотрассы республиканского значения. На территории района расположены 4 железнодорожные станции (Бахчисарай, Почтовое, Самохвалово, Сирень). Наличие железной и автомобильной дорог упрощает доступ к селам.

Бахчисарайский район специализируется на садоводстве (яблоня, груша, персик, вишня) и виноградарстве, что позволяет разнообразить туры СЗТ агротуристской составляющей.

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЁНОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

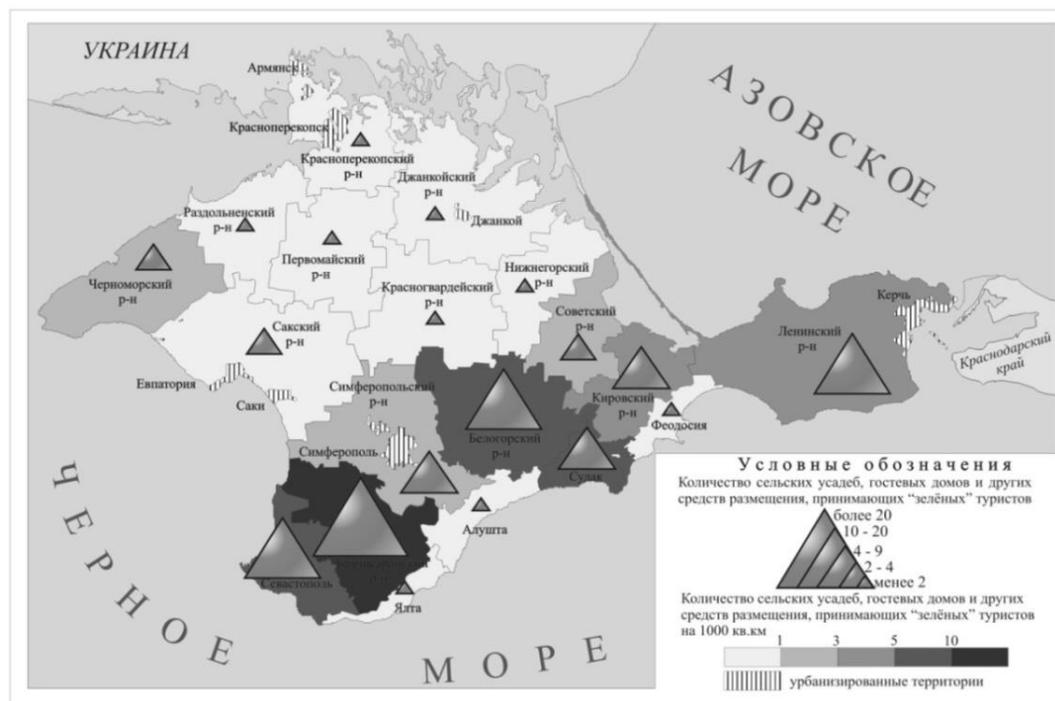


Рис. 3. Концентрация предприятий СЗТ в пределах муниципальных образований Крыма. Источник: составлено автором.

Кроме того, выращиваются эфиромасляничные культуры (лаванда, шалфей, роза), грецкий орех, миндаль. Туристов можно привлекать к непосредственному сбору плодов и растений.

Климатические условия района благоприятны для круглогодичной организации СЗТ. Климат на основной части территории района – предгорный, теплый, лесостепной, достаточно влажный. Средняя годовая температура воздуха $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$; средняя температура июля – $+21,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, января $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, [8].

Район имеет благоприятные орографические условия для развития активных направлений СЗТ и экскурсионно-познавательной его составляющей. Наиболее аттрактивный геоморфологический объект – Большой каньон Крыма. Глубина каньона более 320 м, а длина 3,5 км. Аттрактивны 14 многометровых каменных глыб – фигур выветривания – «сфинксы» Каралезской долины (у с. Залесное); ущелье Алимова Балка; речные долины Качинские и Бельбекские ворота. В северо-западной части Ай-Петринской яйлы располагаются вертикальные пещеры; Басманские пещеры, в пределах Внутренней гряды – Таврская пещера.

Реки и водохранилища района пригодны для водопотребления группами «зелёных» туристов во время радиальных выходов и для рыбалки. В русле р. Айзун-Узень в Большом Каньоне располагаются более 150 «котлов» и ванн – «ванна молодости», «ванна любви» и др. В районе находится самый крупный крымский карстовый источник – Пания (дебит до 370 л/с), известный водопад Серебряные

Струи на р. Сары-Узень и другие более мелкие водопады. В районе имеется богатая рекреационная база для рыбной ловли – многочисленные пруды у сел Плотинное, Голубинка, Репино, Зеленое, Синапное, пос. Угловое и др.

Леса Бахчисарайского района потенциальны для организации прогулочных и промысловых рекреационных занятий. В районе ежегодно добывается более 2,5 тыс. фазанов, более 5,8 тыс. серых куропаток, около 0,5 тыс. голов копытных (олень, кабан, косуля), около 2 тыс. пушных зверей (лисица, заяц-русак). Альминское, Бахчисарайское, Загорское водохранилища имеют благоприятные условия для любительской рыбной ловли (окунь, карась, плотва, щука и др.) [9].

Район имеет высокий уровень пейзажной мозаичности; уникальные ландшафты куэст, которые в сочетании с древними городищами представляют ресурс для развития «зеленых» радиальных туристских маршрутов из окрестных сел. Живописны и пригодны для отдыха и развития зеленого туризма ландшафты Качинского и Бельбекского каньона. Горные ландшафты в районе Крымского природного заповедника за высокую аттрактивность получили название «Крымская Швейцария».

Кроме природных ресурсов, в СЗТ в Бахчисарайском районе, используются природно-антропогенные археологические объекты. «Зеленые» туристы могут посещать уникальные памятники палеолита, расположенные близ сел – гроты Шайтан-Коба, Старосельский и Бахчисарайский, Кабази, Сюрень. «Визитной карточкой» района являются остатки древних пещерных городов: Чуфут-Кале, Качи-Кальон, Мангуп-Кале, Эски-Кермен; Тепе-Кермен; Кыз-Кермен, Бакла; пещерный монастырь Челтер-Коба.

Традиционным рекреационным занятием «сельских зеленых» туристов является рыбалка. Данный вид рекреации эффективно развивается в нескольких крупных комплексах, основой которых являются пруды. Круглогодично работает рыбацкая деревня «Черные камни» (с. Холмовка); здесь предлагаются снасти для рыбалки, условия для приготовления выловленной рыбы, гостиничные услуги, стрельба из лука, сауна, бильярд и пр. Аналогично функционируют база отдыха «Кабаний перевал» (с. Поляна), поместье «Керменчик», база отдыха «Золотая усадьба» (с. Высокое), турбаза «Эски-Кермен» (с. Красный Мак).

Значительно разнообразят СЗТ зоологические ресурсы. В с. Залесное туристы посещают единственную в РФ и Восточной Европе ферму по разведению ослов сомалийской и нубийской породы – «Чудо-ослик». Многие усадьбы предлагают маршруты конного туризма и конные прогулки. На базе ГП «ОХ Бахчисарайское», которое является лидером среди других районов Крыма по интенсивности ведения охоты, гости сельских усадеб могут посвятить время и этому виду отдыха.

До 2014 года услуги размещения, питания и туристского сопровождения в Бахчисарайском районе предоставляла 101 сельская усадьба [1]. А настоящее время статистика СЗТ на региональном уровне практически не ведется, и мы можем судить о предприятиях и размере центров СЗТ по данным сети Интернет. По нашим наблюдениям, многие сельские усадьбы района не имеют своих сайтов, работают в теневом сегменте рынка, поэтому мы можем утверждать, что их значительно больше. Категоризированные средства размещения отсутствуют [10].

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Крупнейшими центрами СЗТ в Бахчисарайском районе являются села Многогоречье и Соколиное. Средними по количеству средств размещения, имеющим свои сайты, являются такие центры как село Баштановка и село Высокое. Прочие центры имеют не более одной усадьбы, представленной в Интернете (табл. 1).

Таблица 1.
Средства размещения, принимающие туристов в горнолесной зоне
Бахчисарайского районе (представленные в сети Интернет).
Источник: составлено автором.

Название средства размещения	Населенный пункт
Усадьба «Ковчег»	с. Баштановка
Усадьба «Алимова Балка»	с. Баштановка
Турбаза «Колесо»	с. Баштановка
Коттедж «Золотая усадьба»	с. Высокое
Поместье Керменчик	с. Высокое
Усадьба «Горец»	с. Многогоречье
Усадьба «Berghof»	с. Многогоречье
Гостевой дом «Лесной Кордон»	с. Многогоречье
Гостевой дом «Бельбек»	с. Многогоречье
Лесотель «Пальмира»	с. Многогоречье
Усадьба «Рыбацкий хутор»	с. Соколиное
Коттеджи «У горной речки»	с. Соколиное
Гостевой дом «Зеленый дворик»	с. Соколиное
ТК «Ателика Орлиный Полет»	с. Соколиное
Отель Турбаза «У горной речки»	с. Соколиное
Усадьба «Солнечноселье»	с. Солнечноселье
Гостевой дом «Счастливое Village»	с. Счастливое
Комплекс отдыха «Есо Camp»	с. Новоульяновка
База отдыха «Кабаний перевал»	с. Поляна
Усадьба «Феодоро»	с. Ходжа Сала
Турбаза «Эски-Кермен»	с. Красный Мак
Рыбацкая деревня «Черный Камни»	с. Холмовка

Цены размещения в Бахчисарайском районе варьируют в широких пределах – от 150 рублей в сутки за проживание в своей палатке на территории эко-усадьбы «Эски-Кермен» (с. Красный Мак) до 72000 рублей в сутки за аренду в новогоднюю ночь 6-местного коттеджа в поместье «Керменчик» (с. Высокое). Таким образом, на стоимость размещения очень сильно влияет время рекреации и тип самого средства размещения. Средние цены размещения в двухместном номере в «сезон» в горнолесной зоне Бахчисарайского районе превышают 2500 рублей в сутки. Для предприятий СЗТ в районе характерна абсолютно разная ценовая политика. Одни при продвижении продукта делают акцент на скидки при увеличении пребывания

(«Лесной Кордон»), другие продают услуги размещения по значительно более низким ценам в будни и предоставляют детские скидки (лесотель «Пальмира»).

Специфической тенденцией в организации СЗТ в горнолесной зоне Крыма является то, что лето является «не сезоном», в это время приезжают в основном только на выходные. Это связано с тем, что большинство туристов летом в Крыму предпочитают отдых у моря. Когда же оно достаточно охлаждается, направляются отдыхать в горы.

Большинство усадеб Бахчисарайского района либо не представлены в Интернете, либо имеют лишь страничку в социальных сетях. Однако имеются примеры очень удачного позиционирования в веб-пространстве. Наиболее красивый и информативный сайт, оформленный в соответствии с последними дизайнерскими тенденциями, имеет усадьба «Горец» и гостевой дом «Бельбек» (с. Многооречье).

В с. Ароматное, Розовое, Репино, Миловидное хозяева сельских усадеб привлекают туристов комплексом услуг по ароматерапии, траволечению и общему оздоровлению. В селах Куйбышево и Кудрино усадьбы представляют такие виды туризма как охотничий туризм, экотуризм, пешеходный и велотуризм по горным тропам. Рыбачья и охотничья деревня «Черные камни» в с. Холмовка предлагает, кроме услуг проживания, также стрельбу по движущимся мишеням. Отдельные предприятия делают акцент на уникальность, предлагая поездки на багги или японскую ванну о-фуру («Лесной Кордон»).

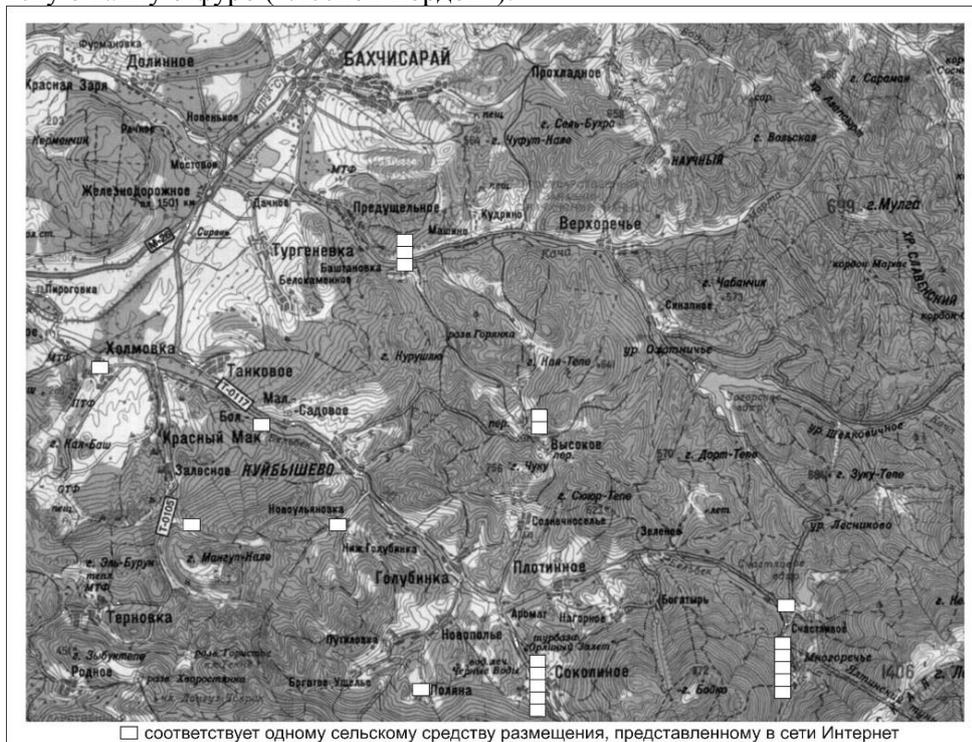


Рис. 4. Размещение предприятий сельского зеленого туризма в Бахчисарайском районе. Источник: составлено автором.

**ПОТРЕБИТЕЛИ УСЛУГ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В
БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ**

В настоящее время на рынке СЗТ приобретает особую актуальность использование результатов маркетинговых исследований. Это связано с тем, что туризм является очень сложным явлением, зависящим от множества факторов. С одной стороны, спрос на услуги СЗТ зависит от уровня дохода клиентов и цен на услуги, с другой стороны является следствием сформированных геополитических, социально-экономических и геоэкологических условий, а с третьей – подвержен значительным колебаниям.

Для ориентации в многочисленных факторах, влияющих на решение туристов о приобретении продукта СЗТ и выяснить, как этот продукт воспринимается его клиентами, был проведен опрос 467 респондентов. Основными задачами маркетингового исследования являлись:

1. Проведение сегментации рынка СЗТ Бахчисарайского района по географическим, демографическим и социально-профессиональным критериям;
2. Определение главных мотивов посещения горнолесной зоны Бахчисарайского района;
3. Изучение потребительской оценки качества отдыха в Бахчисарайском районе.

Для достижения поставленных целей применялся метод сбора первичной информации, основанный на анкетировании респондентов. При формировании выборочной совокупности использовался случайный метод отбора единиц.

Алгоритм сбора информации:

1. Поиск сельских усадеб в социальных сетях;
2. Рассылка письма с вопросом участникам сообществ сельских усадеб «Останавливались ли Вы в данной усадьбе в 2017 году?»;
3. При получении положительного ответа на предыдущий вопрос рассылка писем с вопросом «Сможете ли Вы заполнить небольшую анкету?»;
4. При получении положительного ответа на предыдущий вопрос, рассылка анкет;
5. Анализ анкет.

В качестве респондентов выступили рекреанты, приехавшие в горнолесную зону Бахчисарайского района в 2017 году. Рекреанты опрашивались с помощью ресурсов Интернета. Всего было опрошено 467 человек. Первый вопрос касался пола отдыхающих. Так же, как и в структуре туристского потока в Крымский регион, в средствах размещения горнолесной зоны Бахчисарайского района преобладают женщины (52,7 %), однако это преобладание не столь значительно, т.к. активные виды туризма, которые предлагаются в качестве дополнительных услуг в горах, более характерны для мужчин.

Мотивация выбора путешествия в значительной степени зависит от возраста и самостоятельности в принятии решения или возможности влиять на его выбор. На протяжении своей жизни один и то же человек меняет свои вкусы, желания, ценности и общее поведение. Естественно, что эти изменения отражаются на покупательском поведении. В возрастной структуре отдыхающих в средствах размещения горнолесной зоны Бахчисарайского района по возрасту по данным

интернет-опроса доминирует сегмент от 22 до 30 лет (табл. 2), что связано, во-первых, с тем, что это уже зарабатывающие люди, которые могут себе позволить аренду сельской недвижимости, в отличие от студентов, во-вторых, молодежь характеризуется более высокой физической активностью, которая является немаловажным условием горных походов, в отличие от людей среднего и третьего возраста.

Таблица 2.

Распределение отдыхающих в средствах размещения горнолесной зоны Бахчисарайского района по возрасту.

Источник: составлено автором по результатам опроса.

Возраст	Удельный вес, %
До 21 года	23,3
22-30 лет	30,6
31-40 лет	21,7
41-50 лет	15,4
51-60 лет	5,7
Более 60 лет	3,3

Региональная структура отдыхающих в сельских усадьбах Бахчисарайского районе вполне соответствует общекрымской тенденции преобладания туристов из главного генерирующего туристские потоки центра РФ – Москвы и Московской области, что определяется доходностью. На втором месте крымчане, что определяется доступностью (табл. 3).

Таблица 3.

Распределение отдыхающих в средствах размещения горнолесной зоны Бахчисарайского района по генерирующим регионам.

Источник: составлено автором по результатам опроса.

Генерирующий регион	Удельный вес, %
Москва и Московская область	19,3
Республика Крым и г. Севастополь	18,5
Санкт-Петербург и Ленинградская область	13,1
Украина	9,2
Краснодарский край	5,1
Ростовская область	3,8
Саратовская область	3,0
Калужская область	2,2
Самарская область	2,1
Брянская область	1,9
Другие регионы	21,8

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Поскольку в возрастной структуре отдыхающих в средствах размещения горнолесной зоны Бахчисарайского района, как было определено выше, преобладают люди до 30 лет, наиболее распространенным семейным статусом, является «холост/не замужем» (табл. 4). Абсолютное большинство туристов, остановившихся в средствах размещения горнолесной зоны Бахчисарайского района, в качестве главного мотива указали отдых на природе, а проживание в селе – лишь каждый десятый (табл. 4). Таким образом «зеленая» составляющая СЗТ в исследуемом регионе гораздо значительнее «сельской».

Таблица 4.

Распределение отдыхающих в средствах размещения горнолесной зоны
Бахчисарайского района по семейному статусу и мотивам посещения.

Источник: составлено автором по результатам опроса.

Семейный статус	Удельный вес, %	Мотив посещения	Удельный вес, %
Женат (замужем)	41,2	Отдохнуть на природе	82,3
Холост (не замужем)	48,8	Пожить в селе	9,3
Разведен(а), вдовец(ва)	8,0	Другое	8,4

Таблица 5.

Распределение отдыхающих в средствах размещения горнолесной зоны
Бахчисарайского района по роду занятий.

Источник: составлено автором по результатам опроса.

Род занятий	Удельный вес, %
Обучающиеся	17,7
Гос. служащие	9,5
Рабочие	8,4
Бухгалтера, экономисты	7,3
Частные предприниматели, бизнесмены	7,1
Педагоги	6,2
Медработники	5,7
Домохозяйки	4,4
Инженеры	3,8
Пенсионеры	3,5
Руководители, директора	3,1
Работники торговли	2,6
Средний производственный и управляющий персонал	1,8
Юристы	1,5
Военные	1,4
Безработные	1,2
Работники сельского хозяйства	1,1
Прочие	13,7

Большой удельный вес обучающихся (табл. 5) по результатам опроса связан с тремя причинами. Во-первых, многие приезжают в усадьбы и гостевые дома семьями, берут с собой детей, во-вторых, активный туризм в горнолесной зоне предусматривает определенные физические способности, которые у молодых людей есть, в-третьих, опрос проводился в Интернете, а именно студенты являются наиболее активным интернет-сегментом.

Одну из определяющих ролей в СЗТ играет доход. Турист выбирает уровень туристского обслуживания и вид путешествия исходя из их стоимости и своих материальных возможностей. Доходность различных категорий населения, составляющих потенциальный контингент туристов, влияет на формирование планируемого отдыха. В процессе опроса выяснилось, что на большую часть респондентов влияет «социальная желательность», следствием которой является искусственное занижение респондентами своего материального положения. В связи с этим психологическим феноменом пятая часть респондентов так и не решилась сообщить о своей финансовой наличности. Таким образом, самые крупные сегменты рынка представлены рекреантами с низким и средним уровнем дохода. Потребители с доходом более 80000 руб., составляют менее 10% всего рынка (табл. 6), но они являются самыми перспективными клиентами для рекреационных предприятий. С целью поиска способов привлечения подобной клиентуры в крымский регион необходимо проведение дополнительных маркетинговых исследований.

Таблица 6.

Распределение отдыхающих в средствах размещения горнолесной зоны
Бахчисарайского района по уровню дохода.
Источник: составлено автором по результатам опроса.

Уровень дохода, руб.	Удельный вес, %
Менее 20000	22,5
20000 – 40000	34,8
40000 – 60000	20,2
60000 – 80000	12,7
Более 80000	9,8

Таблица 7.

Оценка отдыхающими в средствах размещения горнолесной зоны Бахчисарайского района качества отдыха.
Источник: составлено автором по результатам опроса.

Оценка качества отдыха	Удельный вес, %
Отлично	78,8
Хорошо	14,4
Удовлетворительно	6,4
Неудовлетворительно	0,4

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Рекреанты Бахчисарайского района оценивают, за редким исключением, качество отдыха в горнолесной зоне Бахчисарайского района на «отлично» и «хорошо» (табл. 7). Это говорит, в частности, о том, что инфраструктура и качество обслуживания в этом районе за последние годы улучшились. В то же время, Бахчисарайский район является одним из наиболее аттрактивных в природном отношении районов Крыма и, безусловно, при оценке качества отдыха туристы учитывали красоту пейзажей и чистоту окружающей среды.

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Массовому развитию СЗТ в Бахчисарайском районе препятствует множество проблем:

1. Транспортная удаленность относительно центров РФ, Европы, на региональном уровне – от основных районов массового туризма в Крыму (ЮБК);
2. Недостаточно развитая туристская инфраструктура, что особенно касается предприятий размещения, питания и транспортной системы;
3. Недостаточное продвижение туристского продукта;
4. Изношенная инфраструктура объектов СЗТ;
5. Стареющий ассортимент услуг СЗТ;
6. Отсутствие образовательных учреждений для подготовки специалистов для СЗТ;
7. Неопределенность правового статуса владельцев малых рекреационных комплексов, расположенных в сельской местности;
8. Отсутствие согласованного календаря туристических событий (праздники, обряды, тематические программы, мастер-классы и др.) и инновационных форм турпродукта (квесты, анимации и др.)
9. Непривлекательный имидж в глазах иностранцев;
10. Отсутствие системы резервирования мест;
11. Недостаточное размещение знаков туристских аттракций и «зеленых» маршрутов.

Данные проблемы существенно снижают экономический эффект от развития СЗТ и, соответственно, препятствуют его развитию. Необходимо сделать разнообразные формы поиска приверженцев отдыха в средствах размещения горнолесной зоны Крыма. Требовательных туристов не привлекают относительно низкий стандарт жилья и его плохая техническая обеспеченность, а также недостаточная обустроенность сельской местности Бахчисарайского района и довольно ограниченный выбор досуга.

Кроме того, практически отсутствует спрос на международном рынке СЗТ. Въездному туризму, кроме санкций, препятствует незнание хозяевами иностранных языков. Учитывая современную ситуацию, необходимо проводить обучение владельцев усадеб иностранным языкам и приемам обслуживания. Кадровый состав для обслуживания «зеленых» туристов не обходимо подбирать с использованием современных технологий, в том числе соционического подхода [11, 12].

Важно налаживание более тесного взаимовыгодного сотрудничества с

турфирмами, которые могли бы оказать содействие активизации движения туристов в сельскую местность с целью кратковременного отдыха, ознакомления с традициями, участия в фестивалях и других мероприятиях.

Следует также активизировать значение местной власти Бахчисарайского района в поддержке целей СЗТ. Каждый местный чиновник должен понимать, что СЗТ — это дополнительные финансовые средства и улучшение инфраструктуры района, создание новых рабочих мест. Именно местные власти могут обеспечить предоставление налоговых льгот при получении государственных дотаций (из местных бюджетов) лицам, принимающим участие в оказании туристских услуг. Важной частью также должно стать эффективное воплощение в жизнь пилотных проектов в СЗТ. Нарботанные стратегии развития СЗТ нацелены на решение социально-экономических, экологических и этнокультурных проблем сельских местностей, требуют четкого планирования на уровне районов и отдельных сельских общин.

Развитие СЗТ в горнолесной зоне Бахчисарайского района начинает создавать экологические проблемы. Горные территории очень чувствительны к рекреационным нагрузкам. В Бахчисарайском районе необходимо активнее использовать ГИС-инструментарий и методики формализации в определении рекреационных нагрузок [13, 14]. Это позволит сократить деструктивное воздействие на природные комплексы района.

Для систематизации указанного перечня проблем и преимуществ развития СЗТ в Бахчисарайском районе, был осуществлен SWOT-анализ состояния этого вида деятельности (табл. 8).

Проведенный анализ дал возможность объективно оценить возможности развития СЗТ и разработать эффективные меры по предотвращению возможных проблем. Учитывая результаты проведенного SWOT-анализа, можно рекомендовать предприятиям СЗТ провести унифицированную сертификацию жилья; разработать мероприятия для увеличения продолжительности пребывания туристов; регулярно проводить тренинги для специалистов СЗТ; разработать пилотные проекты, которые позволят наглядно продемонстрировать пользу от СЗТ; централизовать систему резервирования мест. Предпринимательская деятельность в СЗТ усложняется отсутствием достоверной статистической информации, что служит причиной расхождения в цифровых данных.

Перспективы развития СЗТ в Бахчисарайском районе невозможно рассматривать вне развития туризма в данном регионе в целом. В «Стратегии социально-экономического развития Бахчисарайского района на период до 2030 года» отдельный подраздел посвящен развитию Бахчисарайского района как туристического центра [15]. Туристский поток в Бахчисарайский район планируется увеличить к 2030 году в 2 раза – с 200 тыс. до 400 тыс. туристов во многом благодаря развитию СЗТ. Сформулирован образ желаемого будущего Бахчисарайского района – «уникальный культурно-исторический и рекреационно-туристский комплекс». Долгосрочная цель заключается в создании конкурентоспособного туристического комплекса, обеспечивающего широкие возможности для удовлетворения потребностей населения района, российских и

**РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ
РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**

иностранных граждан в туристских услугах, сохранения и рационального использования природно-рекреационного и культурно-исторического потенциала. Одной из приоритетных задач по реализации данной долгосрочной цели должно стать развитие сельского зеленого туризма.

Таблица 8.

**SWOT-анализ проблем развития сельского зеленого туризма
в Бахчисарайском районе.**

Источник: составлено автором.

Сильные стороны	<p>Высокий туристский потенциал (большая концентрация исторических объектов, красивые виды, богатые флора и фауна; наличие рек, гор, озер, лесов); преимущественно чистая и безопасная окружающая среда; небольшая относительно южнобережья цена на проживание и питание; значительное количество сельских усадеб, занимающихся СЗТ;</p> <p>сохраненные сельские традиции; гостеприимство населения; рост инвестиций в сельское хозяйство;</p> <p>создание туристско-рекреационного кластера.</p>	<p>Транспортная удаленность относительно центров РФ и Европы; недостаточно развитая туристская инфраструктура; высокая по сравнению с другими регионами РФ стоимость туристских услуг; недостаточное продвижение туристского продукта;</p> <p>изношенная инфраструктура объектов СЗТ; стареющий ассортимент услуг СЗТ;</p> <p>отсутствие образовательных учреждений для подготовки специалистов для СЗТ;</p> <p>низкое качество ночлежной базы; проблемы с водоснабжением; незнание хозяевами иностранных языков; непривлекательный имидж в глазах иностранцев; отсутствие системы резервирования мест;</p> <p>недостаточное размещение знаков туристских аттракций и маршрутов.</p>	Слабые стороны
	<p>Развитие новых направлений СЗТ;</p> <p>расширение ассортимента турпродуктов;</p> <p>появление новых маршрутов СЗТ;</p> <p>увеличение доходов сельских жителей;</p> <p>увеличение занятости населения, особенно женщин;</p> <p>благотворное влияние на развитие сельской местности, сохранение исторических памятников;</p> <p>создание новых рабочих мест в сфере обслуживания, медицины, транспортной сети.</p>	<p>Реализации крупных проектов, меняющих виды Бахчисарайского района;</p> <p>потеря объектов туристского просмотра;</p> <p>уход специалистов из отрасли;</p> <p>конкуренция близлежащих и тематически созвучных территорий;</p> <p>значительный уровень безработицы, что создает основу для увеличения преступности; соперничество и отсутствие координации между разными организациями, занимающимися продвижением СЗТ;</p> <p>разрушение памятников истории и культуры;</p> <p>загрязнение района;</p> <p>сокращение финансирования туризма из регионального и федерального бюджета.</p>	

ВЫВОДЫ

Понятие «сельский зеленый туризм» (СЗТ) подразумевает размещение в сельской местности и отдых на природе. СЗТ в рекреационных районах формирует территориальные системы СЗТ, включающие «сельских» туристов; природные туристско-рекреационные ресурсы; сельские усадьбы со всеми элементами инфраструктуры; работников этих усадеб; организации, координирующие СЗТ.

Одним из наиболее перспективных муниципальных образований Республики Крым в плане организации СЗТ является Бахчисарайский район. Район имеет благоприятные орографические условия для развития активных направлений СЗТ. Район изобилует достопримечательностями, среди которых Большой и Малый каньоны Крыма, пещерные города, «сфинксы» Каралезской долины и многие другие. Леса района потенциально пригодны для организации прогулочных и промысловых занятий. Бахчисарайский район специализируется на садоводстве и виноградарстве, что позволяет разнообразить услуги СЗТ агротуристской составляющей. Крупнейшими центрами СЗТ в Бахчисарайском районе являются села Многоречье и Соколиное. Цены размещения в Бахчисарайском районе варьируют в широких пределах, различаясь в десятки раз в зависимости от сезона, типа средства размещения и других факторов. Средние цены размещения в двухместном номере в «сезон» не превышают 2500 руб. в сутки.

Специфической тенденцией в организации СЗТ в горнолесной зоне Крыма является то, что лето не является «высоким сезоном», в это время приезжают в основном только на выходные. Это связано с тем, что большинство туристов летом в Крыму предпочитают отдых у моря. Когда же оно достаточно охлаждается, направляются отдыхать в горы.

В результате проведенного опроса выяснилось, что региональная структура отдыхающих в сельских усадьбах Бахчисарайского района вполне соответствует общекрымской тенденции преобладания туристов из главного генерирующего туристские потоки центра РФ – Москвы и Московской области. На втором месте крымчане, что определяется доступностью. Учитывая результаты проведенного SWOT-анализа, были даны рекомендации проведения унифицированной сертификации сельских усадеб и гостевых домов; разработки мероприятий для увеличения продолжительности пребывания туристов; проведения мероприятий для специалистов СЗТ; разработки пилотных проектов по СЗТ; централизации системы резервирования мест.

В «Стратегии социально-экономического развития Бахчисарайского района на период до 2030 года» отдельный подраздел посвящен развитию Бахчисарайского района как туристического центра. Туристский поток в Бахчисарайский район планируется увеличить к 2030 году в два раза во многом благодаря развитию СЗТ.

Список литературы

1. Бугаец Т. Г. Современное состояние и перспективы развития зелёного туризма в Крыму // Таврические студии. Серия: искусствоведение. 2016. №8 (22). С. 121-126.

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

2. Денисенко В. В. Современное состояние и перспективы развития агротуризма в Крыму // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. 2011. Том 24 (63). №1. С. 173-185.
3. Доможилкина Ж.В., Халилова М.Н. Современное состояние и перспективы развития агротуризма в Белогорском районе Республики Крым // Экономика и предпринимательство. 2017. № 4 (ч.2). С. 340-346.
4. Чернявая А. Л. Анализ современного состояния сельского зеленого туризма в АР Крым // Економічний вісник Донбасу. 2012. № 1 (27). С. 63-66.
5. Гуров С.А. Развитие экологического туризма в России как фактор динамики рекреационной нагрузки // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2017. Т.3 (69). №3.1. С. 33 – 42.
6. Гуров С.А. Территориальная рекреационная система сельского зеленого туризма // Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. 2018. № 7. С. 207-217.
7. Федеральная целевая программа «Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2020 года» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://fcr.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcr.cgi/Fcr/ViewFcr/View/2015/429> (дата обращения: 28.01.2019).
8. Туристско-рекреационный ресурсный потенциал Республики Крым и г. Севастополь / Под редакцией И.М. Яковенко. Симферополь: «Ариал», 2015. 408 с.
9. Туристско-рекреационные паспорта городских округов и районов Республики Крым и города Севастополя / Под редакцией И.М. Яковенко. Симферополь: «Ариал», 2017. 286 с.
10. Гуров С.А., Гавриленко В.В. Территориальная структура сети коллективных средств размещения в Крыму // «Молодая Наука». Сборник научных трудов научно-практической конференции для студентов и молодых ученых. Научный редактор Н.Г. Гончарова. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. С. 148 – 149.
11. Гуров С.А. Соционика как инструмент подбора кадров в туристской отрасли // Приоритетные направления и проблемы развития внутреннего и международного туризма в России. Материалы I Всероссийской с международным участием научной конференции. 2018. С. 119 – 122.
12. Гуров С.А., Алексеенко М.А. Соционический подход в бизнесе // Бизнес и дизайн ревю. 2018. № 4 (12). С. 2.
13. Гуров С.А. Методические аспекты определения допустимых рекреационных нагрузок с помощью геоинформационных систем (на примере крымского среднегорья) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. Симферополь, 2017. Т.3 (69). №3.2. С. 49 – 57.
14. Гуров С.А. Методики формализации в определении фактических рекреационных нагрузок // Материалы международной научно-практической конференции «Теория и практика современных географических исследований», посвященной 220-летию выдающегося русского мореплавателя, географа, вице-председателя Русского географического общества Ф.П. Литке в рамках XIII Большого географического фестиваля. – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2017. С. 950 – 953.
15. Стратегия социально-экономического развития Бахчисарайского района на период до 2030 года. Бахчисарай, 2016. 117 с.

THE DEVELOPMENT OF RURAL GREEN TOURISM IN BAKHCHISARAY DISTRICT, REPUBLIC OF CRIMEA

Gurov S. A.

Taurida Academy of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation.

E-mail: gurrov@mail.ru

The concept of «rural green tourism» implies accommodation in rural areas and outdoor recreation. The rural green tourism in recreational areas forms the territorial system of the

rural green tourism, including «rural» tourists; natural tourist and recreational resources; rural estates with all the infrastructure; the workers of these estates; the organization coordinating the rural green tourism.

One of the most promising municipalities of the Republic of Crimea in terms of the organization of rural green tourism is Bakhchisarai district. The district has favorable orographic conditions for the development of active areas of rural green tourism. The area is full of attractions, including the Grand and Small canyons of the Crimea, cave towns, «sphinxes» of the Karalez valley and many others. The woods of the area are potentially suitable for the organization of walking. Bakhchisarai district specializes in horticulture and viticulture, which allows you to diversify the services of the agricultural component of the rural green tourism.

The largest centres of the rural green tourism in Bakhchisaraysky district are the village Mnohorechye and Sokolinoye. Prices of accommodation in Bakhchisarai region vary widely, varying tenfold depending on the season, type of accommodation and other factors. Average prices for accommodation in a double room in the «season» exceed 2500 rubles per day.

A specific trend in the organization of rural green tourism in the mountainous zone of Crimea is that summer is not a «high season», at this time come mainly only on weekends. This is due to the fact that most tourists in the summer in the Crimea prefer to rest by the sea. When it is sufficiently cooled, go to rest in the mountains.

As a result of the survey it was found out that the regional structure of vacationers in rural estates of Bakhchisarai district is consistent with the General Crimean trend of the predominance of tourists from the main tourist flow generating center of the Russian Federation – Moscow and the Moscow region. In second place Crimeans, which is determined by availability.

Given the results of the SWOT analysis were given guidelines for uniform certification of rural estates and guest houses; development of activities for increasing the length of stay of tourists; event for professionals in the rural green tourism; the development of pilot projects in the rural green tourism; the centralization of the system of reserving seats.

In the Strategy of socio-economic development of Bakhchisarai region for the period up to 2030, a separate sub-section is devoted to the development of Bakhchisarai region as a tourist center. The tourist flow to the Bakhchisarai district is planned to be doubled by 2030, largely due to the development of rural green tourism.

Key words: rural green tourism, agrotourism, rural estate, territorial system, Bakhchisarai district.

References

1. Bugaev T. G. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya zelyonogo turizma v Krymu (Current state and prospects of green tourism development in Crimea). Tavrisheskie studii. Seriya: iskusstvovedenie, 2016, no 8 (22), pp. 121-126 (in Russian).
2. Denisenko V. V. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya agroturizma v Krymu (Current state and prospects of agro-tourism development in Crimea). Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo, 2011, Vol. 24 (63), no 1, pp. 173-185 (in Russian).
3. Domozhilkina ZH.V., Halilova M.N. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya agroturizma v Belogorskom rajone Respubliki Krym (Current state and prospects of development of agro-tourism in the

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ЗЕЛЕННОГО ТУРИЗМА В БАХЧИСАРАЙСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

- Belogorsky district of the Republic of Crimea). *Ekonomika i predprinimatelstvo*, 2017, no 4, pp. 340-346 (in Russian).
- Chernavaya A. L. Analiz sovremennoy sostoyaniya sel'skogo zelenogo turizma v AR Krym (Analysis of the current state of rural green tourism in the Autonomous Republic of Crimea). *Ekonomichnij visnik Donbasu*, 2012, no 1 (27), pp. 63-66 (in Russian).
 - Gurov S.A. Razvitiye ehkologicheskogo turizma v Rossii kak faktor dinamiki rekreacionnoj nagruzki (Development of ecological tourism in Russia as a factor of recreational load dynamics). *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya*, 2017, Vol.3 (69), no 3.1, pp. 33 – 42 (in Russian).
 - Gurov S.A. Territorialnaya rekreacionnaya sistema sel'skogo zelenogo turizma (Territorial recreational system of rural green tourism). *Sotsialno-ehkonomicheskaya geografiya. Vestnik Associatsii rossijskikh geografov-obshchestvovedov*, 2018, no 7, pp. 207-217 (in Russian).
 - Federal'naya celovaya programma «Sotsialno-ehkonomicheskoe razvitiye Respubliki Krym i g. Sevastopolya do 2020 goda» (Federal target program «Socio-economic development of the Republic of Crimea and Sevastopol until 2020») [Electronic resource]. URL: <http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2015/429> (in Russian).
 - Turistsko-rekreacionnyj resursnyj potencial Respubliki Krym i g. Sevastopol (Tourist and recreational resource potential of the Republic of Crimea and Sevastopol) / under the editorship of I.M. Yakovenko. Simferopol: «Ariala», 2015, 408 p. (in Russian).
 - Turistsko-rekreacionnye pasporta gorodskih okrugov i rajonov Respubliki Krym i goroda Sevastopol (Tourist and recreational passports of city districts and districts of the Republic of Crimea and the city of Sevastopol) / under the editorship of I.M. Yakovenko. Simferopol: «Ariala», 2017, 286 p. (in Russian).
 - Gurov S.A., Gavrilenko V.V. Territorial'naya struktura seti kollektivnykh sredstv razmeshcheniya v Krymu (Territorial structure of the network of collective accommodation facilities in Crimea), *Molodaya Nauka. Sbornik nauchnykh trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii dlya studentov i molodykh uchenykh. Nauchnyj redaktor N.G. Goncharova. Simferopol: IT «ARIAL», 2017, pp. 148 – 149 (in Russian).*
 - Gurov S.A. Socionika kak instrument podbora kadrov v turistskoj otrasli (Socionics as a tool of recruitment in the tourism industry). *Prioritetnye napravleniya i problemy razvitiya vnutrennego i mezhdunarodnogo turizma v Rossii. Materialy I Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchnoj konferentsii*, 2018, pp. 119 – 122 (in Russian).
 - Gurov S.A., Alekseenko M.A. Socionicheskij podhod v biznese (Socionic approach in business). *Biznes i dizajn revyu*, 2018, no 4 (12), pp. 2 (in Russian).
 - Gurov S.A. Metodicheskie aspekty opredeleniya dopustimyykh rekreacionnykh nagruzok s pomoshch'yu geoinformatsionnykh sistem (na primere krymskogo srednegor'ya) (Methodological aspects of determining the permissible recreational loads with the help of geographic information systems (on the example of the Crimean Midlands). *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya, Simferopol*, 2017, Vol.3 (69), no 3.2, pp. 49 – 57 (in Russian).
 - Gurov S.A. Metodiki formalizatsii v opredelenii fakticheskikh rekreacionnykh nagruzok (Techniques of formalization in defining the actual recreational load). *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Teoriya i praktika sovremennykh geograficheskikh issledovaniy», posvyashchennoj 220-letiyu vydavushchegosya russkogo moreplavatelya, geografa, vicepredsedatelya Russkogo geograficheskogo obshchestva F.P. Litke v ramkah XIII Bol'shogo geograficheskogo festivalya. SPb: Svoe izdatel'stvo, 2017, pp. 950 – 953 (in Russian).*
 - Strategiya sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Bahchisarajskogo rajona na period do 2030 goda – Bahchisaraj (Strategy of social and economic development of Bakhchisarai region for the period up to 2030), 2016, 117 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 24.11.2019

УДК 911.3:63 (571.13/.55)

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СИБИРИ КАК РЕСУРС ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Дец И. А.

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Российская Федерация
E-mail: igordets@ya.ru*

В рамках проведённого исследования проанализирована динамика показателей отдельных отраслей сельского хозяйства в 2005–2017 гг. на различных уровнях: общероссийском, федеральных округов, а также регионов Сибирского федерального округа. Важное место в статье занимает представленная территориальная структура крупнейших предприятий АПК Сибири.

Ключевые слова: сельское хозяйство, сельскохозяйственные культуры, животноводство, агропромышленные холдинги, Сибирский федеральный округ.

ВВЕДЕНИЕ

Введённые российским правительством в 2014 г. в ответ на экономические ограничения США, ЕС и некоторых других стран «антисанкции» затронули в первую очередь импорт продовольственных товаров. Возникший дефицит по ряду товарных позиций привёл к значительному удорожанию многих продуктов питания, тем не менее запрещённые к ввозу импортные продукты были постепенно замещены российскими производителями и иностранными импортёрами из стран, не вводивших антироссийских экономических мер. Одновременно были организованы разнообразные государственные меры поддержки развития российского АПК, при этом продолжающаяся по настоящее время политика в качестве одной из основных целей декларирует максимальное импортозамещение, т.е. постепенный отказ от ввоза сельскохозяйственной продукции, производство которой может успешно осуществляться на территории России.

Принятые государством меры привели к росту показателей АПК, который ещё в 2017 оценивался в 20,7% за 5 лет, однако позже был приведён в соответствие с результатами Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года и составил только 8,7% за тот же период [1]. Тем не менее сельское хозяйство стало одной из немногих отраслей, демонстрирующих заметный рост основных производственных показателей. Обеспеченность по ряду сельскохозяйственных продуктов удалось довести до максимальной, а некоторые продукты стали постепенно занимать заметную долю российского экспорта [2]. Так по данным Федеральной таможенной службы за 2018 год, экспорт сельхозпродукции (включая морепродукты) в 2018 г. составил 16,73 млрд \$ США (около 4% от всего экспорта РФ) и вырос более чем на 30% по сравнению с 2017 годом. Основными экспортными товарами стали: пшеница (8,432 млрд \$), мороженая рыба (2,569 млрд), ракообразные (1,185 млрд), ячмень (1,024 млрд), кукуруза (0,854 млрд), рыбное филе (0,384 млрд), зернобобовые (0,325 млрд), соя (0,293 млрд), мясо и субпродукты птицы (0,191 млрд), рапс (0,188 млрд). При этом поставки готового продовольствия за рубеж в 2018 году составили около 6,45 млрд \$ (годовой рост около 2%), а основными

товарами стали: подсолнечное масло (1,602 млрд \$), шоколадные изделия (0,632 млрд), соевое масло (0,406 млрд), разные мучные изделия, преимущественно кондитерские (0,369 млрд), рапсовое масло (0,361 млрд), маргарин (0,188 млрд), сахар (0,178 млрд), сахаристые кондитерские изделия (0,170 млрд), крепкие спиртные напитки (0,163 млрд), концентраты кофе и чая (0,156 млрд), пиво (0,151 млрд), безалкогольные напитки (0,150 млрд), соусы и приправы (0,135 млрд).

Очевидно, что ограничения внутреннего спроса, обусловленные в том числе продолжающимся более 5 лет подряд сокращением реальных доходов населения, не позволяют сельхозпроизводителям рассчитывать в дальнейшем на значительные показатели роста выпуска продукции без ориентации на внешние рынки. Российское правительство также полагается на заметный рост поставок продукции АПК за рубеж: утверждён приоритетный проект «Экспорт продукции АПК», включающего кроме прочего поддержку объединений сельхозпроизводителей и создание логистических центров поддержки экспорта. Однако продолжающиеся длительное время переговоры по открытию рынков зарубежных стран для российских сельскохозяйственных производителей свидетельствуют о неоднозначных перспективах экспортных поставок.

Пространственная динамика развития отраслей АПК также показывает противоречивые результаты: общие позитивные тенденции последних лет не всегда получают повсеместное распространение на региональном уровне. Может ли планомерное развитие АПК одновременно послужить целям территориального развития в регионах Сибири?

1. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛЕЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На регионы Сибирского федерального округа в границах до 3 ноября 2018 года (далее — СФО или Сибирь) приходилось 11,3% производимой российским АПК продукции [3], тем не менее некоторые регионы округа являются важными частями зернового пояса России, вносят заметный вклад в производство продукции сельского хозяйства (в первую очередь, Алтайский край, занимающий 8 место в РФ по урожаю зерновых, а также Омская и Новосибирская области).

Общероссийской тенденцией в последние годы стало общее наращивание *посевных площадей* сельскохозяйственных культур: с 2005 по 2017 посевные площади в России увеличились на 5,5% с 75 837 тыс. га до 80 048,5 тыс. га. Рост посевных площадей наблюдался практически во всех федеральных округах: Центральном (11,0%), Южном (12,8%), Северо-Кавказском (14,3%), Приволжском (1,7%), Уральском (3,2%) и Дальневосточном (73,0%). В то же время сокращение показали Северо-Западный (23,7%) и Сибирский (1,9%), что привело к тому, что доля Сибири от всех посевных площадей сократилась с 20,1% до 18,7%, а СФО перестал занимать второе место за Приволжским федеральным округом по площади посевных площадей, пропустив вперёд Центральный федеральный округ. В Сибири в рассматриваемый период посевные площади приросли только в четырёх регионах, два из которых (республики Алтай и Хакасия) имеют относительно небольшие обрабатываемые территории (111 и 233 тыс. га соответственно), тогда как к

основным сельскохозяйственным регионам относятся только Омская область и Алтайский край (рост на 3,2% и 4,0%). Наиболее резкое снижение показателя произошло в Республике Бурятия и Забайкальском крае (36,2% и 37,4%), достаточно высоким было сокращение и в Республике Тыве (15,8%), и в Кемеровской области (13,3%). Томская и Новосибирская области сократили площади на 8,8% и 6,2%, а наименьшее сокращение показали Красноярский край (6,3%) и Иркутская область (4,9%).

1.1. Зерновые и зернобобовые культуры

Несколько другая картина складывается при рассмотрении пространственной динамики изменения посевных площадей зерновых и зернобобовых культур. По России в целом площади под посевами данных культур стали занимать на 9,4% больше территорий, выросли площади в Южном (30,6%), Северо-Кавказском (24,5%), Центральном (23,4%), Северо-Западном (12,3%), Уральском (10,0%) и Дальневосточном (3,5%) федеральных округах. Сокращение площадей под зерновыми и зернобобовыми культурами произошли только в двух округах: Приволжском (-2,8%) и Сибирском (-1,6%), которые тем не менее продолжили занимать лидирующие позиции по абсолютному показателю (13 096 тыс. га и 10 064 тыс. га соответственно). В разрезе субъектов РФ ситуация также несколько отличается от предыдущего показателя: хотя в Иркутской области и Красноярском крае произошло общее сокращение посевных площадей, площади под зерновыми и зернобобовыми культурами увеличились на 0,2% и 4,9% соответственно, увеличились площади под посевами зерновых на 3–4% и в основных аграрных регионах Сибири (Алтайский край, Омская область).

Валовой сбор зерна рос значительно большими темпами, чем посевные площади: на 75,3% вырос данный показатель в 2017 по сравнению с 2005 г. Безусловно, динамика валового сбора отличается значительной волатильностью, связанной с крайне изменчивыми от сезона к сезону погодными условиями. Тем не менее общий тренд на увеличение урожая зерна остаётся стабильным, а валовый сбор не опускается ниже показателя в 100 млн тонн с 2014 г. Среди федеральных округов первенство заполучил Южный (увеличение валового сбора на 90,4%), второе место занял Центральный (рост в 2,18 раза), а в Приволжском рост на 59,7% оказался недостаточно высоким — с первого места округ переместился на третье. В Сибири урожай 2017 г. превысил показатель 2005 на 35%, таким образом регион продолжает удерживать 4 место в стране по валовому сбору, однако рост урожая в Северо-Кавказском округе на 68,7% привёл к тому, что его отставание от Сибири значительно сократилось.

Показатель урожая зерновых имел противоположную динамику в разных субъектах федерации СФО. При общем росте валового сбора зерна в части регионов происходил обратный процесс: сокращение ежегодного урожая более чем на 60% отмечено статистикой в республиках Алтай, Тыва и Забайкальском крае, в Бурятии сокращение превысило 50%. Большая часть из указанных регионов и ранее не относилась к основным растениеводческим районам, однако Забайкальский край в 2005 г. собирал 2,5% от всего сибирского урожая зерна (доля в 2017 — 0,7%). Практически такую же долю сибирского зерна собрали в 2017 г. в Республике

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СИБИРИ КАК РЕСУРС РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Хакасии, где валовой сбор напротив увеличился в 2,7 раза с 2005 г. Среди субъектов с положительной динамикой значительно усилил свои позиции Алтайский край: в 2005 г. валовой сбор зерна в крае опережал показатель Омской области только на 100 тыс. т, однако к концу рассматриваемого периода превышение составило уже 1,5 млн т (рост в крае на 68,5%, в области — на 21,6%). Рост более чем на 57% был также зафиксирован в Новосибирской области, остальные регионы имели более слабые показатели. Стоит отметить, что при незначительном увеличении площадей под зерновыми и зернобобовыми культурами, наблюдался рост урожая в Иркутской области (34,7%) и Красноярском крае (20,9%). При этом практически не увеличился валовой сбор в Кемеровской области (рост на 3,5%), что привело к сокращению доли региона с 9% до 6,8% от всего сибирского урожая.

Столь значительный рост валового сбора урожая при несопоставимом увеличении посевных площадей был обеспечен общим увеличением урожайности зерновых и зернобобовых культур, которая составила 29,2 центнера с га в 2017 г. при 18,5 в 2005 г. (рост на 57,8%). Наибольшего роста удалось достичь сельхозпроизводителям Дальнего Востока (на 83,7%), что тем не менее обеспечило округу только 6 место (23,7 ц/га). Первые 3 места с очень близкими показателями (от 40 до 41,9 ц/га) заняли округа с наиболее благоприятными климатическими условиями: Северо-Кавказский, Южный и Центральный. Данный порядок не изменился с 2005 г., однако существенная разница в урожайности была преодолена за счёт неравномерных темпов её изменения: рост на 34,3%, 44,5% и 77,0% соответственно. Темпы роста урожайности ни в одном из округов не опустились ниже 26,3% (минимальный показатель Уральского федерального округа), а в Приволжском составили более 61%, поэтому рост урожайности на 37,8% в Сибири никак не повлиял на изменение её позиции в сравнении с другими округами — последнее место с 16,4 ц/га. Важной особенностью Сибири является отставание важнейшего аграрного региона — Алтайского края. Урожайность в 14,1 ц/га только восьмая в СФО: впереди Красноярский край и Иркутская область (по 20,4 ц/га), а также другие субъекты, включая Томскую область (19,5 ц/га).

Передовые позиции регионов с менее благоприятным для сельского хозяйства климатом во многом объясняются интенсивностью *внесения удобрений*. Если органических удобрений в России в целом стали вносить на 66,7% больше, то минеральных удобрений в 2,2 раза. При этом внесение органических удобрений в некоторых федеральных округах росло незначительными темпами, а в Южном даже снижалось на 23,3% (при максимальном приросте в 2,5 раза в Центральном, а также приросте в 2 раза в Северо-Западном округе, лидирующем по данному показателю). Внесение минеральных удобрений показало однонаправленную динамику по всем округам при значительной разнице в абсолютных показателях. Первое место по количеству внесённых минеральных удобрений в 2017 г. занял Центральный федеральный округ, где данный показатель приблизился к центнеру на гектар (рост с 2005 г. в 2,6 раза). Второе и третье места заняли Северо-Кавказский и Южный округа, чьи темпы роста оказались несколько ниже. Меньше среднероссийского уровня внесение удобрений оказалось во всех остальных округах, при этом Сибирь оказалась в конце данного списка. Рост внесения удобрений в 2,35 раза в СФО был

выше, чем в некоторых других округах, но показатель 2017 г. в 15,3 кг питательных веществ на гектар остаётся крайне низким. Важно отметить, что сельхозпроизводители основных аграрных регионов Сибири (Алтайский край, Омская и Новосибирская области) вносят ещё меньшее количество удобрений, а относительно высокая для Сибири урожайность зерновых и зернобобовых в Красноярском крае и Иркутской области неразрывно связана с количеством внесённых удобрений (36,2 и 26,3 кг/га).

1.2. Семена подсолнечника

Разнонаправленная динамика фиксируется в посевных площадях подсолнечника, масло которого, как упоминалось ранее, стало одним из лидеров экспорта российского готового продовольствия. В России площади посевов данной культуры выросли с 2005 г. на 43,5% при резком сокращении посевов в ранее лидировавшем Южном федеральном округе (23,9%), занимающим в настоящее время второе место за Приволжским округом (рост в 2,4 раза). Высокие темпы роста посевных площадей были также зафиксированы в Центральном (в 1,73 раза, на 3 месте), Уральском (в 4,42 раза при невысоких изначальных показателях) и Северо-Кавказском (23,6%) федеральных округах. Рост в 1,56 раза продемонстрировали регионы Сибири, среди которых доминирующее положение занимает Алтайский край (89,0% от площадей подсолнечника в СФО).

Рост урожая превысил увеличение посевных площадей и в общероссийских масштабах составил 62%. Одновременно в Южном федеральном округе вместе с сокращением площадей произошло и сокращение валового сбора семян подсолнечника, но в меньших масштабах (на 7,4%). Все остальные округа продемонстрировали рост урожая: от 47% (Северо-Кавказский) до роста в 5,63 раза (Уральский). Рост в Сибири в 3,1 раза практически полностью был обеспечен Алтайским краем (9 место в России по урожаю), где темпы были ещё более высокими — 352%.

Тем не менее урожайность подсолнечника в Сибири (практически равнозначна показателю Алтайского края — 10,4 ц/га) оставалась невысокой относительно среднероссийского показателя в 14,5 ц/га, ниже СФО урожайность была только в Уральском федеральном округе (9,7 ц /га). Однако самые высокие темпы роста урожайности (94,3%) в Сибири, значительно превышающие показатели других округов (среднероссийский — 21,8%) в перспективе могут вывести Сибирь с позиции отстающих регионов.

13 Картофель

Постепенное снижение роли личных подсобных хозяйств в возделывании картофеля выразилось в общероссийском снижении посевных площадей, которое за рассматриваемый период составило 40,8% и происходило схожими темпами во всех федеральных округах. Самые высокие темпы сокращения посевных площадей были зафиксированы в Северо-Западном (46,3%) и Приволжском (45,4%) федеральных округах. Однако темпы в Южном (42,3%), Сибирском (41,8%) и Дальневосточном (40,8%) округах также были выше среднероссийских, только в Уральском (31,4%) и Северо-Кавказском (30,8%) они оказались ниже трети. При равнозначных темпах снижения посевных площадей доля Сибири изменилась незначительно — 16,6 %

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СИБИРИ КАК РЕСУРС РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

(снижение на 0,3%) от общероссийских 1,35 млн га. Позиции регионов Сибири относительно друг друга также мало изменились: регионы потеряли сопоставимые площади посевов картофеля.

За счёт сокращения площадей в малопродуктивных хозяйствах общее снижение валового сбора картофеля в России оказалось меньше и составило 22,8%. Только одном округе — Южном — валовой сбор картофеля вырос (0,9%), относительно небольшим сокращение урожая было в Северо-Кавказском (4,9%) и Центральном (6,6%), тогда как во всех остальных сокращение урожая составило более 30%, а в Северо-Западном – 45,6%. Сокращение урожая картофеля в Сибири (32,5%) оказалось больше среднероссийского однако значительнее всего оно оказалось в лидировавших регионах (45% в Красноярском крае, 39,2% в Омской области и 36,7% в Алтайском крае), только в Забайкальском крае был отмечен рост урожая картофеля (14,4%).

Картофель один из немногих среди прочих сельскохозяйственных культур в Сибири, имеющий в лидерах производства (на человека) не относящиеся к аграрным регионы (рис. 1):

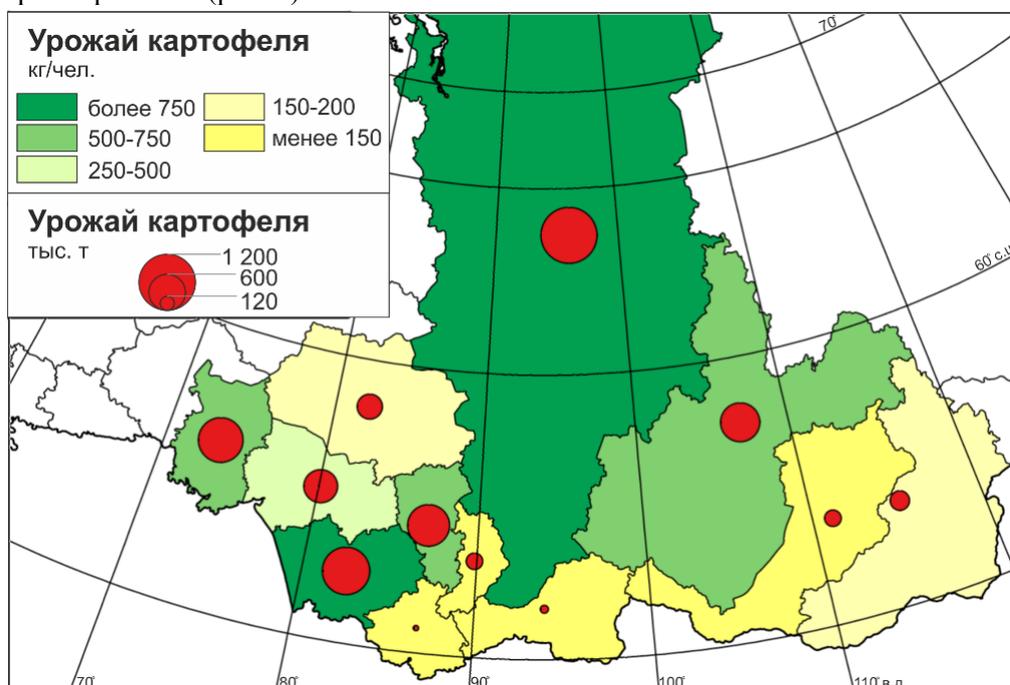


Рис. 1. Урожай картофеля и урожай картофеля на человека в регионах СФО (2017 г.).

Красноярский край наряду с Кемеровской, Иркутской и Омской областями отличаются более высокими показателями. Одновременно к регионам юга Сибири, в целом не отличающихся развитым растениеводством, с невысокими показателями также примкнули Томская и отчасти Новосибирская области.

Урожайность картофеля между федеральными округами отличается не столь кардинально, при этом ежегодная изменчивость показателя внутри региона сравнима с межрегиональной, что не позволяет в полной мере анализировать имеющиеся пространственные особенности.

1.4. Овощи

Одной из целей провозглашённой правительством политики импортозамещения в сельском хозяйстве стало увеличение собственного производства овощей, однако основной акцент в развитии данной отрасли был сделан на возделывание овощей в закрытом грунте. В результате в рассматриваемый период общие посевные площади овощей сокращались — в целом по России на 17,7%. Исключением стали территории с наиболее благоприятным для овощеводства климатом: в лидирующем по общим площадям Южном федеральном округе рост составил 1,4%, а в находящемся на 4 месте Северо-Кавказском — 6,2%. Среди остальных округов максимальное снижение зафиксировано в Уральском (44,8%), а минимальное в Центральном (21,3%). В Сибири снижение было одним из самых значительных (44,8%) при достаточно равномерных темпах сокращения во всех субъектах.

Валовой сбор овощей с 2005 по 2017 г. в России увеличился на 20,4%, при разнонаправленной динамике в федеральных округах. Основные вложения в новые тепличные комплексы пришлись на Южный и Северо-Кавказский округа, что и позволило им нарастить урожай в 2,2 раза и на 84,7% соответственно. В результате Южный стал первым (с 3-го места в 2005 г.), а Северо-Кавказский — третьим (с 5-го в 2005 г.) среди федеральных округов в 2017 г. Ранее лидировавший Приволжский округ показал минимальный рост урожая на 2,9%, а в остальных округах валовой сбор овощей сократился за рассматриваемый период (от 3,0% в Центральном до 34,1% в Сибирском). Ни один субъект в Сибири не нарастил производство овощей, однако за счёт более медленных темпов сокращения урожая Алтайский край занял лидерскую позицию опередив Красноярский край и Омскую область. Тем не менее абсолютные цифры валового сбора в Сибири так же, как и относительные показатели урожая овощей на душу населения, распределяются более равномерно (рис. 2).

В целом в России урожайность овощей заметно увеличилась (на 41,7%), однако темпы изменения показателя отличались существенно. В 2005 г. наибольшая урожайность с гектара фиксировалась в Северо-Западном, Сибирском и Уральском федеральных округах. К 2017 г. только Урал сохранил своё 3 место (с ростом урожайности на 23,2%), а Сибирь и Северо-Запад показали самые низкие темпы роста урожайности (на 7,1 и 8,7%). Более всего увеличилась урожайность в округах, привлекательных для инвестиций в отрасль: в Северо-Кавказском на 80,5%, а в Южном в 2,12 раза.

Среди регионов Сибири урожайность сократилась только Красноярском крае и Новосибирской области, что привело к смене лидера урожайности на Томскую область (302 ц/га, рост на 10,6%). Также только Республика Тыва и Забайкальский край имеют значительно отстающие от среднесибирских показатели урожайности (109 и 135 ц/га).

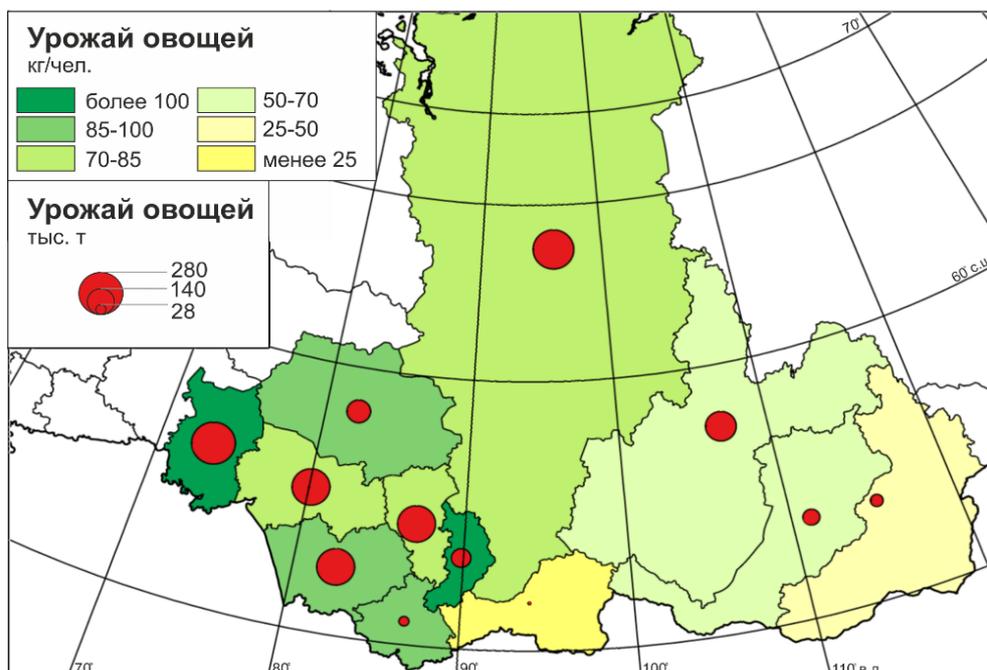


Рис. 2. Урожай овощей и урожай овощей на человека в регионах СФО (2017 г.).

1.5. Крупный рогатый скот

Продолжающееся многие годы сокращение поголовья крупного рогатого скота в России пока не удалось остановить государственными мерами поддержки сельского хозяйства. С 2005 по 2017 г. общее стадо сократилось на 13,4%. Среди федеральных округов первенство удерживает Приволжский, однако сокращение поголовья здесь идёт ещё более высокими темпами (–23,5%). Второе место занимает Сибирь, где зарегистрирована пятая часть поголовья России, а численность крупного рогатого скота сократилась меньше (–11,8%). Прирост поголовья был отмечен только в Южном (13,0%) и Северо-Кавказском (12,2%) федеральных округах, занимающих в настоящее время 4 и 5 место по данному показателю.

В Сибири животноводство получило развитие в традиционных для данной отрасли регионах: рост поголовья был отмечен в республиках Алтай и Тыва (по 76,0%), Хакасии (26,0%), Бурятии (5,4%), а также в Забайкальском крае (11,6%). Как результат — рост доли данных регионов в сибирском стаде с 24,9% в 2005 до 35,4% в 2017 г. Данный рост обеспечен и одновременным сокращением доли остальных регионов — в Алтайском крае, обладающим максимальным в Сибири поголовьем крупного рогатого скота (19,2% от Сибири), стадо сократилась на 15,4%.

1.6. Свины

Свиноводство одна из самых успешных отраслей, интенсивно развивающаяся в России с последние годы. Рост поголовья в стране превысил 67,1% с 2005 года.

Развитие отрасли произошло взрывными темпами и затронуло прежде всего регионы Центрального федерального округа, который ещё в 2005 г. занимал третье место с долей 19,2% от поголовья свиней в РФ. К 2017 рост поголовья в округе в 4,33 раза вывел его на первое место с долей в 49,1% от всего российского. Сравнимые темпы роста (однако не сопоставимые в абсолютных цифрах) показал только Северо-Западный округ (в 3,74 раза), достаточно высокие темпы наблюдались также в Уральском (96,8%) и Дальневосточном округах (72,7%). На данном фоне показатели роста, демонстрируемые Сибирью (9,6%), выглядят не столь впечатляюще, а доля СФО в российском поголовье сокращается с 18,2 до 11,9%. Важная тенденция для России — сокращение поголовья свиней в Приволжском (6,2%), Северо-Кавказском (23,5%) и Южном (52,0%) федеральных округах. Последний переместился со второго на шестое место в России.

Отрасль развивалась неравномерно в регионах Сибири. Омская область и Алтайский край сократили поголовье (на 11,6 и 16,1% соответственно) пропустили в лидеры Красноярский край (рост на 33,6%), сосредоточивший 19,2% поголовья свиней Сибири. Республики с невысокой численностью поголовья продемонстрировала его дальнейшее сокращение (Алтай, Тыва), в Забайкальском крае, Хакасии и Иркутской области поголовье свиней практически не изменилось, а в Бурятии, Новосибирской и Томской областях и, напротив, зарегистрирован значительный прирост его численности (60,0, 54,4 и 30,5% соответственно).

1.7. Молоко

Если производство мяса скота и птицы с 2005 года удалось нарастить более, чем в 2 раза (рост отмечался во всех федеральных округах), то в молочной отрасли России схожих достижений отслезено не было. Производство молока в стране сократилось на 2,8% и было зафиксировано в большинстве федеральных округов. Рост в Южном (20,5%) и Северо-Кавказском (46,6%) позволил в некоторой степени компенсировать сокращение в лидирующих округах: Приволжском (6,4%), Центральном (14,2%) и Сибирском (10,7%).

В Сибири четверть производства молока приходится на Алтайский край, где сокращение было несколько ниже (9,4%). Незначительно изменился объём производства молока в Красноярском крае, сравнительно небольшое падение было зафиксировано в Иркутской области (6,3%), тогда как многие области с высокой долей производства продемонстрировали ещё более заметное падение: Новосибирская (14,2%), Томская (15,7%), Кемеровская (20,0%), Омская (20,7%). Производство молока на душу населения также было заметно поляризовано (рис. 3).

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СИБИРИ КАК РЕСУРС РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

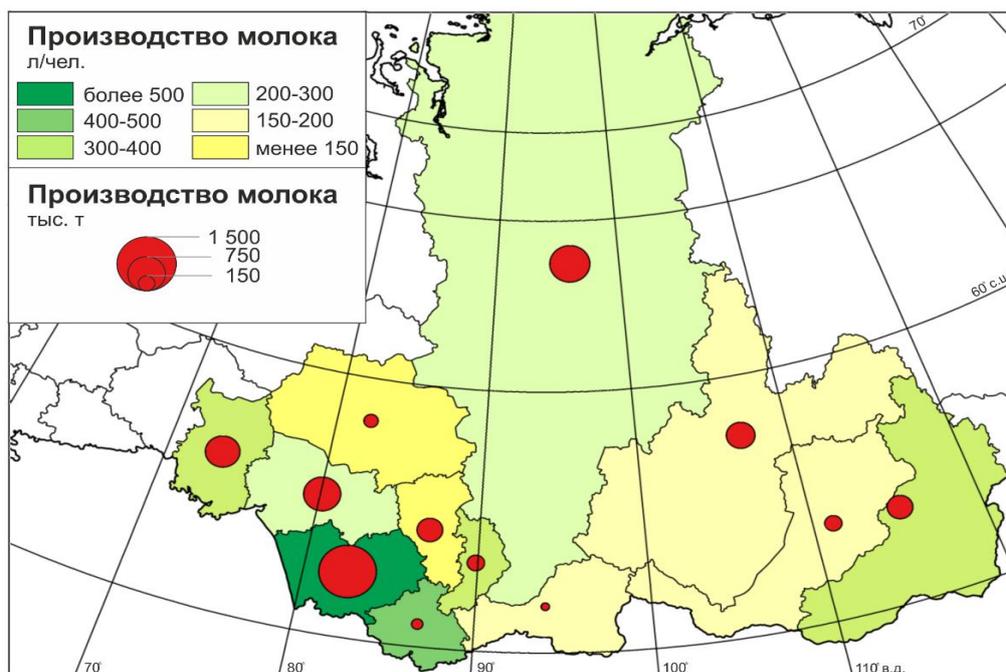


Рис. 3. Производство молока и производство молока на человека в регионах СФО (2017 г.).

2. ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ КРУПНЕЙШИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК В СИБИРИ

Процесс трансформации отраслей сельского хозяйства, широко развернувшийся в последние годы в России, имеет чётко выраженные территориальные особенности. Вновь создаваемые предприятия АПК, а также реконструкция прежних мощностей проводятся частными предприятиями, эффективность и конкурентоспособность для которых является основными требованиями при осуществлении деятельности. Очевидно, что для большинства отраслей сельского хозяйства наибольшее влияние на эффективность оказывает климатический фактор, что приводит к постепенному смещению основных ареалов производства сельскохозяйственной продукции в наиболее благоприятные в климатическом отношении регионы — как в масштабах России, так и в Сибири.

Одновременно продолжается процесс уменьшения роли личных хозяйств населения в производстве продовольствия, увеличивается интенсивность ведения сельского хозяйства, что приводит к сокращению многих абсолютных показателей, таких как общее количество посевных площадей, поголовье скота, производство молока и т.д. За счёт увеличения доли эффективных предприятий, проводящих мероприятия по обогащению почв, улучшению качественных характеристик скота, урожайность и показатели производства на голову скота и птицы возрастают, но только на территориях, где такие эффективные предприятия начинают или

продолжают свою работу. Для Сибири это означает постепенное угасание растениеводства в менее благоприятных в климатическом отношении регионах, где оно существовало в советской период времени в основном благодаря плановому характеру экономики.

Учитывая существующие условия, а также процесс общей депопуляции на обширных пространствах Сибири, в среднесрочной перспективе можно ожидать дальнейшей концентрации сельскохозяйственного производства в южных районах Западной Сибири при сохранении роли традиционного животноводства на севере и в горных территориях (рис. 4). На отрасли АПК, ориентирующиеся на потребителя (птицеводство, производство молочной продукции и др.), как мы видим на примере Иркутской области и Бурятии, весомое значение оказывает процесс концентрации производства. Начавшись около крупнейших городов (в данном примере Иркутска) он привёл к постепенной экспансии наиболее эффективных производителей за пределы регионов своего происхождения. Тогда как размеры собственного потребления в Бурятии не позволили сформироваться (или продолжить функционирование) самостоятельным крупнейшим переработчикам сельскохозяйственной продукции. Транспортный фактор, ограничивающий развитие АПК, а также влияющий на монополизацию локальных рынков, наименьшее значение оказывает в Западной Сибири, где сеть населённых пунктов и транспортных путей развита более равномерно.

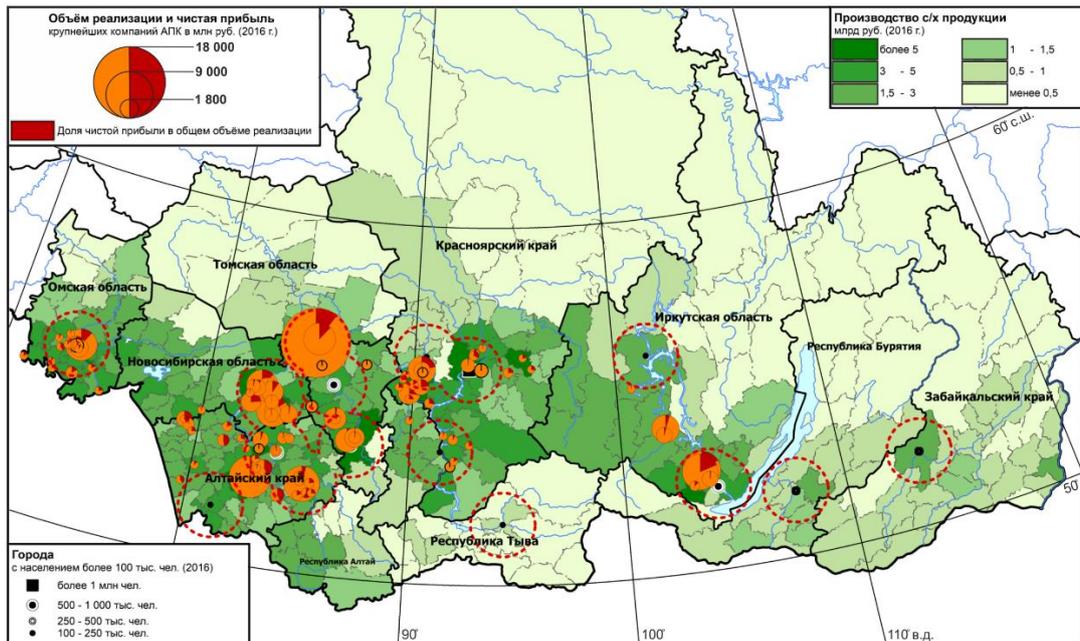


Рис. 4. Производство с/х продукции по муниципальным районам СФО и объём реализации и чистая прибыль крупнейших компаний АПК (2016 г.).

Прим.: пунктиром обозначены территории в 100 км радиусе от крупных городов.

Действующие факторы обусловили преобладание крупнейших производителей в производстве сельскохозяйственной продукции в Сибири. Исключением из данного правила в настоящее время является только Алтайский край, где до настоящего времени сохранилось не только сравнительно большое количество независимых компаний АПК, но и наблюдается их максимальная территориальная рассредоточенность.

Следует также отметить, что процесс концентрации компаний АПК во многих регионах уже прошёл начальную стадию и характеризуется наличием в каждом регионе не более 3–5 основных агропромышленных холдингов, созданных на основе крупнейших предприятий советского периода. Данные холдинги часто занимают ведущее положение на местном рынке продовольствия, являются основными инвесторами в отрасли сельского хозяйства, в ряде случаев имеют представителей в региональной законодательной и исполнительной власти, что позволяет им также рассчитывать на получение поддержки из регионального бюджета [4,5].

Производители сельскохозяйственной продукции Сибири, в том числе в силу благоприятствующего международной торговле экономико-географического положения, начинают осваивать рынки азиатских стран, поставляя зерно, муку, крупы, хлопья, макароны, растительное масло, а также корма и кормовые добавки [6]. При этом особенности экспортных поставок, осложнённых дополнительными издержками таможенного оформления, а также специфическими требованиями национальных законодательств, создают препятствия для малых и средних производителей сельскохозяйственной продукции. В сложившейся ситуации крупные консолидированные агропромышленные холдинги, имея в своём распоряжении достаточные оборотные средства и доступ к банковскому кредитованию, также получают дополнительное преимущество — экспортные поставки могут позволить им расширить свои рынки сбыта. Для средних и мелких производителей главной возможностью для участия в экспорте продовольствия становится формирование новых объединений между производителями. Так зерноперерабатывающие предприятия Алтайского края — «Грана», «Алейскзернопродукт» и «Мельник» — для выхода на иностранные рынки совместно образовали компанию «Алтайские мельницы». Данный процесс, находящийся в начальной стадии, в перспективе способен привести к формированию крупнейших компаний-экспортёров сельскохозяйственной продукции, что делает особенно важным пространственный анализ размещения крупнейших предприятий АПК в настоящее время [7].

ВЫВОДЫ

Агропромышленный комплекс России в последние годы получил значительную поддержку от государства, которая позволила отрасли развиваться ускоренными относительно остальной экономики темпами. Российские производители постепенно смогли обеспечить внутренний рынок собственной продукцией широкого ассортимента товаров: зерно, подсолнечное масло, мясо птицы и куриное

яйцо, мясо свиней и т.д. [8]. Постепенно растёт и производство российских овощей. Однако сокращающиеся уже пять лет подряд реальные доходы населения достаточно быстро стали преградой для дальнейшего увеличения выпуска продукции сельского хозяйства — российский потребитель не в состоянии наращивать свои продовольственные траты. В такой ситуации внутренний ресурс высоких темпов роста в сельском хозяйстве очень быстро оказался практически исчерпан [9].

Логичным продолжением политики импортозамещения стала государственная поддержка агропромышленного экспорта, доходы от которого по результатам 2017 г. впервые за многие годы превысили доходы от экспорта продукции военно-промышленного комплекса. Правительство ставит своей целью рост экспорта АПК до 45 млрд долларов к 2024 г. (в 2018 — около 26 млрд долларов), планируя продвигать российское продовольствие в том числе через атташе по вопросам сельского хозяйства при российских дипломатических представительствах. Однако российская продукция выходит на высококонкурентный мировой продовольственный рынок в период всё более частого применения межгосударственных экономических санкций, способных кардинально изменить обстановку в худшую для российских экспортёров сторону. Не способствуют росту экспорта АПК и сложные условия доступа на внутренние рынки продовольствия многих стран, такие крупные потребители продовольствия, как Китай и другие азиатские страны не согласовывают импортные квоты без длительных переговоров.

Важно отметить, что основная масса российского сельскохозяйственного экспорта поставляется в практически необработанном виде, т.е. фактически представляет собой продовольственное сырьё. России ещё понадобится приложить дополнительные усилия, чтобы получить возможность массового экспорта готового продовольствия, обеспечивающего дополнительную добавленную стоимость для российского производителя. Неоднозначно сказываются описанные процессы на территориальном развитии. Модернизация целых отраслей сельского хозяйства затрагивает в основном только регионы Центрального, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов, демонстрирующих самые впечатляющие темпы роста большинства показателей. Для остальных регионов изменения оказываются точечными, мало оказывающими влияние на процессы постепенного сворачивания сельскохозяйственного производства на обширных территориях. В Сибири только несколько регионов сохраняют свой сельскохозяйственный потенциал в полной мере (Алтайский край, Новосибирская и Омская области), тогда как в остальных он оказывается представлен несколькими крупными агропромышленными холдингами или вовсе деградирует.

Возможности наращивания сибирского продовольственного экспорта были поддержаны снижением тарифов на железнодорожные перевозки, что оказалось существенной мерой для удалённого от морских портов региона. Однако для производителей Сибири и Дальнего Востока появляются и дополнительные вызовы: китайский бизнес не только наращивает закупки продовольствия, но и активно развивает собственное производство в России. Для китайского бизнеса более выгодным является выстраивание стратегии самостоятельной эксплуатации

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СИБИРИ КАК РЕСУРС РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

российских земель для производства необходимого продовольствия, что может в перспективе отрицательно сказаться не только на экспорте продовольствия российскими компаниями, но и на экологической обстановке на территориях присутствия китайских сельскохозяйственных компаний.

Подводя итог, можно сказать, что для большинства сибирских регионов успехи российского агропромышленного комплекса последних лет не принесли положительных качественных изменений в территориальном развитии — богатые земельные ресурсы обширных территорий могут остаться невостребованными и в будущем. Однако весь агропромышленный комплекс России многие годы также считался малоперспективным, а государство было вынуждено импортировать продовольствие. Пример развития производства зерна и других успешных отраслей сельского хозяйства в последнее десятилетие подтверждает, что разумное управление вполне способно справиться с развитием казавшихся ранее бесперспективными отраслей.

Список литературы

1. Приписки и «рекорды»: сказки о сельском хозяйстве России // АО «Газета.Ру» (1999-2019) — Главные новости дня. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2018/12/20/12101161.shtml?updated> (дата обращения: 20.02.2019).
2. Rada N., Liefert W., Liefert O. Productivity Growth and the Revival of Russian Agriculture // United States Department of Agriculture USDA ERS. 2017. URL: <http://www.ers.usda.gov/publications/> (дата обращения: 15.03.2019).
3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: Стат. сб. // Федеральная служба государственной статистики. 2018. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения: 15.02.2019).
4. Шавша Н.А. Источники инвестиционного обеспечения АПК Сибири // Формирование инфраструктуры развития регионального АПК: Теория и практика. Барнаул: Алтайский дом печати, 2015. С. 343–344.
5. Шавша Н.А. Значение кредитных ресурсов в развитии АПК Сибири // Развитие агропромышленного производства и сельских территорий. Новосибирск: Издательский центр «Золотой колос» Новосибирского государственного аграрного университета, 2016. С. 228–233.
6. Афанасьев Е.В., Рудой Е.В., Стасюлис М.В. Основные приоритеты развития межрегиональных и межгосударственных продовольственных связей регионов Сибири // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2014. Т. 3, № 32. С. 115–119.
7. Петрова И.Ф., Свешникова И.В., Малых Н.И. Прогнозирование развития и размещения зернового хозяйства в стране // Экономика сельского хозяйства России. 2015. Т. 5. С. 68–73.
8. Бессонова Е.В., Утенкова Т.И. Направления развития продуктовых подкомплексов АПК Сибири при решении проблемы импортозамещения // Фундаментальные исследования. 2015. Т. 11, № 4. С. 763–767.
9. Гриценко Г.М. Стратегические приоритеты развития экономики АПК Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017. Т. 4, № 28. С. 269–279.

SIBERIAN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX AS A RESOURCE FOR TERRITORIAL DEVELOPMENT

Dets I. A.

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia
E-mail: igordets@ya.ru*

The measures taken by the Russian government to ban the import of a number of agricultural products from the EU, the USA and other countries have also been accompanied by significant support for the agro-industrial sector in recent years. The so-called policy of import substitution has led to a significant growth of the agricultural sector of the economy in the last 5 years. The main growth took place in the crop sector, slightly lesser success was achieved in animal husbandry. In addition to some general increase in acreage, there was also an increase in the yield of major crops. At the same time, the growth of agricultural production quickly reached the maximum of internal consumption opportunities for a number of products: domestic consumption of wheat, chicken and some other agricultural products has virtually no reserve for growth. In this situation, the government has directed its main efforts to support Russian agricultural exports. Some success in increasing exports has been achieved for a number of products: wheat, frozen fish, crustaceans, barley, corn, fish fillets, legumes, soybeans, as well as sunflower oil, chocolate products, soybean oil and others.

Nevertheless, the general positive trends have a huge spatial differentiation, especially noticeable for Siberia. Features of agricultural development in the Soviet period and obviously unfavorable climatic conditions on most of the territory have become the main factors shaping the opposite trends in many regions of Siberia. At the same time, such regions as Altai territory, Krasnoyarsk, Omsk, Novosibirsk and Irkutsk regions have certain resources to increase agricultural production. In addition to the agglomeration effect, which allows increasing the production of meat and dairy products, as well as a relatively favorable climate (especially in the Altai territory), the relative transport accessibility of large food markets of Asian countries, especially China, can support exports in the future.

However, the difficulties of entering national markets do not allow small and medium-sized agricultural producers to expect easy success in exports. In such circumstances, special preferences are received by large agro-industrial complexes, often based on large agricultural enterprises of the Soviet period. Those agro-industrial holdings, firmly entrenched in local markets, are the main investors in the agricultural sector, in many cases have representatives in the regional legislative and executive authorities, which also allows them to count on receiving support from the regional budgets. As the results of the study show, only agricultural producers of the Altai territory have the opportunity to form independent exports to foreign markets, provided that new associations between small producers are created. This process, which is in its initial stage, in the future can lead to the formation of the largest companies-exporters of agricultural products, which can stop some negative trends in the agro-industrial complex of most Siberian regions.

Keywords: agriculture, agricultural crops, animal husbandry, agro-industrial holdings, Siberian Federal district.

References

1. Pripiski i «rekordy»: skazki o sel'skom hoziaistve Rossii (Postscript and "records": tales of Russian agriculture). JSC "Gazeta.Ru" (1999–2019) — Main news of the day. 2018. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2018/12/20/12101161.shtml?updated> (accessed: 20.02.2019). (in Russian).
2. Rada N., Liefert W., Liefert O. Productivity Growth and the Revival of Russian Agriculture. United States Department of Agriculture USDA ERS. 2017. URL: <http://www.ers.usda.gov/publications/> (accessed: 15.03.2019).

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС СИБИРИ КАК РЕСУРС РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

3. Regiony` Rossii. Sotsial`no-e`konomicheskie pokazateli (Regions of Russia. Socio-economic indicators) 2018: statistical yearbook. Federal state statistics service of Russia. 2018. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (accessed: 15.02.2019). (in Russian).
4. Shavsha N. A. Istochniki investitsionnogo obespecheniia APK Sibiri (Sources of investment support for agribusiness of Siberia). Formation of infrastructure of regional agroindustrial complex development: Theory and practice. Barnaul: Altai`skii` dom pechati (Publ.), 2015, pp. 343–344. (in Russian).
5. Shavsha N. A. Znachenie kreditny`kh resursov v razvitii APK Sibiri (The importance of credit resources in the development of agriculture in Siberia). Development of agricultural production and rural areas. Novosibirsk: Izdatel`skii` centr «Zolotoi` kolos» of Novosibirsk state agrarian University (Publ.), 2016, pp. 228–233. (in Russian).
6. Afanasyev E. V., Rudoy E. V., Stasulis M. V. Osnovny`e priority` razvitiia mezhtse`nykh i mezhgosudarstvenny`kh proizvodstvenny`kh svyazei` regionov Sibiri (Main priorities in the development of interregional and interstate food relations of Siberia's regions). Vestneyk Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2014, vol. 3, no. 32, pp. 115–119. (in Russian).
7. Petrova I. F., Sveshnikova I. V., Malyh N. I. Prognozirovanie razvitiia i razmeshcheniia zernovogo hozia`stva v strane (Forecasting of development and placement of a grain farm in the country). E`konomika sel`skogo hozia`stva Rossii, 2015, vol. 5, pp. 68–73. (in Russian).
8. Bessonova E. V., Utenkova T. I. Napravleniia razvitiia produktovy`kh podkompleksov APK Sibiri pri reshenii problemy` importozameshcheniia (Areas of food subcomplex Siberia in addressing import substitution). Fundamentalny`e issledovaniia, 2015, vol. 11, no. 4, pp. 763–767. (in Russian).
9. Gritsenko G. M. Strategicheskie priority` razvitiia e`konomiki APK Sibiri (Strategic priorities of Siberian agribusiness economy development). Vestneyk Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2017, vol. 4, no. 28, pp. 269–279. (in Russian).

Поступила в редакцию 01.05.2019 г.

УДК 330.12

УРОВЕНЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО БЛАГОСОСТОЯНИЯ СУБЪЕКТОВ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Коновалова А.В., Миненкова В.В.

*Институт географии, геологии, туризма и сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация
E-mail: konovalovann18@mail.ru*

В статье анализируются региональные социально-экономические различия регионов Северо-Кавказского федерального округа после введения в действие государственной программы Российской Федерации «Развитие Северо-Кавказского федерального округа на период до 2025»; влияние проводимых в рамках госпрограммы мероприятий на дифференциацию регионов по основным социально-экономическим показателям развития. Анализ показал, что действующая в регионе государственная программа является эффективной, оказывает влияние на направления, нуждающиеся в финансировании, тем самым улучшая уровень социально-экономического положения и благосостояния региона.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, социально-экономическая дифференциация регионов, уровень регионального развития, региональная политика, государственная программа, Северо-Кавказский федеральный округ.

ВВЕДЕНИЕ

Социально-экономическое положение и развитие регионов России является предметом изучения многих экономико-географов. Объективно, дифференциацию социально-экономического положения регионов России предопределяет ряд факторов (их наличие или отсутствие): полезные ископаемые, промышленность, сельское хозяйство, трудовые ресурсы и др. Несмотря на предопределенные различия в уровне социально-экономического развития, государством активно проводится политика, направленная на оптимизацию социально-экономической ситуации, снятие социально-экономической напряженности в регионах.

Субъекты Северо-Кавказского федерального округа с 2010 года занимают худшие позиции по основным социально-экономическим показателям. Поэтому регион давно нуждается в продуманной политике, направленной на улучшение состояния экономики, социальной сферы и инфраструктуры, сглаживание региональных социально-экономических диспропорций, улучшение уровня благосостояния региона.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Обзор литературы. Вопросам социально-экономического развития в современных исследованиях предают огромное значение. Так, в разное время социально-экономическим исследованиями занимались отечественные и зарубежные экономико-географы, экономисты, регионоведы, среди которых особое значение имеют работы В.Л. Бабурина, Н.Н. Баранского, В.И. Бутова, А.Г. Гранберга [2,3], В.Г. Игнатова [5], Н.Н. Колосовского, В.Н. Лексина, Ю.Г. Саушкина, М.Д. Шарыгина, У. Айзарда, А. Вебера, С. Тейлора.

УРОВЕНЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО БЛАГОСОСТОЯНИЯ СУБЪЕКТОВ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Вопросы, связанные с изучением разносторонних аспектов, характерных для исследуемого региона, нашли отражение в работах А.Д. Бадова, М.Ю. Беликова [1], Б.М. Бероева, Г.С. Гужина, В.Н. Тюрина, В.И. Чистякова.

Методология исследования. При проведении научного исследования были использованы следующие методы: эмпирический (сбор научных материалов и анализ литературы по проблеме), общенаучный, сравнительный, статистический.

На основе собранного материала, авторами был проведен ряд исследований:

– анализ социально-экономического положения Северо-Кавказского федерального округа за период с 2010 по 2017 г.;

– анализ годовых отчетов о ходе реализации государственной программы РФ «Развитие Северо-Кавказского федерального округа на период до 2025 года» за 2015, 2016, 2017 г.;

– оценка эффективности государственной программы и ее влияние на социально-экономическое развитие региона.

Для оценки уровня социально-экономического положения субъекта нами были проанализированы следующие показатели (по сферам):

1) уровень экономического развития региона:

- валовой продукт на населения;
- объем в основной капитал душу населения;
- уровень зарегистрированной безработицы;
- среднедушевой денежный населения;

2) уровень развития социальной сферы:

- ожидаемая продолжительность жизни при рождении;
- коэффициент младенческой смертности;
- общая численность детей, не обучающихся в образовательных организациях;
- количество посещений организаций культуры по отношению к уровню 2010 года;

3) уровень развития инфраструктуры:

- плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием;
- число активных абонентов фиксированного и мобильного широкополосного доступа к сети Интернет.

Перечень выбранных показателей для анализа выбран объективно с учетом различных разработанных методик комплексной оценки социально-экономического развития регионов, в том числе с учетом современного общественного развития.

Обработка материалов осуществлялась при помощи методов классификации и группировок. Репрезентативность системы показателей и выбранные источники данных позволяют судить о высокой достоверности выводов, сделанных в работе.

Северо-Кавказский федеральный округ: история и аспекты образования. Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО) был образован 19 января 2010 года посредством выделения из структуры Южного федерального округа. Таким образом, в состав новообразованного федерального округа вошли следующие субъекты Российской Федерации: Карачаево-Черкесская Республика, Кабардино-

Балкарская Республика, Республика Северная Осетия – Алания, Республика Ингушетия, Чеченская Республика, Республика Дагестан и Ставропольский край.

Одной из причин образования СКФО стала значительная социально-экономическая дифференциация регионов. Так, до 2010 г. в регионе сохранялся значительный разрыв по уровню социально-экономического развития между богатым Севером (такие регионы как Ростовская область, Краснодарский край и др.) и бедным Югом (преимущество Республики Северного Кавказа).

Анализ социально-экономического положения СКФО. Выбранные для изучения макроэкономические показатели за период с 2010 года (образование СКФО) по 2017 год (актуальные статистические данные) позволяют говорить о существенных переменах в экономиках регионов СКФО: объем валового регионального продукта для каждого субъекта вырос в 1,5 и более раз; увеличился объем инвестиций в основной капитал на душу населения; уровень безработицы существенно снизился; среднедушевые денежные доход выросли (в отдельных субъектах СКФО более чем в 2 раза).

Улучшение и развитие социальной сферы в субъектах СКФО – приоритетное направление первого этапа реализации государственной программы. Поэтому при анализе показателей, выбранных для характеристики этой сферы, были выявлены положительные тенденции:

– ожидаемая продолжительность жизни выросла (максимальный показатель в регионе и в России отмечен в 2017 году в Республике Ингушетия);

– коэффициент младенческой смертности значительно снизился (значительная динамика отмечена в Чеченской Республике – с 21 промилле до 10);

– снижается уровень безграмотности населения (численность не обучающихся в образовательных организациях детей снизилась);

– культура является важной составляющей социальной среды, и можно отметить, что уровень культуры в регионах СКФО с каждым годом растет.

Инфраструктура играет важную роль при анализе социально-экономического развития региона. Особое значение отводится транспортной инфраструктуре, поэтому анализ такого показателя как плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием из расчета на 1000 кв. км территории, является важным, особенно для горных территорий (увеличивается доступность территории). Так, за последние годы ситуация с автомобильными дорогами в субъектах Северо-Кавказского федерального округа значительно улучшилась.

Современное общество немислимо без сети Интернет. В связи с чем, анализ числа активных абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет является весьма объективным индикатором уровня развития инфраструктуры (абоненты мобильного доступа к сети Интернет не были рассмотрены, ввиду, необъективных результатов обработки: значительную долю пользователей могут составлять приезжающие в субъекты СКФО туристы и рекреанты).

Благостояние: подходы к определению и оценка. Для оценки условий жизнедеятельности человека, степени удовлетворения его потребностей в отечественной литературе активно используются такие понятия как «уровень

УРОВЕНЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО БЛАГОСОСТОЯНИЯ СУБЪЕКТОВ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

жизни», «качество жизни», «благополучие», причем, роль последней категории как важного показателя социально-экономического развития, как региона, так и отдельно взятого человека, давно определена. В ходе работы над исследованием были сформулированы авторские определения понятий «уровень жизни», «качество жизни», «благополучие», а также их четкое разграничение:

1) «уровень жизни» – узкая категория, которая характеризует степень удовлетворенности социально-экономических потребностей общества, опираясь на конкретные социально-экономические показатели;

2) «качество жизни» – более широкая категория в отличие от уровня жизни. Опирается на показатели, используемые при определении уровня жизни населения, а также учитывает такие факторы как социальный климат, политическую обстановку, экологическую ситуацию (является неоднозначной и субъективной, поскольку опирается на потребности конкретного индивида);

3) «благополучие» – более сложная категория, включающая в себя социально-экономические показатели, характеризующие уровень и качество жизни (обеспечение населения материальными и социальными благами), обеспеченность духовными благами, а также необходимые условия для всестороннего развития личности (рис. 1).

Анализ состояния социальной и экономической сферы «Уровень жизни»	Анализ состояния социальной и экономической сферы, а также, <i>социальная инфраструктура, экология, политическая обстановка</i> «Качество жизни»	Анализ состояния социальной и экономической сферы, социальной инфраструктуры, экологии, политической обстановки, а также <i>духовное (душевное) благополучие</i> «Благополучие»
---	---	--

Рис. 1. Соотношение понятий «уровень жизни», «качество жизни» и «благополучие»

Таким образом, благополучие населения – это степень обеспеченности социально-экономических потребностей населения, удовлетворенность уровнем и качеством жизни. Соответственно, исходя из сформулированного определения, можно сделать вывод, что оценка уровня благополучия – это, прежде всего, оценка уровня и качества жизни населения, а также удовлетворенность духовно-нравственных потребностей человека (общества), обеспечение духовного благополучия.

От уровня социально-экономического развития региона зависит благополучие и качество жизни населения, экономическое развитие потенциала и инвестиционная

привлекательность региона. Оценка уровня развития позволяет выделить функциональные области, имеющие стратегически важное значение для развития территории, а так же позиции по которым следует проводить более активные действия, направленные на коррекцию позиции региона и усиление взаимодействия региональной власти и бизнес структур.

Для оценки степени дифференцированности развития субъектов СКФО по уровню социально-экономического развития была рассчитана интегральная оценка по 17 статистическим показателям 2017 года, характеризующим уровень развития экономической, социальной сферы и инфраструктуры (при расчетах учитывались ранее проанализированные показатели социально-экономического развития и справочно взяты отдельные статистические данные, которые наиболее полно характеризуют уровень развития региона по трем направлениям: экономика, социальная сфера, социальная и экономическая инфраструктура.

Каждому региону присваивалось место по каждому из 17 статистических показателей. Первое место занимает регион с наилучшим значением показателя, последнее – с наихудшим. Далее места суммируются по всем 17 показателям. Итоговое место региона определяется согласно сумме мест региона по каждому показателю: чем меньше сумма мест, тем выше место региона рейтинге. Далее для удобства полученная сумма мест региона по каждому показателю делилась на количество показателей.

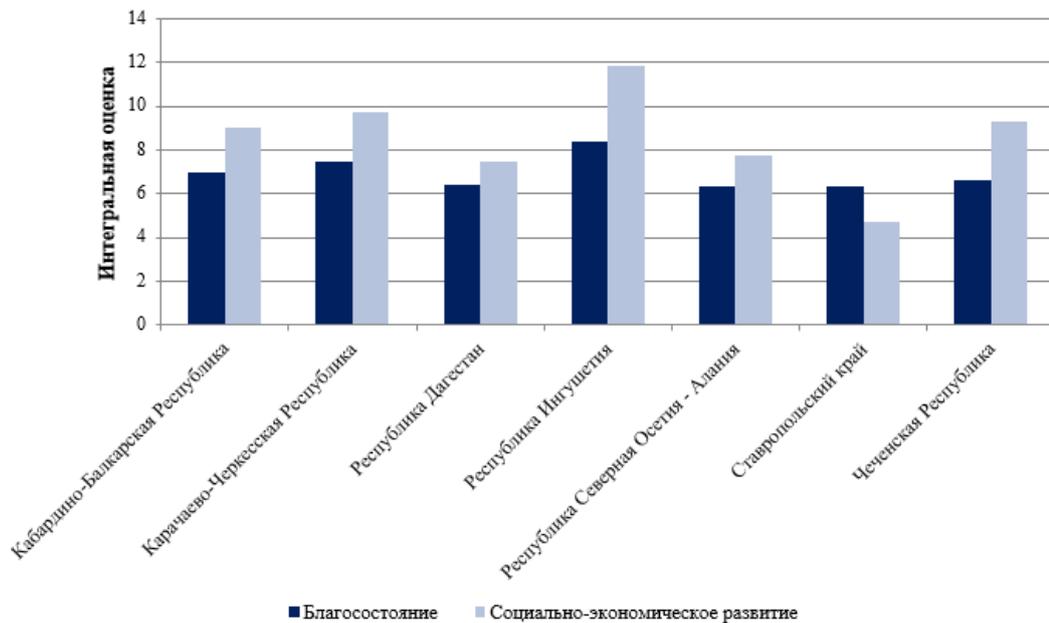


Рис. 2. Соотношение позиций субъектов СКФО по уровню социально-экономического развития и уровню благосостояния

УРОВЕНЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО БЛАГОСОСТОЯНИЯ СУБЪЕКТОВ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Для оценки степени дифференцированности социально-экономического развития субъектов СКФО были приведены расчеты, показывающие отношение к наилучшему показателю в регионе. Полученный результат позволил судить о сильной дифференциации субъектов СКФО по уровню социально-экономического развития. Так, по итогам произведенных расчетов, самым социально-экономически развитым в СКФО субъектом стал Ставропольский край с результирующим показателем 4,71, наименее развитым субъектом стала Республика Ингушетия – 11,8.

Полученные результаты (интегральная оценка региона по уровню социально-экономического развития) были ранжированы и сгруппированы, благодаря чему удалось выделить пять типов субъектов СКФО по уровню социально-экономического развития: относительно развитые, слаборазвитые, развивающиеся и проблемные (табл. 1).

Таблица 1.

Типология субъектов СКФО по уровню социально-экономического развития

Название группы	Интегральная оценка	Субъект
Относительно развитые	до 5	Ставропольский край
Слаборазвитые	5-8	Республики Дагестан, Северная Осетия-Алания
Развивающиеся	8-11	Кабардино-Балкарская, Чеченская и Карачаево-Черкесская Республики
Проблемные	Более 11	Республика Ингушетия

Таким образом, разрыв в социально-экономическом развитии между «относительно развитым» Ставропольским краем и самой «проблемной» Республикой Ингушетией составляет 2,5 раза.

Для определения степени дифференцированности развития субъектов СКФО по уровню благосостояния оценка производилась по 16 статистическим показателям 2017 года, ранее обоснованным в работе. Далее расчеты производились аналогично, как и в случае оценки уровня социально-экономического развития. Полученная при расчете интегральная оценка уровня благосостояния также свидетельствует о дифференциации субъектов СКФО: самыми «состоятельными» субъектами стали Ставропольский край и Республика Северная Осетия – Алания с результатом – 6,31; самым «необеспеченным» – Республика Ингушетия с результирующей оценкой – 8,37.

По итогам интегральных оценок уровня благосостояния все субъекты СКФО были ранжированы и сгруппированы, что позволило выделить пять групп субъектов по уровню благосостояния: богатые (интегральная оценка – менее 5), состоятельные (от 5 до 6), выше бедности, бедные, беднейшие (табл. 2).

Таким образом, оценка благосостояния как фактора социально-экономического развития показала, что внутренние диспропорции в развитии подтверждаются

различным положением одного и того же субъекта в рейтинге по уровню социально-экономического развития и по уровню благосостояния.

Таблица 2.

Типология субъектов СКФО по уровню благосостояния

Название группы	Интегральная оценка	Субъект
Выше бедности	6-7	Республики Северная Осетия-Алания, Дагестан, Ставропольский край, Чеченская и Кабардино-Балкарская Республики
Бедные	7-8	Карачаево-Черкесская Республика
Беднейшие	Более 8	Республика Ингушетия

«Развитие Северо-Кавказского федерального округа на период до 2025 года». Большинство субъектов Северо-Кавказского федерального округа на протяжении почти трех десятилетий (начиная с 1990-х годов) являются высоко дотационными регионами РФ. Одним из механизмов, направленных на снижение уровня дотационности бюджетов субъектов Российской Федерации, входящих в состав Северо-Кавказского федерального округа, является государственная программа «Развитие Северо-Кавказского федерального округа на период до 2025 года». Госпрограмма была утверждена Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 № 309 (последняя редакция от 27.02.2016 № 148). Основными точками приложения в госпрограмме стали экономика регионов, социальная сфера и инфраструктура.

В рамках программы «Развитие Северо-Кавказского федерального округа на период до 2025 года» действуют подпрограммы, в том числе федеральные целевые программы:

- 1) Социально-экономическое развитие на 2016-2025 годы для Республики Северная Осетия-Алания, Ставропольского края, Республики Ингушетия, Кабардино-Балкарской Республики, Карачаево-Черкесской Республики, Республики Дагестан и Чеченской Республики;
- 2) Развитие туризма в Северо-Кавказском федеральном округе;
- 3) Комплексное развитие инфраструктуры и благоустройство Кавказских Минеральных Вод;
- 4) Обеспечение реализации государственной программы РФ «Развитие Северо-Кавказского федерального округа»;
- 5) Формирование инфраструктуры государственной информационной политики в Северо-Кавказском федеральном округе;
- 6) Поддержка инвестиционных проектов и создание благоприятных условий для инвестиционной деятельности на территории Северо-Кавказского федерального округа;
- 7) Юг России (2014-2020 годы);
- 8) Социально-экономическое развитие Республики Ингушетия на 2010-2016 годы.

**УРОВЕНЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО БЛАГОСОСТОЯНИЯ
СУБЪЕКТОВ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

На реализацию государственной программы из средств федерального бюджета выделено 241,1 млрд руб. бюджетных ассигнований, из них более 70% средств адресованы субъектам СКФО на социально-экономическое развитие.

Таблица 3.

Объем бюджетных ассигнований на реализацию подпрограмм из средств
федерального бюджета

Субъект	Объем бюджетных ассигнований, руб.
Чеченская Республика	35 198 550,60
Карачаево-Черкесская Республика	24 281 741,10
Кабардино-Балкарская Республика	23 343 213,2
Республика Северная Осетия – Алания	22 217 466,20
Республика Ингушетия	21 865 142,4
Ставропольский край	21 511 122,0
Республика Дагестан	21 251 712,1

Анализ распределения федеральных средств показал дифференцированность субъектов: Чеченская Республика получает в 1,5 раза больше денежных средств, чем Республика Ингушетия, которая и по уровню социально-экономического развития, и по уровню благосостояния является самым отсталым субъектом не только в СКФО. Федеральные вложения в социально-экономическое развитие Кабардино-Балкарской и Карачаево-Черкесской Республик являются обоснованными, поскольку данные субъекты занимают последние позиции по ряду социально-экономических показателей (табл. 3). В связи с этим, представляется целесообразным перераспределение федеральных средств между субъектами: в частности, через сокращение дотаций Чеченской Республике, и наоборот их увеличением в пользу Республики Ингушетия.

ВЫВОДЫ

Выполненный анализ социально-экономических индикаторов от даты образования Северо-Кавказского федерального округа до современных реалий позволяет объективно судить о социально-экономическом положении субъектов федерального округа. Экономика, социальная сфера и инфраструктурный комплекс устойчиво и динамично развиваются.

Действующие в рамках государственной программы «Развитие Северо-Кавказского федерального округа на период до 2025 года» подпрограммы, в отчете Министерства Российской Федерации по делам Северного Кавказа за 2017 год признаны эффективными, таким образом, эффективность госпрограммы подтверждается.

Роль государственной поддержки неоспорима: регионы нуждаются в финансировании. Реализующаяся на территории Северо-Кавказского федерального округа государственная программа очевидное тому подтверждение: без

финансирования различных отраслей экономики и социальной сферы положительные тенденции (со значительной динамикой) были бы невозможными. Поэтому Правительству Российской Федерации не следует урезать денежные вливания из федерального бюджета, а возможно и вовсе увеличить их.

Список литературы

1. Беликов М.Ю. Северный Кавказ: реалии социально-экономической сферы на пороге тысячелетия (географический аспект) / отв. ред. Г.С. Гужин; М-во образования Рос. Федерации; Сев.-Кавказ. науч. центр высш. школы; Кубанский гос. ун-т. - Краснодар, 2002. 408 с.
2. Гранберг А.Г. Движение регионов России к инновационной экономике / А.Г. Гранберг и др.; предисл. А.Г. Гранберга; под ред. А.Г. Гранберга, С.Д. Валентя. М.: Наука, 2006. 401 с.
3. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для студентов вузов / А.Г. Гранберг; Гос. ун-т «Высшая школа экономики». 3-е изд. М.: ГУ ВШЭ, 2003. 494 с.
4. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://fedstat.ru/> (дата обращения: 26.03.2019).
5. Игнатов В.Г., Бутов В.И. Южная Россия и ее регионы. 2-е изд. М.; Ростов н/Д: MapT, 2007. 319 с.
6. Министерство Российской Федерации по делам Северного Кавказа. URL: <http://www.minkavkaz.gov.ru> (дата обращения: 26.03.2019).
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Стат. сб. / Росстат. М., 2017. 1402 с.

INFLUENCE OF THE STATE SUPPORT ON THE LEVEL OF SOCIAL AND ECONOMIC WELFARE OF THE REGION OF NORTH CAUCASIAN FEDERAL DISTRICT

Konovalova A.V., Minenkova V.V.

*Department of geography, geology, tourism and service, Kuban State University, Krasnodar, Russia
E-mail: konovalovann18@mail.ru*

In article regional social and economic distinctions of regions of the North Caucasian Federal District after enforcement of the state program of the Russian Federation «Development of the North Caucasian Federal District until 2025» are analyzed; influence of the events held within the state program on differentiation of regions for the main socio-economic indexes of development. The analysis has shown that the state program existing in the region is effective, exerts impact on the directions needing financing thereby improving the level of economic and social situation and welfare of the region.

Keywords: social and economic development, social and economic differentiation of regions, level of regional development, regional policy, state program, North Caucasian Federal District.

References

1. Belikov M.Yu. Severnii Kavkaz: realii socialno-ekonomicheskoi sferi na poroge tisyacheletiya: geograficheskii aspect (The North Caucasus: the realities of the socio-economic sphere on the threshold of the Millennium (geographical aspect)) / M. Yu. Belikov; отв. ред. G.S. Gujin; M-vo obrazovaniya Ros. Federacii; Sev._Kavkaz. nauch. centr vissh. shkoli; Kubanskii gos. Un-t. Krasnodar, 2002. 408 p. (in Russian).

УРОВЕНЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО БЛАГОСОСТОЯНИЯ
СУБЪЕКТОВ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

2. Granberg A.G. Dvijenie regionov Rossii k innovacionnoi ekonomike (The movement of regions of Russia to innovative economy) / A.G. Granberg i dr.; predisl. A.G. Granberga; pod red. A.G. Granberga, S.D. Valenteya. M.: Nauka, 2006. 401 p. (in Russian).
3. Granberg A.G. Osnovi regionalnoi ekonomiki: uchebnik dlya studentov vuzov (Fundamentals of regional economy: textbook for University students) / A.G. Granberg; Gos. un_t «Visshaya shkola ekonomiki». – 3-e izd. – M.: GU VShE, 2003. – 494 p. (in Russian).
4. Edinaya mejvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema (EMISS) (Unified interdepartmental information and statistical system (UIISS)). URL: <https://fedstat.ru/> (accessed: 26.03.2018). (in Russian).
5. Ignatov V.G. Yujnaya Rossiya i ee regiony (Southern Russia and its regions) / V.G. Ignatov, V.I. Butov. – 2-e izd. – M.; Rostov n/D: MarT, 2007. – 319 p. (in Russian).
6. Ministerstvo Rossiiskoi Federacii po delam Severnogo Kavkaza (Ministry of the Russian Federation for North Caucasus Affairs). URL: <http://www.minkavkaz.gov.ru> (accessed: 26.03.2018) (in Russian).
7. Regiony Rossii. Socialno-ekonomicheskie pokazateli (Region of Russia. Socio-economic indicators). 2017. Stat. sb. / Rosstat. M., 2017. 1402 p. (In Russian).

Поступила в редакцию 22.10.2019

УДК 911.375.6

ГЕОГРАФИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИМОРСКИХ ЭКСКЛАВОВ РОССИИ

Михайлова А. А.¹, Самусенко Д. Н.²

¹*Балтийский федеральный университет имени И. Канта, г. Калининград, Российская Федерация*

²*Институт географии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
E-mail: tikhonova.1989@mail.ru, konfederator@mail.ru*

Исследованы особенности размещения инновационной инфраструктуры в приморских регионах на примере трех субъектов РФ: Калининградской области и ее областного центра – Калининграда, Республики Крым, Севастополя. Оценены различные типы эффектов (территориальные, экономические, технологические, социальные и др.) в развитии регионов от создания объектов инновационной инфраструктуры. Проведен анализ отраслевой специализации организаций, содействующих инновационной и предпринимательской деятельности, и выявлена приморская специфика в их функционировании. Сделан вывод о том, что в приморских регионах формируется растущая потребность в специализированной инновационной инфраструктуре, соответствующей профилю их морехозяйственной экономики.

Ключевые слова: региональная инновационная система, приморский регион, приморский город, талассоаттрактивность, морехозяйственная инновационная специализация.

ВВЕДЕНИЕ

В фокусе современных концепций устойчивого развития, инноваций и повышения конкурентоспособности прочное место занял регион, как оптимальная единица пространства, в масштабе которого возможно обеспечить эффективное управление высокорисковыми инновационными процессами. Главное преимущество и сложность подобного подхода заключается в большом разнообразии регионов и уникальности их инновационного профиля. С одной стороны, это рассматривается в качестве их стратегического преимущества и неотчуждаемого ресурса, а с другой – требует разработки адаптивных теоретических моделей и поиска нетривиальных практических решений по обеспечению регионального роста [1, 2].

Значительное влияние на выбор траектории инновационного развития регионов оказывает их экономико-географическое положение [3–6]. В научной литературе, как правило, большое внимание уделяется исследованию закономерностей протекания инновационных процессов в крупных столичных агломерациях или сильных научных и экономических центрах [7–11], в то время как, регионы с менее выраженной инновационной способностью находятся на периферии исследовательского интереса. Однако, как отмечает Б. Ашейм и коллеги [12], формирование инновационных систем возможно в регионах различных типов: старых промышленных, периферийных, с моноспециализацией, аграрных и т.д. В этой связи в текущем исследовании мы хотим сосредоточиться на специфике инновационного развития приморских регионов в аспекте изучения формирования инфраструктурного каркаса их инновационных систем.

Наличие инновационной инфраструктуры рассматривается многими учеными как важный фактор благоприятности инновационного развития [13–16]. При этом

ряд авторов отмечает необходимость согласования отраслевой специфики создаваемых объектов инновационной инфраструктуры с интересами потенциальных пользователей – инновационных компаний и научно-исследовательских организаций. Цель данной работы – выявить, имеются ли особенности в системе инновационной инфраструктуры приморского региона, обусловленные его географическим положением и мореориентированной структурой хозяйства.

Исследование проведено на материалах трех субъектов РФ: Калининградской области, Республики Крым и Севастополя. Эти регионы не только являются приморскими, но и эксклавными, что накладывает определенные ограничения на их экономическое развитие, особенно в условиях геополитической нестабильности отношений России и стран Запада. Наличие такого свойства как эксклавность территории вызывает дополнительные издержки и риски, отражающиеся на специфике их социально-экономического развития и экономической безопасности [17], ставя вопрос инновационного развития в плоскость жизненно важных национальных и региональных интересов. В данном контексте эффективная реализация преимуществ и вовлечение в инновационный оборот неотчуждаемых ресурсов приморского положения для развития инновационной экономики может рассматриваться как один из путей компенсации ограничений эксклавного положения регионов.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предметом исследования является процесс трансформации инновационной инфраструктуры субъектов РФ, имеющих приморское положение, в контексте целенаправленного формирования в них современной конкурентоспособной инновационной системы – основы региональной экономической безопасности. Объектом исследования выступили Калининградская область – эксклав на Балтике, Республика Крым и Севастополь – квазиэксклав на Черном и Азовском морях. Выбор этих регионов обусловлен следующими причинами:

- территориальным расположением вблизи моря и проявлением в структуре их экономик морехозяйственной специфики, сложившейся еще в период СССР;
- эксклавностью, делающей повышение эффективности использования ресурсов приморского положения жизненно необходимым фактором устойчивого развития (особенно в период геополитической неопределенности);
- стратегической значимостью для национальной безопасности, что означает повышенную заинтересованность и целенаправленное влияние государства на вектор их долгосрочного инновационного развития;
- схожестью реализуемых экономических моделей через учреждение специальных институциональных режимов (особая экономическая зона – в Калининградской области, свободная экономическая зона – в Республике Крым и Севастополе);

— наличием опыта длительного взаимного сотрудничества в сферах рыбной промышленности, высшего рыбохозяйственного образования, научных исследований Мирового океана [17].

В процессе исследования решались задачи по выявлению закономерностей протекания инновационных процессов в выбранных регионах и формирования потребностей в соответствующей инновационной инфраструктуре. Отдельный упор делался на изучение приморской специфики инновационного развития, связанной с проявлением целого комплекса эффектов, представленных на рисунке 1.

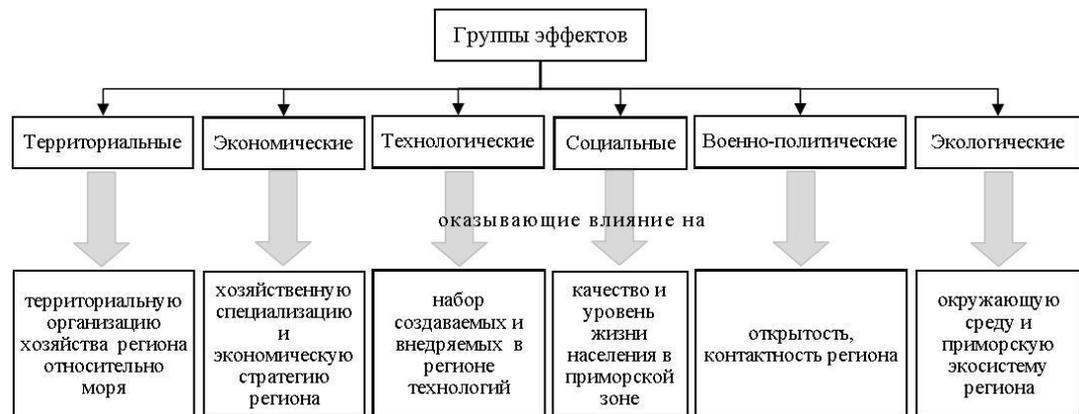


Рис. 1. Классификация эффектов приморского положения на инновационное развитие региона.

В зависимости от стратегии позиционирования приморского региона в национальном пространстве в нем формируется траектория инновационного развития, в рамках которой морехозяйственная специализация, согласно исследовательской гипотезе, может иметь следующую специфику:

- туристическую (морской, водный, экологический, оздоровительный туризм);
- рыбопромышленную (вылов и переработка рыбы и морепродуктов);
- судостроительную (строительство и ремонт судов);
- военно-морскую (базирование военно-морского флота);
- транспортно-логистическую (морской транспортный коридор и логистический центр);
- высоких технологий (альтернативные источники энергии, экологические бизнесы, переработка ресурсов, биомедицинские технологии, информационные технологии (ИТ));
- смешанную (сочетающую несколько специализаций из указанных выше).

Предполагается, что запрос на создание соответствующей инновационной инфраструктуры формируется в соответствии с прослеживаемой инновационной специализацией, предполагающей использование ресурсов и преимуществ приморского положения. В статье анализировались количественные данные и качественная информация о расположении и развитии инновационной

ГЕОГРАФИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИМОРСКИХ ЭКСКЛАВОВ РОССИИ

инфраструктуры в исследуемых субъектах РФ по состоянию на 2019 г., а именно:

об объектах инновационной инфраструктуры: их количестве; типах (непосредственно инновационный – прямая поддержка инновационной деятельности; поддерживающий – формирование благоприятного предпринимательского климата); локализации (уровень области, республики; города); специализации (морехозяйственная с выделением специфики, прочая);

о векторе инновационного развития: инновационные интересы, которые определялись на основе анализа законов и нормативно-правовых актов, регулирующих инновационную деятельность в регионах [18–20];

о структуре экономики и ее инновационном развитии, включая уровень развития инновационной экономики и инновационной среды (оценивался на основе специализированных рейтингов субъектов РФ) и перспективную отраслевую специализацию (определялась на основе приоритетов Стратегии пространственного развития РФ до 2025 г.).

Методические сложности с формированием полного реестра инновационной инфраструктуры, в т. ч. для подготовки картографического материала, связаны с отсутствием у регионов централизованного портала с полной актуальной информацией об объектах. Достоверность данных обеспечена критическим анализом большого количества качественной информации, представленной в сети интернет в открытом доступе, в т. ч. на сайтах национального центра по мониторингу инновационной инфраструктуры научно-технической деятельности и региональных инновационных систем; инновации в России; информационно-коммуникационной системы поддержки молодых новаторов; мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования; мониторинга малых инновационных предприятий научно-образовательной сферы; информационной поддержки инновационных проектов; инвестиционных порталов Республики Крым и Севастополя; крымской инновационной платформы; корпорации развития Калининградской области; ряда отраслевых организаций. В перечень включались организации, удовлетворяющие сразу нескольким критериям: наличие юридического названия, точного адреса, работающего телефона, сайта (приоритетно). Оценка включенности каждого из объектов инфраструктуры в морехозяйственный комплекс своего региона производилась путем анализа их миссии, услуг, проектов и другой информации, а также наличия связей с прочими участниками, ведущими морехозяйственную или сопутствующую деятельность. Учтено, что до 18 марта 2014 г. Республика Крым и Севастополь находились в составе Украины. Поэтому после 2014 г. субъекты переживали трансформацию институциональной среды, связанную с ускоренным переходом на новую правовую основу, валюту, режим хозяйствования, таможенный режим и т. д., что сказалось на их инновационном развитии и представленности данных в сети интернет об инновационной инфраструктуре.

По результатам исследования подготовлен картографический материал, отражающий локализацию и степень талассоаттрактивности инновационной инфраструктуры, научных организаций, малых инновационных предприятий в Калининграде, Севастополе, Республике Крым. Для Калининградской области карта

не составлялась, потому что практически все объекты расположены в Калининграде, и нет необходимости дублировать данные. Создание карт происходило с использованием инструмента Google Maps Engine. На этапе подготовки экспертным путём определён круг объектов инновационной инфраструктуры для последующего нанесения на карту. Организации были сгруппированы по адресам. Концентрация объектов в пределах одного или нескольких непосредственно соседствующих адресов напрямую влияла на величину пунсона. Для карты Калининграда, пунсоны минимальной величины отражают локализацию одиночных объектов; средней величины – от 2 до 4 объектов в пределах одного адреса или нескольких непосредственно соседствующих; крупной величины – 5 и более объектов в пределах одного адреса или нескольких соседствующих. Аналогичным образом разработаны карты для Севастополя и Республики Крым. Однако размер пунсонов на них визуальнo характеризует иные количественные показатели ввиду отличий в числе наносимых объектов.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Согласно различным рейтингам инновационного развития, которые ежегодно составляются для субъектов РФ, Калининградская область, Республика Крым и Севастополь демонстрируют средний и ниже среднего уровень инновационности относительно передовых регионов-лидеров, однако с тенденцией к росту (таблица 1). Отнесение данных регионов к геостратегическим территориям РФ делает их инновационное развитие важным государственным приоритетом, с фокусом на обеспечение темпов экономического роста и уровня жизни сопоставимыми (или выше): для Республики Крым и Севастополя – с другими субъектах РФ, а для Калининградской области – с приграничными странами ЕС [21].

Таблица 1.
Место Калининградской области, Республики Крым и Севастополя в рейтингах инновационного развития субъектов России

Регион	АИРР			ВШЭ	РИА		
	2016	2017	2018	2015	2015	2016	2017
Калининградская область	33	40	46	73	64	61	53
Республика Крым	71	65	63	80	68	67	61
Севастополь	66	39*	62	77	70	63	66

Источник: составлено на основе данных [22–24]

Примечание: * резкий скачок объяснялся неполнотой данных

В таблице 2 представлены перспективные специализации экономик трех исследуемых субъектов РФ, которые, как ожидается на федеральном уровне, будут выступать драйверами регионального развития и формировать основную потребность в новых знаниях, технологиях, инновационной и специализированной

**ГЕОГРАФИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИМОРСКИХ
ЭКСКЛАВОВ РОССИИ**

инфраструктуре. Для Калининградской области – это 20 отраслей, Республики Крым – 21, Севастополя – 16. По нашим оценкам, мореориентированная направленность хозяйственной деятельности может объединить более чем треть всех представленных приоритетных видов деятельности, что делает целенаправленную инноватизацию морехозяйственной деятельности – значимым объектом государственной инновационной политики, а создание специализированной инновационной инфраструктуры – одной из главных задач.

Таблица 2.
Специализация экономик Калининградской области, Республики Крым и
Севастополя

Виды экономической деятельности	Калининградская область	Республика Крым	Севастополь
С выраженной морехозяйственной специализацией			
производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	+	+	
производство пищевых продуктов	+	+	+
производство прочих транспортных средств и оборудования	+	+	+
рыболовство и рыбоводство	+	+	+
деятельность профессиональная, научная и техническая	+	+	+
деятельность в области здравоохранения и социальных услуг (деятельность санаторно-курортных организаций)	+	+	
транспортировка и хранение	+	+	+
туризм	+	+	+
Прочие			
производство готовых металлических изделий	+	+	+
производство кожи и изделий из кожи		+	
производство компьютеров, электронных и оптических изделий	+	+	+
производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	+	+	+
производство напитков		+	+
производство одежды		+	
производство прочих готовых изделий	+	+	+
производство прочей неметаллической минеральной продукции	+	+	+

производство резиновых и пластмассовых изделий	+	+	
производство химических веществ и химических продуктов	+	+	
производство электрического оборудования	+	+	+
растениеводство и животноводство, предоставление услуг	+	+	+
деятельность в области информации и связи	+	+	+
производство автотранспортных средств, прицепов, полуприцепов	+		+
производство мебели	+		

Источник: составлено на основе [21]

Анализ развития инновационной инфраструктуры в Калининградской области, Республике Крым и Севастополе продемонстрировал ее начальную стадию становления – формирование опорных элементов каркаса инновационной системы. В таблице 3 представлены сводные данные о распределении инфраструктурных объектов по типам, полученные в ходе исследования.

Таблица 3.
Наличие объектов инновационной инфраструктуры в Калининградской области, Республике Крым и Севастополе на начало 2019 г., ед.

Типы инфраструктуры	Калининградская область		Республика Крым	Севастополь
	всего	из них в Калининграде		
непосредственно инновационная				
кластер	4	2	1	
инновационный акселератор	1	1		2
инновационный, технологический центр	5	4		
центр трансфера технологий	2	2		
центр прототипирования			1	
центр научно-технической информации	2	2		
инжиниринговый центр	2	2		1
научно-технологический парк	2	2		
центр коллективного пользования	3	3	5	3
ФабЛаб	1	1	1	
бизнес-инкубатор	2	2	1	
прочее	3	3	1	3
поддерживающая				
коворкинг	4	4	4	3

**ГЕОГРАФИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИМОРСКИХ
ЭКСКЛАВОВ РОССИИ**

торгово-промышленная палата	3	1	1	1
агентство развития	1	1	1	
ассоциация предпринимателей / союз / деловой клуб	5	5	6	6
корпорация развития региона	1	1	1	1
общественная палата	1	1	1	1
информационно-расчетный центр	1	1	1	1
МФЦ для бизнеса	21	1	1	1
центр поддержки предпринимательства	4	4	2	2
центр кластерного развития	1	1	1	
фонд финансирования	3	3	4	3
прочее	5	4	9	3

Источник: разработано авторами

В Калининградской области инфраструктура поддержки инновационной деятельности и предпринимательства имеет высокую степень локализации в областном центре – Калининграде. На территории области к очагам инноваций также могут быть отнесены г. Гусев, где располагается инновационный кластер «Технополис GS», и пос. Янтарный, ставший площадкой для концентрации ряда элементов калининградского янтарного кластера. Отличительной особенностью Калининградской области относительно Республики Крым является более полный охват муниципалитетов многофункциональными центрами для предоставления государственных и муниципальных услуг бизнесу (МФЦ для бизнеса). Это создает определенный потенциал для развития предпринимательства вне областного центра, однако низкая плотность других типов инновационной инфраструктуры не способствует его реализации в отдалении от Калининграда. Рисунок 2 отражает территориальное распределение важнейших инновационных объектов: непосредственно инновационной и поддерживающей инфраструктуры, научных организаций и малых инновационных предприятий, в Калининграде.

В Калининграде могут быть выделены несколько очагов инновационной деятельности, поддержанных специализированной инфраструктурой:

1) первый – на базе научно-технологического парка «Фабрика» Балтийского федерального университета им. И. Канта. Здесь сосредоточена передовая инновационная инфраструктура для развития высокотехнологичных направлений новых для региона: материаловедение, фотоника, рентгеновская оптика, медицинские и клеточные биотехнологии и др. Они являются приоритетными в исследовательской программе федерального университета – главного драйвера наращивания конкурентоспособного человеческого капитала внутри региона.

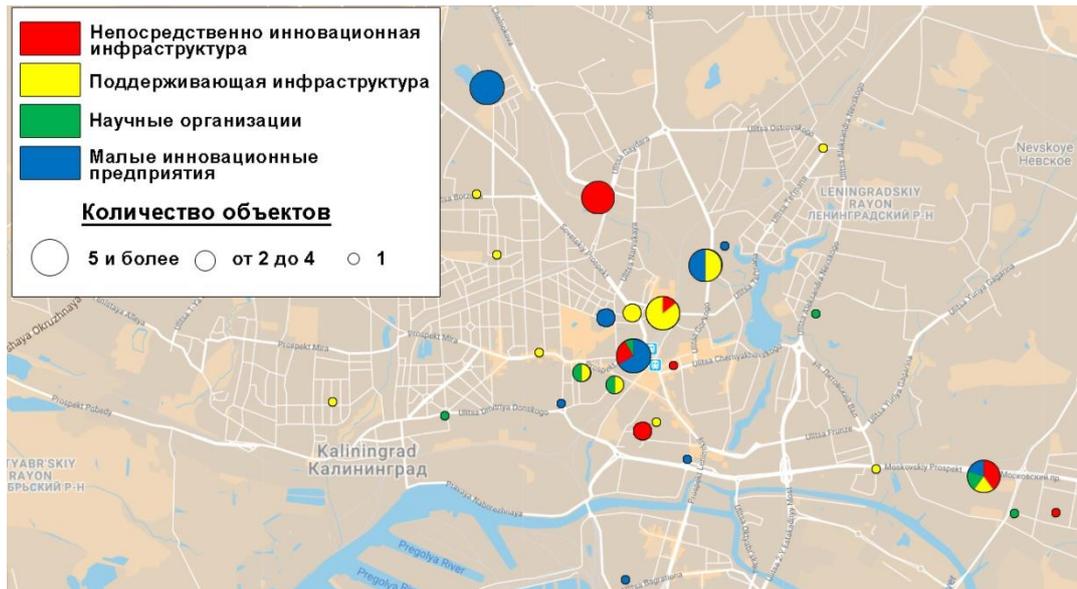


Рис. 2. Карта инновационных объектов Калининграда, по состоянию на 2019 г.

Создание научно-технологического парка имело несколько эффектов для Калининграда и области в целом:

- *технологический*. В период существования СССР Калининградская область специализировалась на исследованиях, связанных с морем, рыболовством и рыбопереработкой. К 1900-м гг. она аккумулировала в себе до 40% всего советского научно-исследовательского потенциала в этих сферах [25], однако после распада СССР – в значительной мере утратила морехозяйственную специализацию. Формирование же инфраструктурного базиса «с нуля» для развития прорывных технологических направлений стало значимым шагом к поиску новой инновационной траектории развития Калининградской области.

- *экономический*. Успешное функционирование инновационной инфраструктуры на базе БФУ им. И. Канта внесло существенный вклад в создание позитивного образа Калининградской области как креативного региона, притягивающего передовые бизнесы и инвестиции и предоставляющего благоприятную среду для обмена знаниями и опытом в сфере высоких технологий.

- *территориальный*. Данный эффект заключался в дополнительном импульсе развития городского района, где находится научно-технологический парк. Его размещение в модернизированных помещениях здания бывшей обувной фабрики, позволило изменить пространственное восприятие данного места и его целевую функцию в городском планировании территории.

2) Второй очаг инновационной деятельности и инновационной инфраструктуры формируется на базе Калининградского государственного технического университета и имеет четко прослеживаемую морехозяйственную специфику. Его значимость как центра аккумуляции знаниевых и инфраструктурных ресурсов

ГЕОГРАФИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИМОРСКИХ ЭКСКЛАВОВ РОССИИ

инновационной системы региона объясняется, в первую очередь, содействием модернизации и вовлечению в хозяйственный оборот научно-исследовательского и инфраструктурного задела, созданного еще в советский период; наличием связей с реальным сектором экономики; большим потенциалом для межорганизационных и межотраслевых взаимодействий местных компаний в сфере рыболовства, рыбной промышленности, судостроения и ремонта судов, туризма, морского транспорта, янтарной промышленности. В данном случае гипотеза о том, что запрос на создание инновационной инфраструктуры формируется в соответствии с инновационной специализацией экономики региона, находит свое полное подтверждение.

В Калининградской области идет активное создание современной морехозяйственной инновационной системы, объединившей как старейшие советского периода организации, сохранившие определенный объем научно-исследовательских компетенций, так и молодые, использующие современные подходы, методы и технологии (рис. 3).



Рис. 3. Состав современной морехозяйственной инновационной системы Калининградской области. Источник: разработано авторами

В контексте рассматриваемых эффектов, создание морехозяйственной инновационной инфраструктуры имеет большое значение в трех аспектах.

Во-первых, для развития территориальной организации хозяйства Калининградской области относительно моря и кластеризации хозяйствующих субъектов по двум стратегически важным специализациям [18]: добыча и переработка янтаря; строительство кораблей и судов, производство комплектующих.

Во-вторых, для экономического развития, поскольку предполагает аккумуляцию

и использование специфических ресурсов, рыночная ценность которых имеет четкую территориальную привязку и образует неотчуждаемый потенциал региона. Специфические ресурсы Калининградской области тесно связаны с морем и имеют как материальную природу (полезные ископаемые (янтарь), уникальные природные ресурсы, морская и прибрежная инфраструктура и др.), так и нематериальную, связанную с накопленным отраслевым реляционным капиталом; укоренившимися региональными сетями научно-исследовательского и промышленного сотрудничества; развитием процессов коллективного обучения; сформированной региональной идентичностью как рыбацкого региона. Повышение эффективности использования данных ресурсов в долгосрочном периоде связано с укреплением их связи с рыночными факторами размещения хозяйственной деятельности, что позволит усилить локализацию хозяйственной деятельности в приоритетных сферах и предотвратить ее стремительное свертывание в случае усиления неблагоприятного влияния внешних и/или внутренних факторов.

В-третьих, для диффузии новых технологий в морехозяйственный комплекс региона, а также поддержания его специализации на национальном уровне как генератора инноваций в рыбной промышленности и судостроении. Несмотря на то, что это комплементарные процессы с потенциалом создания синергетических эффектов, они требуют самостоятельного управления и не всегда обуславливают взаимное протекание. Согласно стратегии инновационного развития Калининградской области планируется, что к 2030 г. [18] увеличится внутренний спрос на технологии и инновации, в связи с модернизацией производственной базы переработчиков янтаря; перевооружением горнодобывающего и обогащительно-дочудочного комплексов янтарного комбината; реализацией программы по техническому перевооружению и ремонту достроечных набережных с заменой устаревшего оборудования Прибалтийского судостроительного завода «Янтарь» и созданием на его базе компакт-верфи; развитием судостроительного кластера. На выходе прогнозируется освоение хозяйственными предприятиями региона новых современных технологий; повышение выпуска рыбопромысловых судов, судов и морской техники для освоения Арктики и добычи полезных ископаемых на континентальном шельфе, комплектующих изделий, в т. ч. судовых энергетических установок; расширение набора и повышение качества предоставляемых услуг по проектированию судов и морской техники. Более активное развитие специализированной инновационной инфраструктуры может оказать благоприятное воздействие на активизацию инновационной деятельности научных организаций региона и укрепление их связей с отраслевыми промышленными предприятиями в целях удовлетворения потенциально прогнозируемого растущего спроса на новые технологии во избежание роста технологической зависимости, особенно иностранной.

3) Третий очаг инновационной деятельности и инновационной инфраструктуры складывается на базе бизнес-инкубатора, созданного в начале 2019 г. при государственном участии. Его преимущества в том, что здесь сосредоточено значительное количество организаций поддерживающей инфраструктуры, содействующих развитию предпринимательской деятельности. В отличие от первых

двух полюсов регионального инновационного пространства, где организациями-ядрами выступали университеты, этот явился результатом взаимодействия бизнеса и региональных властей по поводу развития сферы ИТ. Планируется, что инкубатор, будет иметь экономический и технологический эффект для Калининградской области, позволив консолидировать ИТ компетенции малого и среднего бизнеса региона на начальном этапе. В качестве перспективных определены направления [18]: приложения для мобильных устройств; ИТ в управлении бизнесом; решения для интеллектуальных устройств, в сфере автоматизации государственного сектора, связанные с использованием «облачных» технологий, связанные с обработкой больших массивов данных; интернет-сервисы, в т. ч. системы распознавания образов, интеллектуального поиска, онлайн-аналитики, онлайн-игры; аппаратно-программные средства с большим удельным весом программной части. Однако на данный момент реальный эффект для региона, кроме имиджевого, оценивать рано.

Представленность инновационной инфраструктуры на территории Республики Крым и Севастополя в сравнении с Калининградской областью несколько ниже (табл. 3, рис. 4), несмотря на более чем двукратное превосходство по численности населения. Во многом это объясняется недавним вхождением Крыма в состав РФ и последующими для него серьезными трансформациями: институциональными, экономическими, социальными, технологическими и др. [26]. Инновационная система новых регионов еще не успела полностью сформироваться, а недостаток объектов инновационной инфраструктуры и кадровых ресурсов являются основными барьерами для форсирования этого процесса [15]. Прогнозируется, что этап адаптации крымской инновационной системы, включая имплементацию федеральных институтов поддержки инновационной деятельности, должен завершиться к 2020 г. [27, 28]. Ведущая роль в управлении инноватизацией хозяйственной деятельности Республики Крым и Севастополя на основе системного подхода отведена государству [29].

Территориальная концентрация инновационной инфраструктуры наблюдается вокруг двух главных экономических, политических и научных центров полуострова – городов Севастополь и Симферополь. В Севастополе локализовано 9 объектов непосредственно инновационной и 20 – поддерживающей инфраструктуры, а в Симферополе – 7 и 23 соответственно. В расположении объектов инфраструктуры проявляется эффект талассоаттрактивности. Особенно хорошо это видно на примере Севастополя – рис. 5.

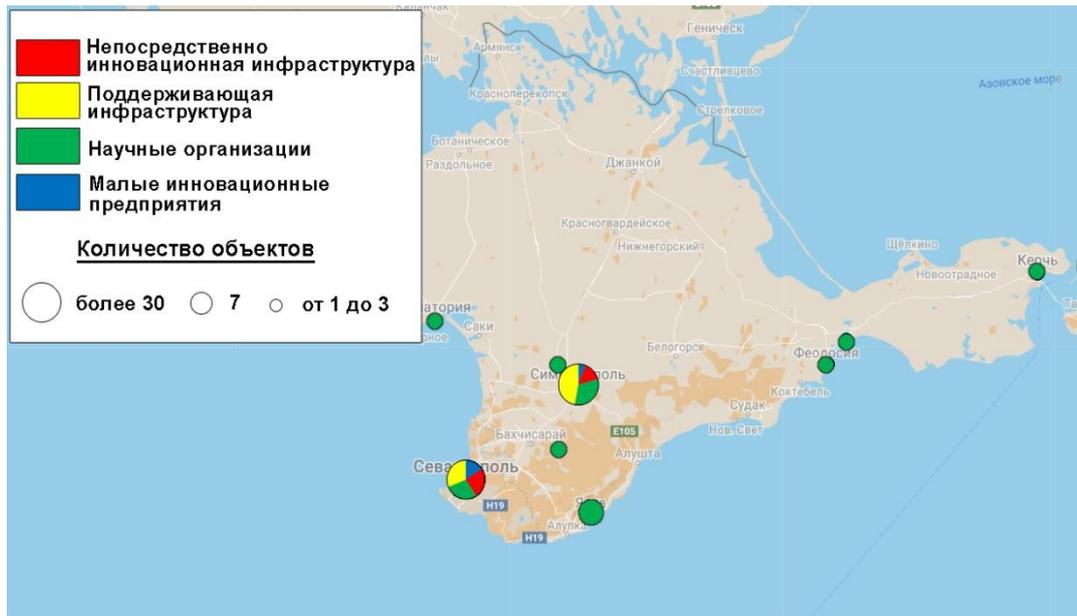


Рис. 4. Карта инновационных объектов Республики Крым и Севастополя, по состоянию на 2019 г.

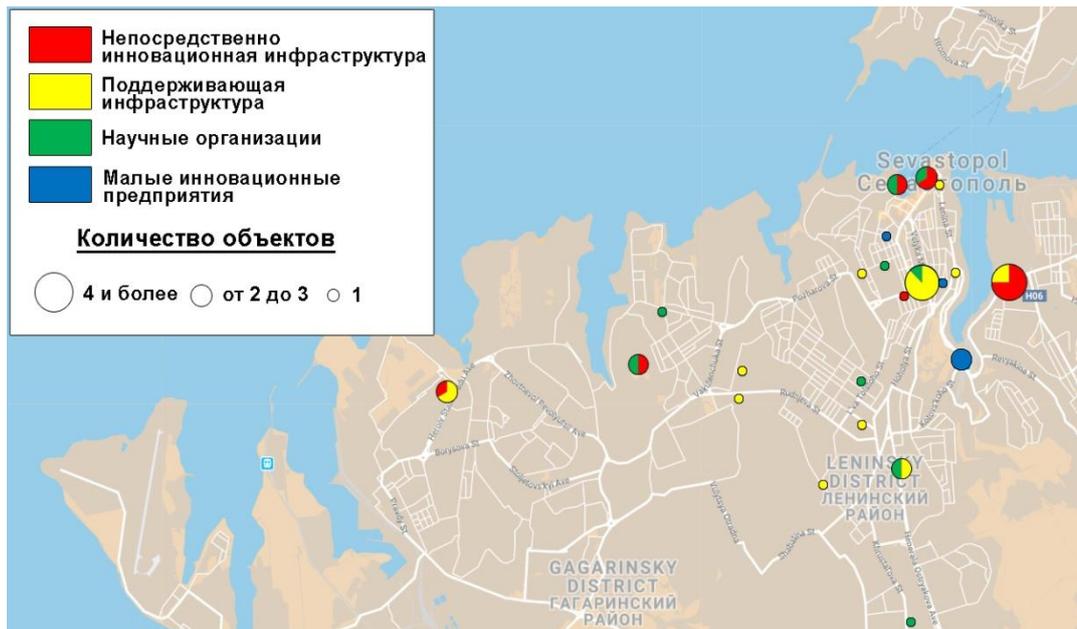


Рис. 5. Карта инновационных объектов Севастополя, по состоянию на 2019 г.

В разрезе специализаций распределение имеющейся инновационной инфраструктуры Крыма соответствует его инновационным и экономическим приоритетам в развитии [19]: туризм и рекреация с санаторным оздоровлением; агропромышленный комплекс с развитием производства экологически чистых продуктов садоводства и виноградарства; высокотехнологические отрасли промышленности; IT-сфера. Ряд из этих отраслей получили рассмотрение в качестве перспективных для кластеризации [30–33]. В рамках принятой в исследовании классификации морехозяйственной специализации инновационной деятельности нами выделены 3 значимых направления: туристическое, высоких технологий, военно-морское (флот) в перспективе на которые должен приходиться рост потребности в инновациях и генеративной способности региональной инновационной системы Крыма по ее восполнению.

ВЫВОДЫ

Результаты изучения инфраструктурной обеспеченности инновационных систем Калининградской области, Республики Крым и Севастополя позволили подтвердить гипотезу о том, что выраженная морехозяйственная специализация оказывает сильное воздействие на формирование потребности приморского региона в соответствующей инновационной инфраструктуре. Была выявлена тесная связь инновационных экономик исследуемых субъектов РФ с морем, что и обусловило создание в них специфоориентированной инфраструктуры для инноваций в интересах поддержки местных инновационных предприятий и содействия коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности научных организаций, занимающихся исследованиями в области рыболовства, рыбной промышленности, судостроения и других видов деятельности, связанных с морем. Конечная цель – наладить контакт между генераторами и потребителями инноваций в регионе.

Однако между двумя приморскими эксклавами РФ есть отличия в подходах к развитию систем инновационной инфраструктуры. Пространственно-отраслевое распределение непосредственно инновационной и поддерживающей инфраструктуры Калининградской области характеризуется высокой степенью ее локализации в Калининграде – административном, экономическом, научном, политическом и культурном центре. Выстраивание современной инновационной системы происходит с учетом накопленных морехозяйственных компетенций. Важная роль отведена двум крупнейшим университетам региона – БФУ им. И. Канта и КГТУ, которые являются главными ядрами инновационной системы Калининградской области. На их базе формируется большинство объектов инновационной инфраструктуры. У каждого из вузов своя инновационная стратегия, согласующаяся с их исследовательской программой, федеральными и региональными приоритетами развития. Вместе они задают инновационную траекторию для региона, сочетающую в себе несколько основных специализаций: рыбопромышленную, судостроительную и высоких технологий. Регион ищет нишу как в новых для него прорывных отраслях науки, так и заинтересован в наращивании сохранившегося с советского периода знаниевого капитала. Важная

роль отведена взаимодействию университета и органов власти на региональном и федеральном уровнях.

Формирующаяся система инновационной инфраструктуры на территории полуострова Крым имеет биполярную структуру. Главные ядра, вокруг которых сосредоточено большинство инновационных объектов – города Симферополь и Севастополь. Морехозяйственная специализация инновационной экономики Республики Крым и Севастополя (также как и Калининградской области) четко прослеживается, однако приоритетная специфика отличается в сторону доминирования туризма и зеленых технологий. Интересно, что Республика Крым и Калининградская область имеют исторически укоренившиеся связи по передаче опыта в сфере рыбной промышленности, морского дела и исследования моря. Пространственная оценка локализации инновационной инфраструктуры на Крымском полуострове выявила проявление эффекта талассоаттрактивности в ее распределении. На данный момент создание инфраструктуры поддержки инноваций инициируется в равной мере как вузами при господдержке, так и бизнесом. Однако пока инновационных объектов недостаточно, в т. ч. из-за внешнеполитической неопределенности и санкционной политики, что подтверждается результатами других исследований [34]. Можно прогнозировать, что с улучшением геополитической ситуации произойдет активный инновационный рост на полуострове.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-310-20016 «Приморские города в инновационном пространстве европейской части России».

Список литературы

1. Лукьянова С. Э. Сущность, структура и модели формирования региональных инновационных систем // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2015. № 1 (49). С. 59–63.
2. Михайлова А. А. Инновационная безопасность региона: научная конструкция или политическая необходимость? // Инновации. 2018. № 231 (1). С. 79–86.
3. Бережная И. В., Михуринская Е. А., Смирнова Е. А. Региональные проблемы инновационного развития. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2012. 226 с.
4. Герасименко Т. И., Семёнов Е. А. Экономико-географическое и геополитическое положение как интегральная пространственная категория // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 1 (176). С. 156–161.
5. Земцов С. П., Бабурин В. Л. Оценка потенциала экономико-географического положения регионов России // Экономика региона. 2016. Т.12, № 1. С. 117–138.
6. Mikhaylov A. S., Mikhaylova A. A., Savchina O. V. Coastal regions as innovation gateways: the new industrialization development trajectory // 2nd International Scientific conference on New Industrialization: Global, national, regional dimension. Social Science, Education and Humanities Research, 2019, vol. 240, pp. 605–610.
7. Еремеев С. Мегаполис в национальной инновационной системе // Вестник Института экономики РАН. 2009. № 3. С. 256–263.
8. Зубаревич Н. В. Города как центры модернизации экономики и человеческого капитала // Общественные науки и современность. 2010. № 5. С. 5–19.
9. Осеевский М. Э. Социальные ориентиры инновационного процесса: роль крупных городов // Инновации. 2012. № 7 (165). С. 20–25.

ГЕОГРАФИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИМОРСКИХ ЭКСКЛАВОВ РОССИИ

10. Бабурин В. Л., Земцов С. П. География инновационных процессов в России // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2013. № 5. С. 25–32.
11. Veselovsky M. Y., Kirova I. V., Reznikova A. V., Rybchichuk O. A. Main lines of innovative management in the Moscow Region // Life Science Journal, 2014, № 11(12), pp. 252–254.
12. Asheim B. T., Grillitsch M., Tripll M. Regional innovation systems: past – present – future // Handbook on the Geographies of Innovation, 2016, pp. 45–62.
13. Шепелев Г. В. Проблемы развития инновационной инфраструктуры // Инновации. 2005. № 2. С. 6–15.
14. Ленчук Е. Формирование инновационной инфраструктуры в российских регионах // Вестник Института экономики РАН. 2013. № 5. С. 76–91.
15. Верна В. В. Развитие инновационно-инвестиционной деятельности в республике Крым на современном этапе // Инновационная Наука. 2015. № 5. С. 64–69.
16. Olkiewicz M., Wolniak R., Eva-Grebski M., Olkiewicz A. Comparative Analysis of the Impact of the Business Incubator Center on the Economic Sustainable Development of Regions in USA and Poland // Sustainability, 2019, № 11 (173), pp. 1–22.
17. Рожков-Юрьевский Ю. Д. Калининград и Крым как эксклавы России. Сходства и различия, взаимные связи // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2016. № 3. С. 28–44.
18. Стратегия инновационного развития промышленности Калининградской области. Приказ Министерства по промышленной политике, развитию предпринимательства и торговли Калининградской области № 17 от 27.02.2018.
19. Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2020 года. Постановление Правительства Российской Федерации № 790 от 11.08.2014.
20. Стратегия социально-экономического развития г. Севастополя до 2030 года. Закон города Севастополь от 18.06.2017.
21. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Распоряжение Правительства РФ № 207-р от 13.02.2019.
22. Рейтинг инновационных регионов России. АИРР, 2018. URL: <http://www.i-regions.org/reiting/rejting-innovatsionnogo-razvitiya/2018>
23. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Вып. 5 / под. ред. Л. М. Гохберга; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: НИУ ВШЭ, 2017. 260 с. URL: <https://issek.hse.ru/data/2017/06/09/1170533818/RIR2017.pdf>
24. Уровень развития науки и технологий в регионах России: рейтинг РИА, 2018. URL: <http://riarating.ru/infografika/20181017/630109152.html>
25. Балтийский Государственный рыбопромышленный трест. Из истории учреждений, предприятий и организаций. URL: <http://gako.name/publikatsii/iz-istorii-uchrezhdeniy-predpriyatij-i-organizatsiy-baltiyskiy-gosudarstvennyy-rybopromyshlennyy-trest/>
26. Вольхин Д. А. Трансформация экономической безопасности Крыма в условиях интеграции в российское социально-экономическое пространство // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2019. Т. 5. № 2. С. 79–91.
27. Лукьянова С. Э. Концептуальные основы формирования региональной инновационной системы в республике Крым // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2015. № 2 (50). С. 54–58.
28. Чайкина Е. В., Чабан Д. С. проблемы финансирования инновационной деятельности Республики Крым // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. 2019. № 20. С. 56–59.
29. Борщ Л. М., Цёхла С. Ю., Симченко Н. А., Буркальцева Д. Д., Герасимова С. В. Региональная экономика Крыма: точки роста. Симферополь: ИП Гальцова Н.А., 2017. 284 с.
30. Дышловой И. Н., Прохорова О. В. Кластеризация как инновационная форма эффективного управления предприятиями санаторно-курортного комплекса Крыма // Экономический Рост: Факторы и механизмы устойчивого развития. Пенза: «Наука и Просвещение», 2017. С. 142–150.
31. Кирильчук С. П., Кошкидько В. В. Направления реализации кластерного механизма экономического развития Республики Крым // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2017. № 3 (69). С. 43–55.

32. Сиваш О. С. Особенности государственной поддержки инвестиционной деятельности в республике Крым // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2018. Т. 11. № 1. С. 110–121.
33. Кирильчук С. П., Чернявая А. Л. Анализ кластерного развития в республике Крым и бенчмаркинг инновационного развития кластера сельского зеленого туризма // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2019. Т. 5. № 1. С. 46–53.
34. Пискун Е. И. Возможности и угрозы реализации инновационного сценария развития республики Крым // Вестник факультета управления СПбГЭУ. 2017. № 1 (1). С. 532–537.

THE GEOGRAPHY OF INNOVATION INFRASTRUCTURE OF THE COASTAL EXCLAVES OF RUSSIA

Mikhaylova A. A.¹, Samusenko D. N.²

¹ *Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

² *Institute of Geography of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*
E-mail: tikhonova.1989@mail.ru, konfederator@mail.ru

The creation of various types of innovation infrastructure facilities is an important factor in the innovative development of regions. Innovatively strong regions have a high institutional density, i.e. a density of innovative and supportive infrastructure facilities based on the number of innovative companies. The spatial heterogeneity and uniqueness of the innovation profile of specific regions requires taking into account their individual needs when creating the institutional framework for supporting innovation. Different regions require a different set of innovative infrastructure, and the facilities of the same type (for example, business incubators, technology parks, etc.) can have different specifics of functioning in accordance with the sectoral structure of the regional economy.

In this study, the focus is shifted to the features of the innovation infrastructure of coastal regions, namely, coastal exclaves, as territories for which increasing the innovativeness of maritime activities (especially maritime transport) is a matter of economic security. A hypothesis has been put forward that the pronounced maritime specialization of the economy has a strong impact on the formation of the needs of the coastal region in the corresponding specific innovative infrastructure. The article classifies different types of effects that a coastal position can have on the innovative development of regions, namely territorial, economic, technological, social, military-political, and environmental. The specifics of innovative maritime activities (tourism, fishing, shipbuilding, naval, transport and logistics, high technology, mixed) are identified, which must be taken into account by management bodies in developing mechanisms to support the formation of a system of innovation infrastructure facilities in the coastal region.

The study is conducted on the materials of the Kaliningrad region (with a separate allocation of Kaliningrad), the Republic of Crimea and the city of federal significance Sevastopol. The data on the number, types, localization and specialization of innovation infrastructure facilities operating in the regions are analysed; vector of regional interests in the innovation sphere; the structure of their economy and the level

of its innovative development. Based on the results of the study, cartographic material is compiled showing the distribution structure and territorial location of innovation infrastructure organizations in selected regions relative to other objects of the innovation economy (scientific organizations and small innovative enterprises).

It is shown that maritime specialization is one of the leading in the innovative economies of the Kaliningrad region, the Republic of Crimea and Sevastopol. Therefore, a significant part of innovation infrastructure facilities has specifics that are correlated with the types of maritime activities. The specifics of maritime innovative activities are different for the Republic of Crimea, Sevastopol and the Kaliningrad region. According to the analysis of strategic development priorities of the studied regions, their need for the formation of a maritime innovative infrastructure will increase. Currently, the number of innovative and supporting infrastructure in the Kaliningrad region and on the Crimean peninsula is insufficient and has a high degree of localization in the largest cities – Kaliningrad and Sevastopol, Simferopol. A significant role in the formation of a system of infrastructural support for innovation is assigned to leading universities in the regions.

Keywords: regional innovation system, coastal region, coastal city, coastalisation, maritime innovative specialization.

The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Foundation for Basic Research (project 18-310-20016 «Coastal cities in innovation spaces of the European part of Russia»).

References

1. Luk'yanova S. E. Sushchnost', struktura i modeli formirovaniya regional'nykh innovatsionnykh system (The essence, structure and models of the formation of regional innovation systems). Uchenyye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta, 2015, no 1 (49), pp. 59–63 (in Russian).
2. Mikhaylova A. A. Innovatsionnaya bezopasnost' regiona: nauchnaya konstruktsiya ili politicheskaya neobkhodimost'? (Innovation security of region: scientific construct or political necessity?) Innovatsii, 2018, no 231 (1), pp. 79–86 (in Russian).
3. Berezhnaya I. V., Mikhurinskaya Ye. A., Smirnova Ye. A. Regional'nyye problemy innovatsionnogo razvitiya (Regional problems of innovative development). Simferopol': IT «ARIAL», 2012, 226 p. (in Russian).
4. Gerasimenko T. I., Semonov Ye. A. Ekonomiko-geograficheskoye i geopoliticheskoye polozheniye kak integral'naya prostranstvennaya kategoriya (Economic-geographical and geopolitical position as an integral spatial category). Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2015, no 1 (176), pp. 156–161 (in Russian).
5. Zemtsov S. P., Baburin V. L. Otsenka potentsiala ekonomiko-geograficheskogo polozheniya regionov Rossii (Estimation of the potential of the economic and geographical position of the regions of Russia). Ekonomika regiona, 2016, Vol. 12, no 1, pp. 117–138 (in Russian).
6. Mikhaylov A. S., Mikhaylova A. A., Savchina O. V. Coastal regions as innovation gateways: the new industrialization development trajectory. 2nd International Scientific conference on New Industrialization: Global, national, regional dimension. Social Science, Education and Humanities Research, 2019, vol. 240, pp. 605–610.
7. Yeremeyev S. Megapolis v natsional'noy innovatsionnoy sisteme (Megapolis in the national innovation system). Vestnik Instituta ekonomiki RAN, 2009, no 3, pp. 256–263 (in Russian).

8. Zubarevich N. V. Goroda kak tsentry modernizatsii ekonomiki i chelovecheskogo kapitala (Cities as centers of modernization of the economy and human capital). *Obshchestvennyye nauki i sovremennost'*, 2010, no 5, pp. 5–19 (in Russian).
9. Oseyevskiy M. E. Sotsial'nyye oriyentiry innovatsionnogo protsesssa: rol' krupnykh gorodov (Social guidelines for the innovation process: the role of large cities). *Innovatsii*, 2012, no 7 (165), pp. 20–25 (in Russian).
10. Baburin V. L., Zemtsov S. P. Geografiya innovatsionnykh protsessov v Rossii (Geography of innovation processes in Russia). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*, 2013, no 5, pp. 25–32 (in Russian).
11. Veselovsky M. Y., Kirova I. V., Reznikova A. V., Rybchichuk O. A. Main lines of innovative management in the Moscow Region. *Life Science Journal*, 2014, no 11(12), pp. 252–254.
12. Asheim B. T., Grillitsch M., Tripl M. Regional innovation systems: past – present – future. *Handbook on the Geographies of Innovation*, 2016, pp. 45–62.
13. Shepelev G. V. Problemy razvitiya innovatsionnoy infrastruktury (Problems of the development of innovative infrastructure). *Innovatsii*, 2005, no 2, pp. 6–15 (in Russian).
14. Lenchuk Ye. Formirovaniye innovatsionnoy infrastruktury v rossiyskikh regionakh (Formation of innovative infrastructure in the Russian regions). *Vestnik Instituta ekonomiki RAN*, 2013, no 5, pp. 76–91 (in Russian).
15. Verna V. V. Razvitiye innovatsionno-investitsionnoy deyatel'nosti v respublike Krym na sovremennom etape (Development of innovation and investment activity in the Republic of Crimea at the present stage). *Innovatsionnaya Nauka*, 2015, no 5, pp. 64–69 (in Russian).
16. Olkiewicz M., Wolniak R., Eva-Grebski M., Olkiewicz A. Comparative Analysis of the Impact of the Business Incubator Center on the Economic Sustainable Development of Regions in USA and Poland. *Sustainability*, 2019, no 11 (173), pp. 1–22.
17. Rozhkov-Yur'yevskiy YU. D. Kaliningrad i Krym kak eksklavy Rossii. Skhodstva i razlichiya, vzaimnyye svyazi (Kaliningrad and Crimea as Russian exclaves. Similarities and differences, mutual relations). *Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Yestestvennyye i meditsinskiye nauki*, 2016, no 3, pp. 28–44 (in Russian).
18. Strategiya innovatsionnogo razvitiya promyshlennosti Kaliningradskoy oblasti. Prikaz Ministerstva po promyshlennoy politike, razvitiyu predprinimatel'stva i trgovli Kaliningradskoy oblasti № 17 ot 27.02.2018 (in Russian).
19. Sotsial'no-ekonomicheskoye razvitiye Respubliki Krym i g. Sevastopolya do 2020 goda. Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii № 790 ot 11.08.2014 (in Russian).
20. Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya g. Sevastopolya do 2030 goda. Zakon goroda Sevastopol' ot 18.06.2017 (in Russian).
21. Strategiya prostranstvennogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda. Rasporyazheniye Pravitel'stva RF № 207-p ot 13.02.2019 (in Russian).
22. Reyting innovatsionnykh regionov Rossii. AIRR, 2018. URL: <http://www.i-regions.org/reiting/rejting-innovatsionnogo-razvitiya/2018> (in Russian).
23. Reyting innovatsionnogo razvitiya sub'yektov Rossiyskoy Federatsii. Vol. 5 / eds. L. M. Gokhberga; Vysshaya shkola ekonomiki, Moscow, 2017, 260 p. URL: <https://issek.hse.ru/data/2017/06/09/1170533818/RIR2017.pdf> (in Russian).
24. Uroven' razvitiya nauki i tekhnologiy v regionakh Rossii: reyting RIA, 2018. URL: <http://riarating.ru/infografika/20181017/630109152.html> (in Russian).
25. Baltiyskiy Gosudarstvennyy rybopromyshlennyy trest. Iz istorii uchrezhdeniy, predpriyatiy i organizatsiy. URL: <http://gako.name/publikatsii/iz-istorii-uchrezhdeniy-predpriyatiy-i-organizatsiy-/baltiyskiy-gosudarstvennyy-rybopromyshlennyy-trest/> (in Russian).
26. Vol'khin D. A. Transformatsiya ekonomicheskoy bezopasnosti Kryma v usloviyakh integratsii v rossiyskoye sotsial'no-ekonomicheskoye prostranstvo (Transformation of the economic security of Crimea in the context of integration into the Russian socio-economic space). *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*, 2019, Vol. 5, no 2, pp. 79–91 (in Russian).
27. Luk'yanova S. E. Kontseptual'nyye osnovy formirovaniya regional'noy innovatsionnoy sistemy v respublike Krym (Conceptual foundations of the formation of a regional innovation system in the

- Republic of Crimea). Uchenyye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta, 2015, no 2 (50), pp. 54–58 (in Russian).
28. Chaykina Ye. V., Chaban D. S. problemy finansirovaniya innovatsionnoy deyatel'nosti Respubliki Krym (Problems of financing innovative activity of the Republic of Crimea). Aktual'nyye problemy i perspektivy razvitiya ekonomiki: rossiyskiy i zarubezhnyy opyt, 2019, no 20, pp. 56–59 (in Russian).
 29. Borshch L. M., Tsokhla S. YU., Simchenko N. A., Burkal'tseva D. D., Gerasimova S. V. Regional'naya ekonomika Kryma: toчки rosta (Regional economy of Crimea: growth points). Simferopol', 2017. 284 p. (in Russian).
 30. Dyshlovoy I. N., Prokhorova O. V. Klasterizatsiya kak innovatsionnaya forma effektivnogo upravleniya predpriyatiyami sanatorno-kurortnogo kompleksa Kryma (Clusterization as an innovative form of effective management of enterprises of the sanatorium-resort complex of Crimea). Ekonomicheskyy Rost: Faktory i mekhanizmy ustoychivogo razvitiya. Penza: «Nauka i Prosveshcheniye», 2017, pp. 142–150 (in Russian).
 31. Kiril'chuk S. P., Koshkid'ko V. V. Napravleniya realizatsii klasternogo mekhanizma ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Krym (Directions for the implementation of the cluster mechanism of economic development of the Republic of Crimea). Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Ekonomika i upravleniye, 2017, no 3 (69), pp. 43–55 (in Russian).
 32. Sivash O. S. Osobennosti gosudarstvennoy podderzhki investitsionnoy deyatel'nosti v respublike Krym (Features of state support of investment activity in the Republic of Crimea). Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskkiye nauki, 2018, Vol. 11, no 1, pp. 110–121 (in Russian).
 33. Kiril'chuk S. P., Chernyavaya A. L. Analiz klasternogo razvitiya v respublike Krym i benchmarking innovatsionnogo razvitiya klastera sel'skogo zelenogo turizma (Analysis of cluster development in the Republic of Crimea and benchmarking of the innovative development of a cluster of rural green tourism). Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Ekonomika i upravleniye, 2019, Vol. 5, no 1, pp. 46–53 (in Russian).
 34. Piskun Ye. I. Vozmozhnosti i ugrozy realizatsii innovatsionnogo stsenariya razvitiya respubliki Krym (Opportunities and threats for the implementation of the innovative scenario for the development of the Republic of Crimea). Vestnik fakul'teta upravleniya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta, 2017, no 1 (1), pp. 532–537 (in Russian).

Поступила в редакцию 17.09.2019

УДК 314.74

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА МИГРАЦИЮ НАСЕЛЕНИЯ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Плачинта И. Г.

*Кокшетауский Государственный Университет имени Ш. Ш.Уалиханова, г. Кокшетау,
Республика Казахстан
E-mail: plachinta-ivan@mail.ru*

В статье рассматривается метод гравитационного моделирования, используемый для выявления связи между миграцией населения и экономическим фактором. В первой части охарактеризованы понятие «экономическая эффективность» и миграционная ситуация в Акмолинской области. Во второй части изложена сущность метода гравитационного моделирования (приемы шкалирования и критериального оценивания), показаны способы применения данного метода, высчитан показатель корреляции, проведен анализ гравитационного индекса и сальдо миграции. Проведенное исследование отражает возможность использования метода гравитационного моделирования при выработке стратегии развития региона.

Ключевые слова: экономическая эффективность, миграция, гравитационное моделирование, геоинформационные системы.

ВВЕДЕНИЕ

Современная миграция представляется достаточно уникальным социально-экономическим явлением, в основу которого положен комплекс факторов. Исследование причин миграции может прояснить состояние производительных сил в территориально-общественной системе. При депрессивном состоянии миграция является следствием отрицательных экономических процессов. При прогрессивном – миграция представляется результатом конкуренции между экономиками регионов. Определение региона по отношению к двум состояниям может дать основу для выработки мер управления экономикой региона и его демографического развития.

В Северном Казахстане в период после обретения независимости промышленный комплекс претерпел множественные изменения, как правило, отрицательного характера. И это внесло свою лепту в процессы миграции населения. Последние 10–15 лет складывается устойчивое понимание того, что миграция в макрорегионе является ответной реакцией населения на складывающуюся экономическую ситуацию с учетом приграничных районов соседних государств. Безусловно, что в развивающихся странах и странах с переходной экономикой, к которым относится и Казахстан, существуют районы освоения, передового развития и периферии, которые и создают территории с различным уровнем экономического развития. Данные территории, обладая хозяйственным потенциалом, остаются, по-прежнему, на разных ступенях развития, что указывает на наличие разной степени экономической эффективности использования природных, промышленных, экономических ресурсов. В данном контексте, большой интерес представляет изучение связи между различиями в экономической эффективности и уровнем миграции в соответствующих районах

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА МИГРАЦИЮ НАСЕЛЕНИЯ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

страны.

Северный Казахстан в последние десятилетия демонстрирует неоднозначные демографические процессы. С одной стороны, естественный прирост стабилизировался, лишь только в нескольких районах наблюдается естественная убыль населения, а также значительно снизился миграционный оборот за счет снижения иммиграции. С другой стороны, крупные экономические центры, включая столицу формируют миграционные потоки, благодаря которым образуются районы «демографического бегства». Все данные тенденции отражены в демографической ситуации Акмолинской области, для которой соседство со столицей приносит как положительный эффект в экономике и демографии одних районов, так и отрицательный – для периферийных.

1. МИГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Демографическая ситуация в Акмолинской области складывалась долгое время под влиянием исключительно миграции. В демографии области можно выделить три этапа:

- этап внешней иммиграции населения (90-е года прошлого века);
- этап внутренней иммиграции (2000–2011);
- этап стабилизации естественного прироста и начало роста численности населения.

В соответствии с материалами статистики [1,2] был составлен график изменения естественного и миграционного прироста, по которому можно охарактеризовать данные этапы (рис. 1). На первом этапе в этническом составе области весомую долю составляли русские и украинцы. Естественный прирост данных этносов имеет низкие показатели. В то же время преобладал высокий уровень миграции в страны ближнего и дальнего зарубежья, что находит свое отражение в зарубежной иностранной литературе [3]. На втором этапе возникли первые признаки демографической стабилизации: резко снижается миграционный оборот, а преобладающее направление миграции сменяется с внешнего на межрегиональное, но миграционную убыль естественный прирост не компенсирует. Снижение миграционного оборота не следует привязывать с падением численности некоренных народов. Наоборот, в ряде районов доля русскоязычного населения достигала 40–50%. С развитием столичной зоны появляется новая точка демографического роста – пригородная зона в Целиноградском районе, что является первым признаком положительного влияния экономического фактора. В отдельные годы усиливается приток мигрантов из других регионов Казахстана в Целиноградский район, что связано с низкой стоимостью недвижимости и близостью столицы. В 2003 и 2006 годах фиксируются первые положительные сальдо миграции.

На третьем этапе большинство районов благодаря преобладанию коренного населения демонстрируют стабильный естественный прирост. При этом основной поток миграции сосредоточен на межрегиональном направлении. Отмечаемые на графике положительные миграционные приросты в отдельные годы связаны с переселением репатриантов из Китая, Монголии и Узбекистана. В течение

последнего этапа наблюдаются скачки миграции, что вызвано волнами оттока населения из районов-доноров в столицу, Алматы и промышленные регионы Западного Казахстана.

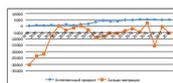


Рис. 1. График изменения демографических показателей по Акмолинской области.

Структура миграции за 2017 год (рис. 2) отражает ведущую роль межрегионального направления, что вызывается различиями в уровне экономического развития отдельных регионов. В то же время необходимо отметить, что эти тенденции захватывают не только коренное население, но и некоренное. В частности, это касается самой многочисленной диаспоры среди некоренного населения – русских. Хотя русские составляют основную часть внешней иммиграции, но эта доля не превышает 30% от общего объема иммиграции данного этноса.

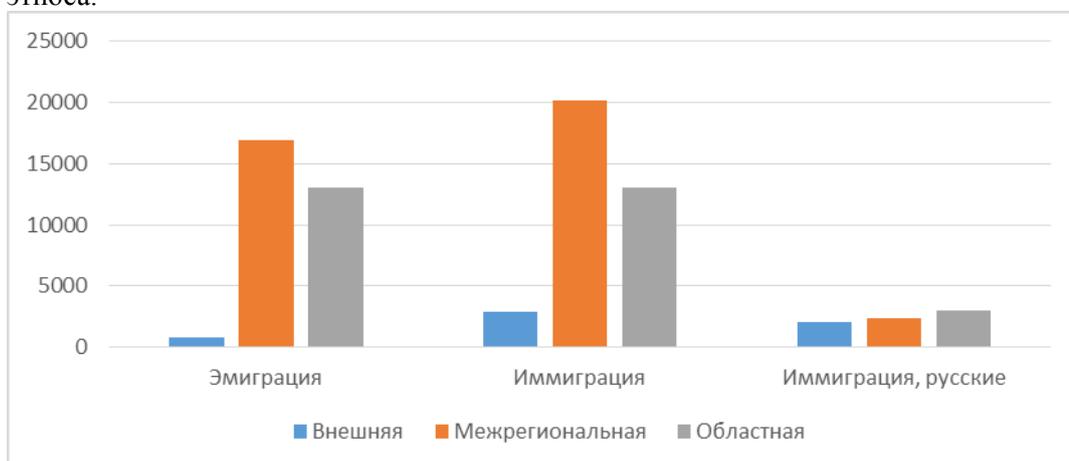


Рис. 2. Структура миграции населения за 2017 год.

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА МИГРАЦИЮ НАСЕЛЕНИЯ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Таким образом, исходя из вышесказанного, остановимся на основных выводах по анализу демографической ситуации:

- миграция является весомым фактором в формировании общего роста численности населения, и чаще всего с отрицательным знаком;
- преобладание межрегиональной миграции, в частности переток населения в столицу, указывает на наличие экономического фактора в качестве причины;
- население области, вне зависимости от национальной принадлежности, одинаково участвует в миграционных потоках.

2. ИЗУЧЕННОСТЬ ПОНЯТИЯ «ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ»

Термин «экономическая эффективность» пришел из зарубежной социологии и общественной географии. Его основоположник, Парето В., рассматривал экономическую эффективность как состояние социально-экономической системы [4]. В более поздних работах исследователи данного понятия приходили к мысли, что состояние системы характеризуется с позиции эффективности в использовании ресурсов. При этом территориальный охват исследования «экономической эффективности» включал как национальный уровень [5], так и вовсе локальный [6]. Данные работы подталкивают к следующей мысли, что в экономической географии понятие «экономическая эффективность» можно использовать с позиции реализации потенциала или ресурсов в развитии экономики. Экономический фактор, являющийся одной из причин миграции, имеет комплексную основу. Иными словами, разные экономические показатели могут лечь в основу экономического фактора миграции. И если понятие «экономической эффективности» перевести в конкретный обобщающий показатель, то это станет основой для математической оценки экономического фактора миграции. В этом случае показатель экономической эффективности должен складываться из суммы значений по отдельным экономическим показателям. В работах Нестерова А. А. приводится перечень таких показателей, выделенных при изучении регионов европейской части России. В качестве основных им были выделены: уровень инвестиций, уровень дохода (начисленная зарплата), уровень занятости, уровень обеспеченности жилищными помещениями на душу населения, уровень смертности [7].

3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методика исследования базируется на гравитационном происхождении миграции. Согласно данному мнению миграция населения идентична перемещению электронов в магнитном и электрическом поле между двумя источниками энергии. Так следует, что чем больше разность потенциалов между двумя источниками энергии (иными словами, напряжение), тем больше поток электронов. Возвращаясь к данному исследованию, отметим, что в качестве источников энергии необходимо понимать экономические центры (населенные пункты), тогда разность потенциалов – различия в уровнях экономической эффективности. Таким образом, остается математически выразить сам показатель.

При изучении миграции по отношению к экономической эффективности

необходимо понять, какие критерии следует использовать и в каких пороговых значениях. В качестве критериев в предыдущих исследованиях использовались:

- объем промышленного производства;
- объем инвестиций в основной капитал;
- средний уровень номинальной заработной платы;
- объем выполненных строительных работ;
- демографическая «масса» населенных пунктов [8,9].

Однако, рассматривая вопрос трудоустройства населения, находим, что в городах с деградированным промышленным сектором и в районах с богатым природно-рекреационным потенциалом объекты гостиничного бизнеса и туризма позволяют значительно понизить уровень безработицы. Проанализировав материалы современных работ, находим, что туризм выделяется не только как средство для усиленного развития региона [10], но и как фактор в экономическом росте макрорегиона [11]. Во многом это объясняется тем фактом, что туризм используется как основное средство для решения проблем занятости населения, особенно в депрессивных районах [12]. Поэтому в рамках данного исследования был использован шестой критерий – туризм и гостиничный бизнес («стоимость услуг объектов размещения»).

В качестве пороговых значений были использованы следующие:

- максимальный показатель по республике;
- средний показатель по республике;
- средний показатель по экономическому району (Северный Казахстан) или по Акмолинской области.

Для реализации оценки критериев был использован прием шкалирования, где каждое пороговое значение имеет определенный балл в соответствии с его значимостью (рис. 3). Так наивысший балл имеет пороговое значение максимального показателя по стране. Между пороговыми значениями приведены промежуточные с делениями по 0,33 и 0,66 или 0,25, 0,5 и 0,75. На рисунке 3 показаны условные значения экономического показателя (сверху) и соответствующие баллы (снизу) согласно пороговым значениям. В конечном результате, если населенный пункт имеет значения экономических показателей ниже средних по экономическому району или области, то баллы по демографической «массе» распределены на основе классификации городов по численности населения. Так, для балла 1 дано население в 10 000 жителей (малый город), 2 – 100 000 жителей (средний город), 3 – 1 млн. жителей.

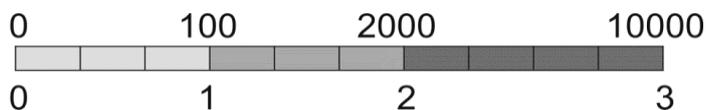


Рис. 3. Шкала оценивания экономических показателей.

После расчета баллов для каждого населенного пункта необходимо произвести расчет гравитационной модели по формуле 1 [13]:

$$V_j = P_j + \sum_{i=1}^{n-1} V_j^i = P_j + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{P_j^i}{r_{ij}} \quad (1)$$

В данной формуле V_j – гравитационный индекс населенного пункта, P_j – значение собственного потенциала, полученного в результате суммирования баллов, $\sum V_j^i$ – сумма наведенного потенциала, определяемого отношением потенциалов соседних населенных пунктов к расстоянию между ними.

Исходя из данной формулы, наибольший гравитационный индекс могут иметь не только крупные экономические центры, но и небольшие населенные пункты, расположенные вблизи них за счет наведенного потенциала.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении расчетов были взяты два варианта гравитационного моделирования:

- на региональном уровне («взгляд из вне»);
- на областном уровне («взгляд изнутри»).

Основной вариант гравитационного моделирования основан на региональном уровне, так как позволяет получить обобщенный вариант модели без уточнения межрайонных различий. При гравитационном моделировании была использована сеть из 161 населенного пункта, состоящая из городов, районных центров, населенных пунктов периферийной зоны. При расчете гравитационного индекса необходимо отметить, что в показателе собственного потенциала использовались данные по районам. Эти значения присваивались населенным пунктам, где расположены источники данного потенциала (объекты производства и размещения, крупные строительные проекты и т.п.). Только значение демографической «массы» для каждого населенного пункта индивидуально. В таблице 1 приведены некоторые данные по результатам вычислений.

Нижеприведенная таблица демонстрирует определенные закономерности в отношении собственного и наведенного потенциала. По данным за 2017 год собственный потенциал по населенным пунктам Акмолинской области имеет значение, равное демографической «массе». Этот факт не отрицает возможность существования определенных производственных мощностей, но уровень производства товаров и услуг в стоимостном выражении ниже, чем в среднем по Северному Казахстану. Единственным исключением стал город Щучинск и прилегающие населенные пункты Щучинско-Боровской курортной зоны за счет функционирования сети отелей и гостиниц. Гостиничный бизнес оказывает положительную роль на развитие населенных пунктов не только в Бурабайском районе, но в соседнем районе Биржан Сал. Однако хозяйственный потенциал этого района намного выше, что связано с размещением также там игровой зоны, коих в Казахстане всего две. При кажущейся высокой инвестиционной привлекательности района реальный приток инвестиций на уровне среднеобластных значений, как в Аршалынском, Целиноградском, Ерейментауском районах, где нет действующих рекреационных зон. Сдерживающим фактором можно выделить экологические нормы, связанные с размещением национального парка.

Составные показатели гравитационного индекса

Район	Населенный пункт	Демографическая «масса»	Собственный потенциал	Наведенный потенциал
по Акмолинской области				
Кокшетау	г. Кокшетау	2,0	2,0	0,399
Аккольский	г. Акколь	1,0	1,0	0,497
Степногорск	г. Степногорск	1,25	1,25	0,459
Бурабайский	г. Щучинск	1,5	3	0,41
Целиноградский	с. Акмол	0,5	0,5	0,73
	с. Кабанбай Батыр	0,5	0,5	0,768
Зерендинский	с. Зеренды	0,5	0,5	0,436
Атбасарский	г. Атбасар	1,25	1,25	0,361
Ерейментауский	г. Ерейментау	0,75	0,75	0,46
Жаркаинский	г. Державинск	0,5	0,5	0,293
сопредельные территории				
Нур-Султан	г. Нур-Султан	3,0	14,66	0,37
Караганды	г. Караганды	2,5	3,49	0,68
Павлодар	г. Павлодар	2,25	3,9	0,44

Возвращаясь к оценке собственного потенциала, выделим Кокшетау, где гравитационный индекс складывается из демографической «массы» и наведенного потенциала. Экономическая ситуация в городе характеризуется постепенным восстановлением промышленного комплекса, который был серьезно деградирован в 90-х годах. Закрыт завод фарфорофаянсовой промышленности; испытывают определенные трудности завод по производству радиооборудования, автосборочные производства; более успешен приборостроительный завод. Из новых производств можно отметить производство полимерных материалов. Но уровень данных производств не обеспечивает высоких производственных показателей даже на среднерегionalном уровне по Северному Казахстану. Аналогичная ситуация складывается в областном центре соседнего региона – в Петропавловске, где размещались крупнейшие в СССР заводы тяжелого военного машиностроения. Деградация промышленного комплекса лишь отчасти компенсируется административным статусом данных городов, что и обеспечивает незначительное положительное сальдо миграции в отдельные годы. Экономический кризис в экономике страны может полностью нивелировать влияние административного статуса на привлекательность Кокшетау в качестве центра миграции.

В качестве следующего интересного факта охарактеризуем значения наведенного потенциала. Невысокие экономические показатели частично могут быть компенсированы наведенным потенциалом, который определяется близостью к крупным экономическим центрам. В пределах Акмолинской области размещается столичный анклав, для которого характерен высокий уровень экономического

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА МИГРАЦИЮ НАСЕЛЕНИЯ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

развития. Так, г. Нур-Султан является лидером по размерам строительства и эффективности объектов размещения на национальном уровне. Целиноградский район, занимающий большую часть пригородной зоны столицы, является лидером по механическому притоку населения в Акмолинской области. Чем дальше от столицы, тем меньше наведенный потенциал и меньше миграционная привлекательность. Кроме столицы, наведенный потенциал имеет небольшие величины (0,4–0,5) от г. Кокшетау. А населенные пункты периферийной зоны имеют самый низкий показатель наведенного потенциала (до 0,3). Таким образом, гравитационное моделирование позволяет не только вычислить главные экономические центры, но и зафиксировать их влияние на прилегающие районы.

Результаты расчетов гравитационного индекса были реализованы посредством ГИС ArcGIS в виде раstra, созданного по способу естественной окрестности (рис. 4).

В гравитационной модели необходимо отметить ключевые пороговые значения:

- 5 баллов – соответствует экономическим показателям на уровне средних по Северному Казахстану;

- 10 баллов – соответствует экономическим показателям на уровне средних по стране.

В пределах Акмолинской области только столица создает мощный центр притяжения населения на основе экономического фактора, чему способствует формирование экономической оси Нур-Султан – Караганды. На остальной территории области населенные пункты с небольшими объемами производства, либо строительства, либо эффективности объектов размещения создают незначительные колебания гравитационного индекса. Но эти колебания могут формировать центры внутрирайонной миграции под воздействием центростремительных процессов. К таковым населенным пунктам можно отнести г. Кокшетау, г. Щучинск, г. Макинск г. Степногорск, г. Атбасар. Последние два населенных пункта расположены в слабонаселенных степных районах области, поэтому центростремительные процессы там могут быть сильнее. Остается проследить соответствие гравитационной модели показателям сальдо миграции. Для выполнения данной задачи была использована функция «Метод главных компонент» из инструмента пространственного анализа «Spatial Analyst» ArcGIS. Данная функция позволяет вычислить ряд показателей, в том числе корреляцию.

Показатели миграции были переведены в промилле. В статистических сборниках данные приводятся только в разрезе городского и сельского населения. Данные по сельскому населению были присвоены точкам сел и аулов соответствующих районов. Из точек по данным сальдо миграции был сформирован растр способом «Естественная окрестность». Для сопоставления данных с единым пространственным охватом растры по миграции и гравитационной модели были обрезаны по контуру области и столичному округу (рис. 5).

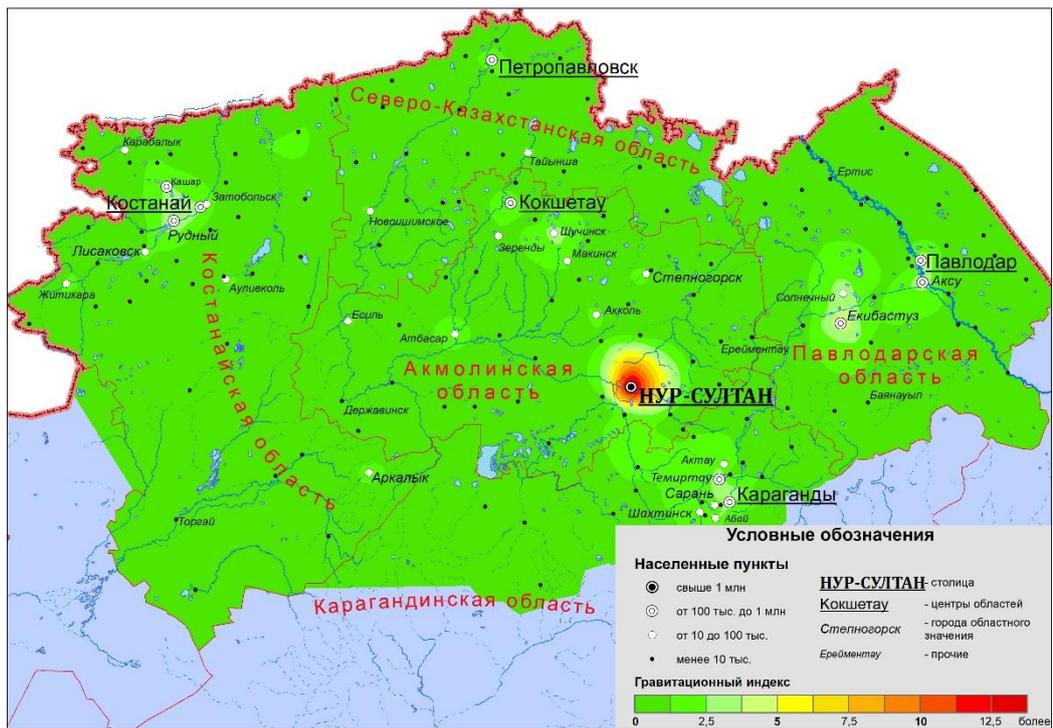


Рис. 4. Гравитационная модель по материалам за 2017 год.



Рис. 5. Сравнение сальдо миграции (слева) и гравитационного индекса (справа) для территории Акмолинской области

В ходе сопоставления карт несложно проследить, что главные районы миграции в области связаны с пригородной зоной столицы с вектором к Карагандинской агломерации и с городами Щучинск-Кокшетау. Положительная динамика по г. Акколь связана со значительным притоком репатриантов из Центральной Азии в

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА МИГРАЦИЮ НАСЕЛЕНИЯ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

2017 году. В остальном сальдо миграции плавно понижается до отрицательных значений вплоть до 30 промилле к приграничным районам (особенно на западе), что сходится с расположением экономической «периферии» области. При расчете корреляции посредством вышеописанного функционала ArcGIS была выявлена положительная связь между значениями миграции и гравитационной модели по территории Акмолинской области. Значение корреляционного показателя составило 0,55741. Таким образом, данный метод позволяет привязать экономические показатели и к значениям миграции.

Заключительная часть исследования связана с изучением внутренней дифференциацией гравитационного поля. Способ моделирования «из вне» универсален для изучения обширных пространств, но практически полностью утрирует внутренние микроразличия. Для этого было проведено повторное гравитационное моделирование, но с использованием средних значений по Акмолинской области в качестве первого порогового показателя шкалы оценивания. Полученная гравитационная модель (рис. 6) демонстрирует более детализированную экономическую ситуацию.

Получаемая модель отражает экономическую ситуацию как бы «глазами» жителей районов. Например, несмотря на общий невысокий уровень экономического развития области для сельских жителей жизнь в городах со статусом районного центра более привлекательна, чем в сельской местности. Но привлекательность сельской местности центральных районов области от периферийных также разнится. Следует обратить внимание на темно-зеленые полосы (рис. 6) на юго-западе и северо-востоке области. Они совпадают с районами наиболее низкой плотности населения. Поэтому можно указывать, что это районы «бегства» населения. В то же время, в центральной части области также существуют темно-зеленые полосы, но они определяются больше периферийным положением в соответствующих районах и отсутствием значимых транспортных путей. Там есть сеть населенных пунктов, но с незначительным числом жителей (от 200 до 1000). Но центральные районы в отношении юго-западных и северо-восточных относительно благополучнее.

Районы с более высокими гравитационными индексами в большинстве случаев имеют транспортно-географическую закономерность размещения. Можно выделить несколько транспортных осей: Есильская (Есиль – Нур-Султан – Ерейментау) и центральная (Кокшетау – Нур-Султан – Караганды). Вдоль первой размещаются преимущественно скопления большого числа сел (Астраханский район) и малые города, представляющие центрами миграции районного значения. По гравитационной модели в качестве таковых представляются Атбасар, Есиль и Ерейментау. Вторая линия захватывает важные промышленно-рекреационные районы и основную часть пригородной зоны столицы с отрогом Нур-Султан – Кабанбай Батыр – Темиртау (южное направление). Роль столицы в обеих ветках достаточно значительная. Практически все населенные пункты благодаря наведенному потенциалу имеют цветовую окраску (желтый оттенок) центра областного значения, а более крупные и близкие к урбанизированной зоне столицы – регионального и республиканского (розовые и красные оттенки). Следует обратить

внимание, что участок Нур-Султан – Караганды в ближайшие десятилетия в случае положительных трендов в промышленном производстве может стать зоной срастания мегаполиса и агломерации. Слабым звеном на данной линии служит участок Аршалы – Осакаровка (Карагандинская область), где отсутствуют промышленные объекты. Данные оси имеют определенную степень привлекательности для миграции.

Из транспортно-географической идеи размещения центров миграции выбивается только моногород с химико-металлургическим производством – Степногорск, построенный в советский период как закрытый городок. Он располагается вне главных транспортных путей, а единственная железнодорожная ветвь из Ерейментау объединяет депрессивные промышленные поселки (Заозерное, Краснофлотское), которые последнее десятилетие стоят на грани закрытия. В этих условиях Степногорск выступает в качестве центра для центростремительных процессов миграции из таких депрессивных населенных пунктов. Пока функционирует химико-металлургический комплекс город будет функционировать и удерживать не только свое население, но поселков-спутников (Аксу и Заводской). В случае негативных экономических сценариев именно вопрос удаленности будет решающим для жителей города в определении места для дальнейшего проживания. Необходимо выделить, что зона центростремительных процессов захватывает удаленные части Уалихановского района Северо-Казахстанской области. Поэтому Степногорск позволяет сдерживать отток населения из всего северо-востока Акмолинской области и сопредельных территорий Северо-Казахстанской.

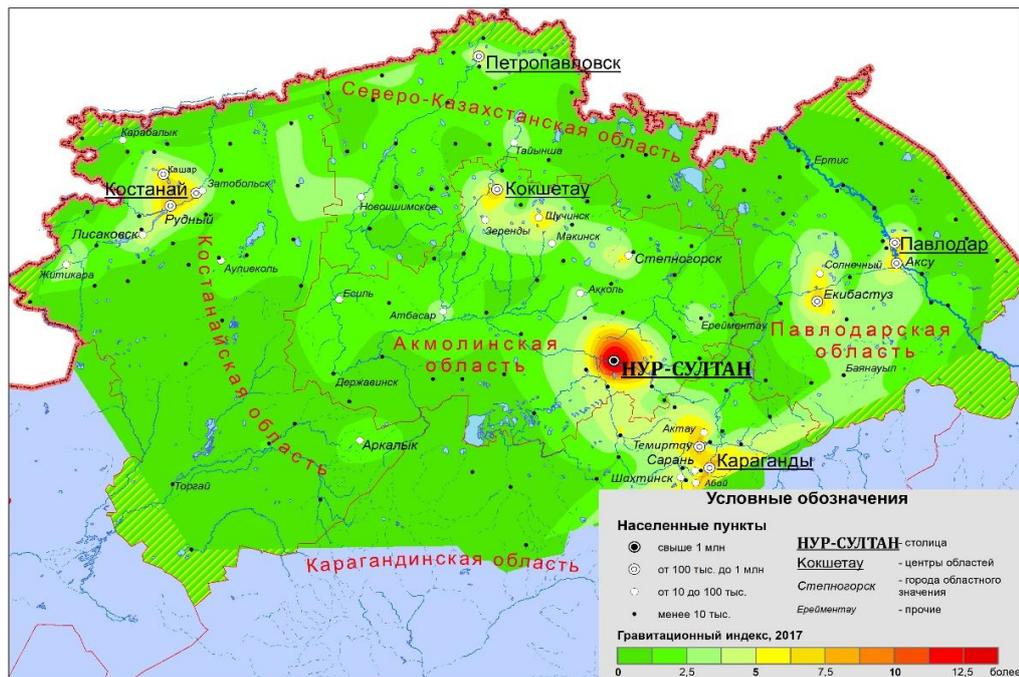


Рис. 6. Гравитационная модель (способ «изнутри»).

ВЫВОДЫ

Исследование математической связи миграции и экономического фактора имеет весомую значимость в определении стратегии развития региона. С помощью данной связи можно точнее определять цели для экономического стимулирования в отдельных районах региона и прогнозировать демографический рост с поправкой на экономический фактор.

Исследование на примере Акмолинской области, где уровень пяти экономических показателей оказался ниже, чем по стране, демонстрирует, что население чутко реагирует на изменения социально-экономической конъюнктуры в пределах Северного Казахстана. Такие события как перенос столицы, открытие курортной зоны могут сыграть решающую роль в формировании демографической картины. Для региона с низким уровнем экономической эффективности и низкой плотностью населения (5 человек на км²), но высоким хозяйственным потенциалом, потеря населения из-за миграции может привести к появлению экономических «белых пятен» и, в конечном итоге, затяжному экономическому кризису. Гравитационная модель, отражая экономическую эффективность, указывает на районы экономического риска. Знания о низкой экономической эффективности районов позволяют формировать стратегии развития области с учетом таких факторов, как экономический кризис на национальном или международном уровне.

В рамках данного исследования главным достижением является определение положительной связи между гравитационным индексом и показателем сальдо миграции. Кроме этого, использование дополнительного показателя позволило точнее определить наличие центра миграции на областном уровне – г. Щучинск, развитие которого определено функционированием курортной зоны. В предыдущих работах г. Щучинск при положительном миграционном притоке считался центром районного уровня.

Центр миграции в столичном округе имеет динамику на расширение в сторону Караганды. Это связано с качественным расширением сети населенных пунктов в юго-восточном направлении в пределах Аршалынского района. В остальной части области выделяются центры миграции районного уровня – малые города. Для них характерно отрицательное сальдо миграции по межрегиональному и внешнему направлениям, которое компенсируется внутрирайонным притоком населения. Последнее ведет к снижению демографической «массы» периферии соответствующих районов. Искусственное переселение, например, в рамках государственных программ, имеет, пожалуй, единичный характер.

Для дальнейшего развития идеи о гравитационном происхождении миграции данное исследование породило несколько путей. Первый связан с расширением экономических показателей в соответствии со значимостью их для населения. Большую проблему играет несовершенство государственной системы сбора статистики в Казахстане. Так фактор реальной безработицы не находит свое отражение в материалах статистики. Его необходимо вычислять путем формирования логического алгоритма по отбору разных групп населения относительно трудоустройства. Другой путь исследования гравитационного моделирования в Акмолинской области и для всего Северного Казахстана ведет к

изучению влияния сопредельных российских регионов, особенно в контексте программы переселения соотечественников. В данном случае необходимо понять величину различий в развитии сопредельных регионов России по сравнению с Акмолинской областью и ответить на вопрос о наличии экономического фактора в переселении русскоязычного населения.

Список литературы

1. Демографический ежегодник Акмолинской области 2010–2017. Кокшетау: Управление статистики Акмолинской области, 2018. С. 37-45.
2. Миграция населения Акмолинской области в 2017 году [Электронный бюллетень]. Режим доступа: <http://old.stat.gov.kz/getImg?id=ESTAT259444>.
3. Bandy A.A., Rather F.G. Socio-economic and political motivations of Russian out-migration from Central Asia // Journal of Eurasian Studies. 2013. № 4. pp. 146–153.
4. Парето В. Компендиум по общей социологии: пер. с итал./ А.А. Зотова. М.: Высшая школа экономики, 2008. 511 с.
5. Tzeremes N.G. The effect of human capital on countries' economic efficiency // Economics Letters. 2014. № 124. pp. 127-131.
6. Растворцева С.Н. Социально-экономическая эффективность регионального развития. М.: Экон-Информ, 2011. 131 с.
7. Нестеров А.А. Обзор факторов, определяющих межрегиональную и региональную миграцию в Российскую Федерацию // Российское предпринимательство. 2015. № 5-2. С. 183-187.
8. Плачинта И.Г. Разработка приема анализа влияния экономического фактора на миграцию (на примере Акмолинской области) // Наука. Инновации. Технологии. 2018. №1. С.131–143
9. Плачинта И.Г. Роль экономического фактора в оттоке населения Акмолинской области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2019. №1. С.39-48.
10. Комаревцева Н.А., Будянская А.О. Влияние туризма на развитие экономики региона (на примере Ставропольского края) // Курортно-рекреационный комплекс в системе регионального развития: инновационные подходы. 2014. №1. С.54-57.
11. Еров Дж.Н. Влияние туризма на экономическое развитие или влияние экономики на туризм. // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. 2016. №2 (204). С.24-32.
12. Дробышев Е.А. Туризм как инструмент решения проблем занятости российского общества. Стратегии социального развития современного общества: российские и мировые тренды // сборник материалов XIV Международного социального конгресса. М.: Российский государственный социальный университет, 2015. С.152-155.
13. Фалейчик Л.М., Горина К.В. Использование ГИС-инструментария в анализе демографических показателей системы расселения Забайкальского края // Вестник Забайкальского государственного университета. 2014. №3. С.45-56.

COMPLEX STUDY OF ECONOMIC EFFICIENCY INFLUENCE ON THE MIGRATION OF THE POPULATION OF THE AKMOLA REGION

Plachinta I.G.

*Sh.Ualikhanov Kokshetau State University, Kokshetau, Republic of Kazakhstan
E-mail: plachinta-ivan@mail.ru*

The article deals with the problem of the influence of the economic factor on the migration of the population. The idea of the gravitational origin of migration has been

taken as the starting point. Within this idea, localities are considered as sources of economic potential and the differences between them form migration flows. The Akmola region, which has low economic indicators, a significant outflow of the population in some years, and also adjoins a more successful region – Nur-Sultan city, was taken as a region for research.

The implementation of the idea of the gravitational origin of migration was carried out using the developed method of gravity modeling. The essence of this method is scoring the most significant sectors of the economy, which play an important role in the social life of the region. The assessment is carried out according to the criteria – the average for the macroregion, country and the highest value. In this case, the relative assessment is based on the concept of “economic efficiency”. A detailed study of the possibilities of the method revealed, on the basis of previous works, two ways of its application. They allow you to look at the gravity model in a generalized form, which is suitable for analyzing a macroregion and in particular for analyzing a specific region.

During the study two gravity models were developed based on the latest statistical data. According to the generalized model, the gravitational index that is above the average for the macro-region only has the suburban area of the capital, which is located mainly in the Tselinograd district. There are separate zones on the rest of the territory with an increased gravitational index but it is below the average level in the macro-region. From this, the notions of migration centers of national, regional and district levels were formed. To the national center of migration, only the suburban zone of Tselinograd district is related, to the regional are Kokshetau and Schuchinsk cities, to the regional are towns and large regional centers with centripetal migration flows. When analyzing the indices of the balance of migration a map was drawn up, according to which similar migration centers were identified – the Tselinograd district, the cities of Kokshetau and Schuchinsk. However, towns still have mostly negative migration balance and intra-district has positive balance. By constructing rasters in ArcGIS based on the generalized gravity model and migration indices of migration, it was possible to calculate the correlation index programmatically. The main achievement of this study was the positive relationship between the gravitational index and migration, which proves the possibility of a mathematical connection.

However, the generalizing gravity model did not answer the question about intraregional economic differences. The second method was used private gravity modeling based on average regional indicators for the Akmola region. As a result, a map was obtained according to the principle “perception by the eyes of the inhabitants” of the region. As a result, it was found out that certain areas among themselves have minor economic differences that increase by means of the transport-geographical position and the presence of certain industries. From general conclusions, it can be concluded that rural areas are areas with high economic risk. In the event of a prolonged economic crisis at the national level, these areas will be the first from which a wave of migrants will go either to the capital and major cities of Kazakhstan, or to Russia. The only obstacle for this wave can be only towns, which will be able to delay a small part of the immigrants.

This study shows the possibility of assessing the economic situation in relation with migration and the conditions for living (wages, unemployment), which further provides an

opportunity to develop strategic programs for the region taking into account force majeure. This is especially true for regions such as the Akmola region, where there is a significant economic potential, which must also be realized.

Keywords: economic efficiency, migration, gravity modelling, geographic information systems.

References

1. Demograficheskij ezhegodnik Akmolinskoj oblasti 2010–2017 (Demographic Yearbook of Akmola Region 2010-2017). Kokshetau: Upravlenie statistiki Akmolinskoj oblasti (Publ.), 2018, pp. 37-45 (in Russian).
2. Migratsiya naseleniya Akmolinskoj oblasti v 2017 godu (Migration of Akmola region population in 2017) [Elektronnyj byulleten']. Rezhim dostupa: <http://old.stat.gov.kz/getImg?id=ESTAT259444> (in Russian).
3. Bandey A.A., Rather F.G. Socio-economic and political motivations of Russian out-migration from Central Asia // Journal of Eurasian Studies, 2013, no 4, pp. 146–153 (in English).
4. Pareto V. Kompendium po obshchej sotsiologii (Compendium on General Sociology): per. s ital. A.A. Zotova. Moskva: Vysshaya shkola ekonomiki (Publ.), 2008, 511 p. (in Russian).
5. Tzeremes N.G. The effect of human capital on countries' economic efficiency // Economics Letters. 2014, no 124, pp. 127-131 (in English).
6. Rastvortseva S.N. Sotsial'no-ehkonomicheskaya effektivnost' regional'nogo razvitiya (Socio-economic effectiveness of regional development). M.: Ehkon-Inform (Publ.), 2011, 131 p. (in Russian).
7. Nesterov A.A. Obzor faktorov, opredelyayushchih mezhregional'nyu i regional'nyu migratsiyu v Rossijskuyu Federatsiyu (A review of the factors determining interregional and regional migration to the Russian Federation). Rossijskoe predprinimatel'stvo, 2015. no 5-2, pp. 183-187 (in Russian).
8. Plachinta I.G. Razrabotka priema analiza vliyaniya ehkonomicheskogo faktora na migratsiyu (na primere Akmolinskoj oblasti) (Development of the analysis method of the influence of the economic factor on migration (on the example of Akmola region)). Nauka. Innovatsii. Tehnologii, 2018, no 1, pp. 131–143 (in Russian).
9. Plachinta I.G. Rol' ehkonomicheskogo faktora v ottoke naseleniya Akmolinskoj oblasti (The role of the economic factor in the outflow of Akmola region population). Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya.Geoecologiya, 2019, no 1, pp. 39-48 (in Russian).
10. Komarevtseva N.A., Budyanskaya A.O. Vliyanie turizma na razvitie ehkonomiki regiona (na primere Stavropol'skogo kraja) (The influence of tourism on the development of the regional economy (on the example of the Stavropol territory). Kurortno-rekreatsiennyj kompleks v sisteme regional'nogo razvitiya: innovatsionnye podhody, 2014, no 1, pp. 54-57 (in Russian).
11. Erova Dzh.N. Vliyanie turizma na ehkonomicheskoe razvitie ili vliyanie ehkonomiki na turizm (The influence of tourism on economic development or the influence of economy on tourism). Vestnik Tadzhikskogo natsional'nogo universiteta. Seriya sotsial'no-ehkonomicheskikh i obshchestvennykh nauk. 2016, no 2 (204), pp. 24-32 (in Russian).
12. Drobyshev E.A. Turizm kak instrument resheniya problem zanyatosti rossijskogo obshchestva. Strategii sotsial'nogo razvitiya sovremennogo obshchestva: rossijskie i mirovyje trendy (Tourism as a tool for solving the problems of employment of the Russian society. Strategies for the social development of modern society: Russian and world trends). Sbornik materialov XIV Mezhdunarodnogo sotsial'nogo kongressa. M.: Rossijskij gosudarstvennyj sotsial'nyj universitet, 2015, pp. 152-155 (in Russian).
13. Falejchik L.M., Gorina K.V. Ispol'zovanie GIS-instrumentariya v analize demograficheskikh pokazatelej sistemy rasseleniya Zabajkal'skogo kraja (The use of GIS tools in the analysis of demographic indicators of the Transbaikalian settlement system). Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta, 2014, no 3, pp. 45-56 (in Russian).

Поступила в редакцию 14.07.2019

УДК 911.3

**РЕТРОСПЕКТИВА ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТЕНЦИАЛА ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ:
ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

Степанов М.А.

*ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Российская Федерация
E-mail: yondaime-13@mail.ru*

Приведены результаты наукометрических исследований защищенных кандидатских и докторских диссертаций, относящихся к туристской тематике, по специальности «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география» с 2000 по 2018 гг., т.к. именно количество выполняемых диссертационных работ является важным критерием научной активности, а также отражает господствующие направления в исследованиях сферы туризма и отдыха. В работе рассматриваются подходы ведущих специалистов в области рекреационной географии 21 века к оценке потенциала территории для развития туризма, выделяются сходства и различия во взглядах ученых на данную проблематику. Автором приводятся результаты публикационной активности в географических туристско-рекреационных исследованиях Центрального Черноземья, которые позволяют разделить все работы на 12 категорий в зависимости от тематики, а также сделать выводы о недостаточной научной освещенности туристской проблематики в макрорегионе. В статье приводятся ряд наиболее значимых работ, посвященных оценке туристско-рекреационного потенциала ЦЧР, выявляются основные методические подходы местных научных коллективов.

Ключевые слова: рекреационная география, география туризма, Центральное Черноземье, наукометрическое исследование, туристско-рекреационный потенциал.

ВВЕДЕНИЕ

Географические науки занимают лидирующие позиции в изучении туризма и рекреации. Большая часть исследований данных сфер человеческой деятельности приходится на такие научные отрасли как рекреационная география и география туризма. В нашей стране основоположниками исследования рекреационной географии являются коллективы физико-географов во главе с В.С. Преображенским и экономико-географов во главе с Минцем А.А. В данной статье преимущественно рассматривается экономико-географическая составляющая, физико-географические исследования в области рекреации будут затронуты лишь незначительно. Впервые курсы по рекреационной географии стали читаться в 1974 г., в Московском и Симферопольском государственных университетах, и лишь к концу семидесятых годов 20 века данное географическое направление стабильно закрепляется в учебном процессе на географических факультетах университетов и педагогических институтов СССР.

Развитие и становление рекреационной географии неразрывно связано с все возрастающими потребностями населения в отдыхе и путешествиях, что стимулировало рекреационное освоение новых территорий. Вопросы изучения «пригодности» определенных территорий для туристско-рекреационной деятельности поставил исследователей перед проблемой изучения потенциала конкретного географического пространства. Определение и оценка туристско-

рекреационного потенциала – комплексная задача, требующая интеграции различных научных дисциплин, в том числе и географии.

1. СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА

В отечественной науке целый ряд специалистов внесли значительный вклад в изучение потенциала территории для осуществления на ней рекреационной деятельности. Среди них Преображенский В.С., Мироненко Н.С., Твердохлебов И.Т., Квартальнов В.А., Дроздов А.В., Колбовский В.Ю., Кулаков А.В., Зорин И.В., Веденин Ю.А., Реймерс Н.Ф., Дорофеев А.А., Кусков А.С. и др. Большинство из работ данных авторов были опубликованы в 20 веке, но тем не менее и по настоящее время служат теоретической базой для современных исследователей географии туризма.

В 21 веке наблюдается возрастание интереса научного сообщества к туристической сфере. Динамика роста теоретических и прикладных задач в рекреационной деятельности требуют от специалистов в туристской отрасли применения междисциплинарного подхода. К сожалению, в этом и заключается одна из современных проблем рекреационной географии – большая часть работ в сфере туризма и отдыха опубликована по экономическим наукам. Данную негативную для географии туризма тенденцию в своей работе подробно описывает Дорофеев А.А. [1], который провел наукометрическое исследование всех кандидатских и докторских диссертаций, посвященных туризму и рекреации на территории Российской Федерации, охватывающее временной промежуток с 2000 г. В результате проведенной работы, А.А. Дорофеев выявил, что за 17 лет в России по туристско-рекреационной тематике было написано 1665 диссертационных исследования по 17 научным дисциплинам лидирующие позиции среди которых приходятся на:

- экономические науки – 840 работ (50,8% от общего числа);
- педагогические науки – 380 работ (23,0 %);
- географические науки – 183 работы (11,1%).

Как можно заметить, абсолютное лидерство занимают экономические науки, что обусловлено целым рядом факторов (например, применение научных разработок для увеличения экономической прибыли на туристских предприятиях, а также значительное превалирование в количественном отношении диссертационных советов по экономике над географическими). Данная тенденция в ближайшие годы сохранится, т.к. число диссертационных советов по географии, особенно по паспорту научной специальности 25.00.24 «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география», неуклонно сокращается. Прекращение работы множества диссертационных советов по данному направлению, а также реорганизация и закрытие кафедр общественно-географического профиля по университетам всей страны, уже в ближайшее время может привести к упадку всей экономико-географической науки [2], что несомненно скажется и на развитии географии рекреационной.

Одним из основополагающих и объективных индикаторов научной

деятельности по тому или иному научному направлению являются кандидатские и докторские диссертации. Количество и вид защищенных диссертаций, основная тематика, география их защит и написания – все это может являться важным критерием оценки успешной научной деятельности определенной отрасли в науке. Рассмотрение проблем изучения туристско-рекреационного потенциала территории целесообразно начать именно с наукометрического анализа всех защищенных кандидатских и докторских диссертаций по этой специальности.

В 2000 г. паспорт данной научной специальности 25.00.24 сменил прошлый 11.00.02. При этом поменялся только шифр, название же сохранилось - «Экономическая, социальная и политическая география». Современный вид специальность приобрела в 2011 г., когда к нему присоединили рекреационную географию. В результате проведенного наукометрического исследования автором была изучена база данных всех защищенных диссертационных исследований на территории Российской Федерации по паспорту 25.00.24 с 2000 г. по 2018 г. включительно. В качестве источника использовалась база данных оцифрованных диссертаций и авторефератов на соискание ученых степеней на сайте Российской государственной библиотеки. [3] Всего за исследуемый период было написано 108 работ по туристско-рекреационной тематике (12,8% от всего числа работ по специальности), из которых 102 кандидатских и 6 докторских диссертаций.

Проблеме изучения туристско-рекреационного потенциала территории посвящено 19 кандидатских и 1 докторская диссертации (при отборе по данному критерию учитывались только работы, в названии которых присутствует термин «потенциал»). Рекреационные исследования потенциала территории занимают 19% от всех диссертаций по туризму и рекреации, что указывает на серьезный интерес к данной проблеме современного географического научного сообщества.

Следует отметить, что для комплексного понимания тенденций в данных работах необходимо их классифицировать. Поскольку основная, поднимаемая автором в работе, проблема имеет явную территориальную принадлежность (туристско-рекреационный потенциал территории), то целесообразно будет разделить все работы, посвященные изучению потенциала, по типу исследуемого географического объекта на пять категорий (рис.1).

Наиболее многочисленной по числу работ оказались диссертационные исследования, где объектом изучения являлись субъекты РФ (области, республики, края). Следующая категория, вторая по количеству диссертаций, была сформирована из исследований, где объекты представлены не административно-территориальными единицами РФ, а конкретными макрорегионами нашей страны - Байкальский регион, Волжский водный путь, Северо-Западный Кавказ, Российское Заполярье, финно-угорские регионы России.

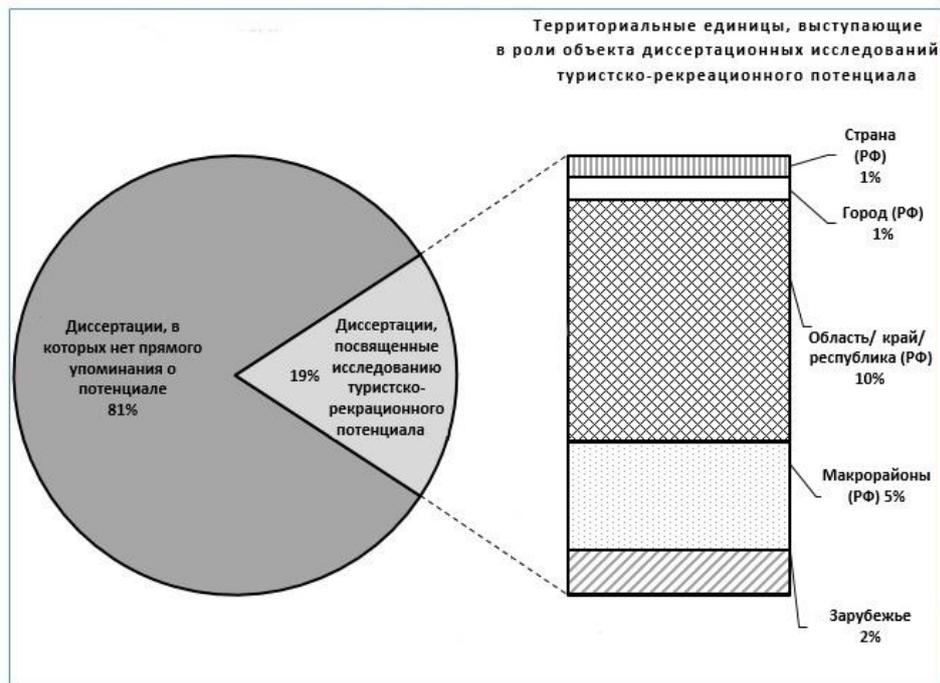


Рис.1. Кандидатские и докторские диссертации по туризму и рекреации по специальности 25.00.24., защищенные с 2000 по 2018 гг.

Две работы были определены в категорию «Зарубежье», т.к. посвящены изучению туристского потенциала Океании и Мангистауской области (Республика Казахстан). По одной работе имеют категории «страна» и «город», рассматривающих в исследованиях Россию и г. Краснодар соответственно. Результаты данной классификации дают нам понимание того, что большинство научных изысканий современных туристско-рекреационных исследований потенциала территорий посвящены субъектам РФ.

В результате критического анализа трудов Яковенко И.М., Гурова С.А., Зырянова А.И., Саранча А.М. автором были выявлены и сгруппированы экспертные мнения ученых об оценке потенциала территории для туристско-рекреационной деятельности (табл.1).

Туристско-рекреационный потенциал территории – одно из самых изученных и используемых понятий в отечественных исследованиях в туризме. В географической науке одними из первых определение данному термину дали Мироненко Н.С. и Твердохлебов И.Т., характеризуя его как «совокупность природных, культурно-исторических и социально экономических предпосылок для организации рекреационной деятельности». [4]

Яковенко И.М. и Гуров С.А. [5] уделяют пристальное внимание разделению таких понятий как «рекреационно-ресурсный потенциал», «рекреационный потенциал», «природно-ресурсный потенциал», «природный рекреационный

потенциал», «туристско-рекреационный потенциал», обращая внимание на их существенные отличия. Они считают, что наиболее целесообразным является термин «туристско-рекреационный ресурсный потенциал» для определения возможностей использования территории для организации туристической деятельности. В структуре туристско-рекреационного потенциала помимо природных и антропогенных ресурсов выделяют природно-антропогенные, куда включают искусственные водоемы, искусственные пляжи и природоохранные территории.

Саранча А.М. важную роль отводит пространственно-временному сочетанию туристских ресурсов, условно отождествляя каждый компонент потенциала с определенном временным промежутком – ресурсы с прошлым, резервы с настоящим, возможности с будущим. Он подчеркивает, что туристско-рекреационный потенциал является динамичным, а его структура и величина могут изменяться в ходе развития самой территории и общественного прогресса. Саранча А.М. обращает внимание на то, что потенциал является субъективной категорией, т.к. ценность его качеств и величина зависят от целей его использования. [6] В оценке потенциала территории выделяет основные типы туристско-рекреационной деятельности, наиболее важные для конкретной территории. [7]

Зырянов А.И. делает акцент на географическом компоненте при оценке потенциала территории, подчеркивая интересную особенность региона и локального места – каждый из них и уникален и типичен одновременно, поэтому при поиске конкурентных туристских преимуществ следует начинать с установления уникальных географических свойств данного пространства.

Мажар Л.Ю. [8] среди компонентов туристско-рекреационного потенциала упоминает лимитирующие факторы, такие как неквалифицированный персонал, недостаточная транспортная обеспеченность, недостаток коллективных средств размещения и др., которые могут существенно нивелировать конкурентные преимущества территории. Туристско-рекреационный потенциал она рассматривает как одну из четырех подсистем, наряду с образованием в сфере туризма, собственно туристско-рекреационной деятельностью и научными исследованиями в туристской сфере, что в комплексе образуют туризм, как системное явление.

Александрова А.Ю. [9] уделяет важное значение именно ресурсному потенциалу туристской деятельности, выделяя такие компоненты потенциала как природные, культурно-исторические, трудовые и капитальные ресурсы. Подробно в работе она уделяет именно капитальным (средства труда, которые создаются человеком для производства с их помощью других услуг и товаров) и трудовым (сознательное раскрытие духовной и физической силы человека, которая направлена на получение доходов с целью удовлетворения своих потребностей), отмечая все возрастающее значение таких компонентов как информация и знания.

Таким образом, определяя и оценивая туристско-рекреационную деятельность все авторы уделяют важнейшее внимание ресурсной составляющей, подчеркивая неразрывность всех компонентов и свойств.

Таблица 1

Подходы авторов к исследованию понятия туристско-рекреационный потенциал региона

Показатели Авторы	Понятие туристско-рекреационного потенциала	Основные компоненты, выделяемые авторами	Методические основы изучения потенциала
Яковенко И.М., Гуров С.А.	«Совокупность предпосылок организации туристско-рекреационной деятельности на определенной территории» [5].	Природные, антропогенные и природно-антропогенные ресурсы.	Географический, математико-статистический, комплексный (методика Мацолы В.И.), экономической оценки, картографический, балльной оценки, экспертный, моделирование, социологический опрос.
Саранча А.М.	«Пространственно-временное сочетание природных, общественных и природно-общественных ресурсов, резервов и возможностей для организации и осуществления туристской деятельности» [6].	Ресурсы, резервы и возможности (РРВ).	Геоинформационный, географический, экспертный, комплексный, социологический опрос, математический, картографический, районирование, системный, исторический, описательный.
Зырянов А.И.	«Собирательное понятие, включающее оценку всех туристских ресурсов и возможностей места» [10].	Топологические, гидролого-климатические, геолого-геоморфологические, биолого-ландшафтные, социально-экономические и культурно-исторические отличительные черты территории.	Сравнительно-географический, картографический, районирования, геоинформационный, математико-статистический, исторический, комплексный, описательный, экономической оценки.

Несмотря на некоторые различия в понимании понятия «рекреационный потенциал», можно отметить общие для всех подходов закономерности, такие как выделение всеми авторами природных и культурно-исторических ресурсов в

структуре потенциала; акцент на комплексности его оценки, с использованием целого ряда методов.

Исследованием туристско-рекреационного потенциала занимаются не только ученые из ведущих научных центров и ВУЗов. По всей территории Российской Федерации коллективы географов ведут активную научную деятельность по изучению туризма и рекреации, и области ЦЧР не являются исключением.

2. ИССЛЕДОВАНИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Центральное Черноземье – макрорегион Российской Федерации, расположенный в Центральном федеральном округе и состоящий из 5 субъектов: Курской, Воронежской, Белгородской, Тамбовской и Липецкой областей. Большинство исследований в географической науке по данному макрорегиону и его областям приходится на промышленность, сельское хозяйство, приграничье, физико-географические аспекты и социально-демографические проблемы

В данной работе исследование публикаций на туристско-рекреационную тематику по Центральному Черноземью будет проводиться путем наукометрического анализа баз данных РИНЦ, доступ к которым осуществлялся через электронный сайт Elibrary.ru [11]. Выборка производилась по 6 основным ВУЗам каждой из областей, где работают научные коллективы географов на одноименных факультетах или институтах естественных наук /наук о Земле – Курский государственный университет, Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Воронежский государственный университет, Воронежский государственный педагогический университет и Тамбовский государственный университет им Г.Р. Державина.

Важно подчеркнуть, что в наукометрическом анализе не учитывались другие государственные ВУЗы областей, в которых публикуются работы (статьи) по туризму, но авторы этих работ являются специалистами экономических, педагогических, архитектурных и др. научных направлений. Стоит отметить и возможную погрешность при анализе БД на сайте Elibrary.ru, т.к. существует вероятность размещения публикаций по географии под иными тематическими направлениями.

Поиск публикаций производился по двум тематическим рубрикам ГРНТИ – «География» и «Внутренняя торговля. Туристско-экскурсионное обслуживание», т.к. определенная часть публикаций по рекреационной географии и географии туризма находится именно во втором тематическом рубрикаторе.

В результате проведенного исследования было проанализировано 2098 публикаций в период с 2000 по 2019 гг., из которых 223 работы были опубликованы по туристско-рекреационной тематике. Наукометрический анализ публикационной активности, проведенный автором, выявил недостаточную научную освещенность перспектив развития туризма и рекреации в Центральном Черноземье – именно комплексным исследованиям всего макрорегиона по рекреационному направлению было посвящено 8 работ (включая 3 работы автора). Стоит также отметить и то, что

5 из 8 работ – публикации аспирантов, и лишь 3 статьи написаны авторами с научной степенью. Основная же тематическая направленность этих работ ориентирована на возможность развития различных видов туризма на территории Центрального Черноземья. Иную ситуацию показал наукометрический анализ публикаций на рекреационную тематику, конкретно по каждой из областей ЦЧР.

Прослеживается положительная динамика увеличения числа публикаций по туризму и рекреации. Как мы видим на графике, в 2000, 2001 и 2002 годах научные работы, индексируемые в РИНЦ отсутствуют, и лишь с 2003 года начинают появляться первые работы в областях ЦЧР по туристской тематике. Это связано не только с недостаточным интересом к сфере туризма, но и с общими тенденциями, касающихся особенностей развития научной электронной библиотеки (НЭБ) Elibrary. Так, например, отсутствие публикаций в 2000-2003 гг. можно объяснить недостаточной технической оснащённостью ВУЗов в то время, а также первыми годами функционирования и самого проекта. Несмотря на то, что формально научная электронная библиотека была создана в 1998 г, фактически функционирует библиотечный сервер только с 2000 г., и лишь с 2005 начинает работу с русскоязычными публикациями [12].

С 2013 года наблюдается интенсивный рост числа публикаций, что можно объяснить, как ростом популярности туристско-рекреационных исследований, так и в целом интенсификацией публикационной активности научных сотрудников во всех научных областях., что также коррелирует с общими тенденциями развития НЭБ - происходит расширение базы данных библиотеки, создание индекса цитирования РИНЦ (с 2005 г.), включение большего числа наименований журналов (для сравнения с 2009 по 2013 гг. наблюдается рост практически на треть – с 27740 до 36026 [13]).

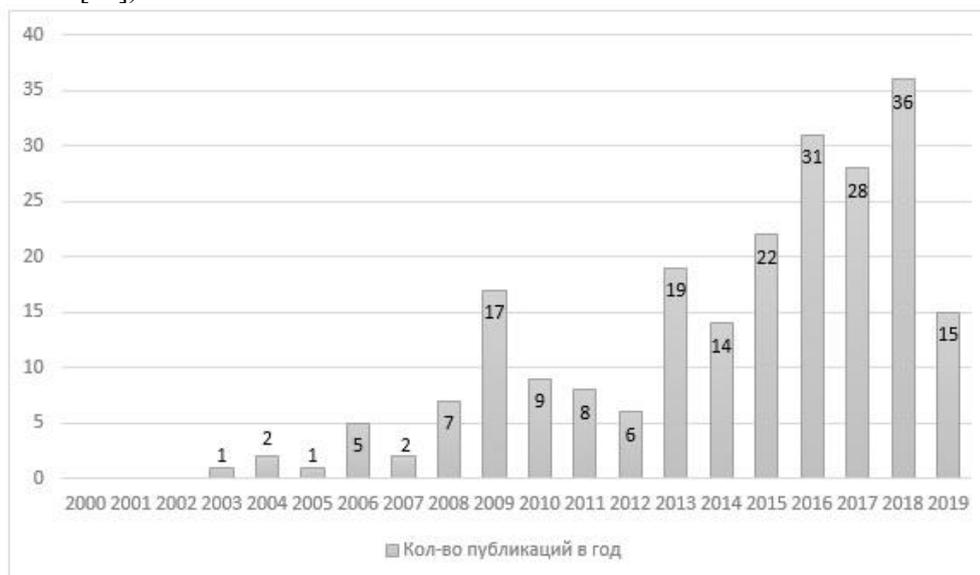


Рис.2. Публикационная активность авторов (по годам)

РЕТРОСПЕКТИВА ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТЕНЦИАЛА ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ...

Данные за 2019 г. требуют дальнейшего уточнения в последующих исследованиях, т.к. значительное количество научных работ размещается в БД РИНЦ позднее сроков фактической публикации материалов.

Структура публикационной активности исследователей также неоднородна.

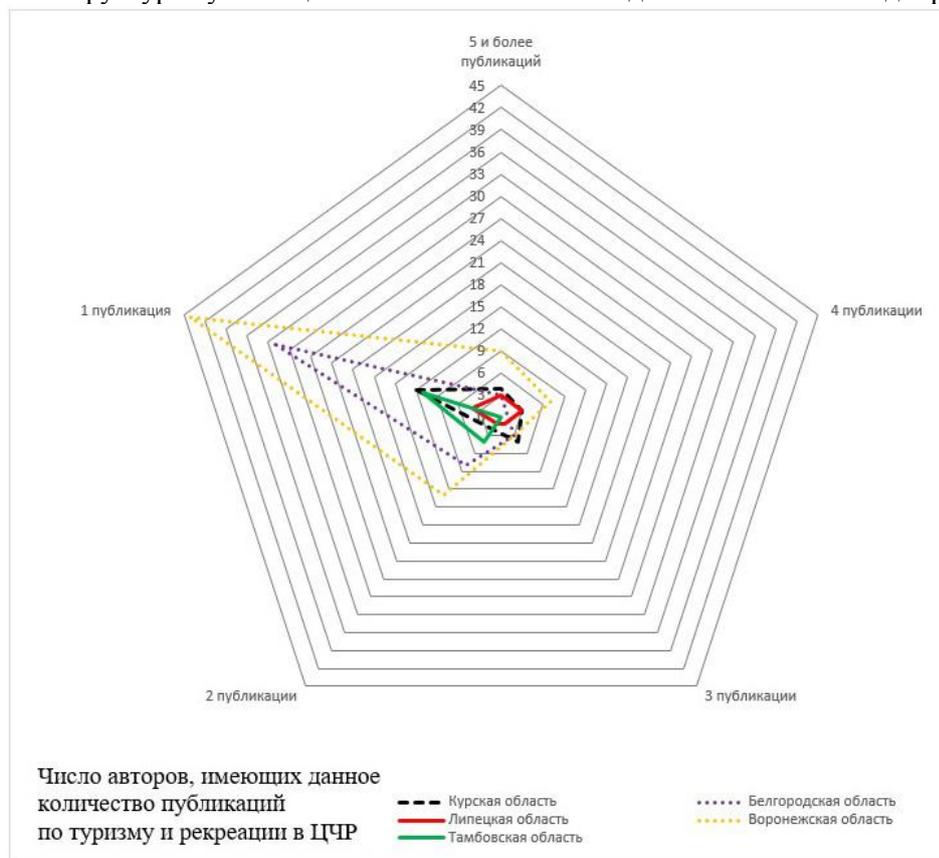


Рис.3. Структура публикационной активности по областям ЦЧР

Для всех областей характерно преобладание авторов с одной публикацией по туристско-рекреационной тематике (рис.3). При этом самая «удручающая» картина складывается по Тамбовской области, где авторы имеют не более 2, что говорит об отсутствии систематических и комплексных рекреационно-географических исследований. В остальных областях присутствуют авторы, имеющие по 3, 4, 5 и более публикаций по туристической тематике. Лидером здесь является Воронежский регион, за которым располагаются Курская, Белгородская Липецкая области. Необычная структура характерна для Липецкой области, где нет сильной диспропорции между числом лиц с одной публикацией по рекреационной тематике и авторами с 3, 4, 5 и более публикациями. Лидеры по числу публикаций (в скобках указано количество работ):

Воронежская область - Рязанцев А.С. (15), Федотов С.В. (14), Худякова Т.М. (13).

Курская область– Воинова Н.Е. (13), Степанов М.А. (8), Еськова (Кумова) Н.А. (7) и Саницкий А.В. (7).

Белгородская область – Королева И.С. (8), Лопина Е.М. (6), Киреева-Гененко И.А. (5).

Липецкая область – Карандеев А.Ю. (8), Климов Д.С. (8), Беляева Л.Н. (8).

Тематическая структура, состоящая из 223 научных публикаций по туризму и рекреации, охватывает широкий спектр различных вопросов и проблем. Для систематизации полученных данных классифицируем все публикации, распределив их на 12 категорий (табл.2).

Таблица 2

Структура тематики публикаций по туризму и рекреации в областях Центрального Черноземья.

Категория тематики публикаций	Область				
	Курская	Воронежская	Белгородская	Липецкая	Тамбовская
Геоинформационные исследования	1	3	2	-	-
Общетеоретические аспекты туристско-рекреационной деятельности	6	14	2	4	1
Все виды туристско-рекреационных ресурсов и инфраструктуры.	9	11	4	7	1
Туристско-рекреационный потенциал территории	5	20	6	1	1
Маркетинговые и общеэкономические вопросы туризма и рекреации	8	6	4	2	3
Физико-географические аспекты туристско-рекреационных исследований	1	22	6	1	2
Событийный туризм	2	3	4	-	1
Экологический туризм	2	6	4	1	1
Религиозный туризм	3	-	-	-	-
Агро/сельский туризм	7	3	2	-	-
Другие виды туризма	3	6	2	-	-
Остальное	7	10	1	2	-
Всего	54	104	37	18	10

Результаты, полученные после классификации всех работ по категориям, помогли обнаружить определенные закономерности:

1) На авторов из Воронежской области приходится более 46% от всего числа публикаций, около 24% на курских исследователей, на белгородских около 16%, на липецких и тамбовских около 8% и 4% соответственно;

2) В Воронежской и Белгородской областях значительную часть туристско-рекреационных исследований составляют физико-географические (среди воронежских публикаций они преобладают над остальными категориями, у

белгородцев наблюдается равенство с исследованиями потенциала);

3) Экологическому туризму посвящено наибольшее число работ среди всех видов туризма, на втором – освещение событийного туризма;

4) Общетеоретические аспекты туристско-рекреационной деятельности наиболее часто встречаются в работах курян и их воронежских коллег;

5) Отмечен повышенный интерес к агро- и сельскому туризму среди авторов из Курской области. Здесь же стоит отметить религиозный туризм, публикации по данной тематике встречаются только среди курских исследователей, и, что не менее странно, совсем не представлен данный вид отдыха среди липецких работ, несмотря на значительное количество церковно-храмовых комплексов на территории области.

6) Во всех областях широко представлены категории публикаций, направленные на изучение туристско-рекреационного потенциала территории и отдельных рекреационных ресурсов и туристской инфраструктуры (около 15% и 14%: от всего числа работ).

Туристско-рекреационному потенциалу территории областей ЦЧР посвящены 32 публикации. В большей части статей рассматривается потенциал конкретной области Центрального Черноземья и перспектив ее развития для определенного вида туризма. Остальная же тематика публикаций связана с рассмотрением потенциала отдельных районов, городов, туристско-рекреационных комплексов или аттрактивных объектов.

Оценка рекреационного потенциала в работах местных научных коллективов базируется на использование различных методов: математический, балльной оценки и районирование. Воронежские исследователи (Худякова Т.М. и Рязанцев А.С.) использовали математическую формулу расчета относительного потенциала для оценки развития туристско-рекреационной деятельности территории [14]. Они провели вычисления для каждого муниципального района Воронежской области, результаты которых помогли распределить все районы на 4 зоны: с низким, средним, высоким и очень высоким уровнем относительного потенциала, с дальнейшим разделением области на 6 туристско-рекреационных районов и выявлением специализации по наиболее перспективным для них видам туризма. [14, 16].

Нестеров Ю.А., Рощевкин Р.С., Прохорова О.В. в своей научной работе [17] помимо математических методов экономической оценки используют геоинформационное картографирование полученных данных с последующим районированием 5 типов территорий с различным потенциалом для развития экологического туризма (в скобках доля от площади области): низкий (18,7%), пониженный (47,3 %), средний (23,6%), повышенный (7,6%), высокий (2,8%).

Исходными материалами для данной методики послужили подготовленные ими 7 электронных слоев с различными природными и антропогенными рекреационными ресурсами. В связи с тем, что каждый конкретный фактор слоя имеет разное значение для развития экологического туризма, авторы ввели коэффициенты соизмеримости элементов оценки показателей. Данное методика оценки потенциала Воронежской области для развития экологического туризма рассматривается и в кандидатской диссертации Рощевкина Р.С. [18].

Корнилов А.Г., Олейникова В.А., Дроздова Е.А. в своей статье, наряду с

математическим (интегральной оценки Худеньких Ю.А.) и ГИС методами, используют социологический опрос населения районов белгородской части КМА. для выявления приоритетных видов туризма и направлений рекреационной деятельности на территории. [19].

При оценке рекреационного потенциала только природных ресурсов Полунина И.В. и Михно В.Б., используя геоинформационный и математический методы, в сумме с литературным и аэрокосмическим, провели структурно-генетическую классификацию долинно-речных ландшафтов Воронежской области и выявили, что наибольшую привлекательность для туристов имеют водные объекты, леса и древесные насаждения, луговые и степные сообщества Воронежской области. [20]

Поросенкова Ю.В. и Мишон Е.В. [21] рассматривают общетеоретические проблемы использования различных методов изучения туристско-рекреационного потенциала также выделяют три основных вида оценки потенциала, с точек зрения: технологической (мера пригодности культурно-исторических, экономических и природных объектов с учетом использования современных и инновационных технологий), экономической (уровень экономической эффективности освоения рекреационных ресурсов, имеет стоимостное выражение) и антропоэкологической (критерии сохранения и преумножения рекреационных, предельно-допустимый уровень антропогенного воздействия на территорию).

Отдельно стоит выделить кандидатскую диссертацию Еськовой Н.А. (Кумова) [22], которая полностью посвящена комплексной оценке туристско-рекреационного потенциала региона на примере Курской области. Это единственная научная работа по изучению рекреационного потенциала ЦЧР за последние 20 лет. В своем исследовании Еськова Н.А. рассматривает теоретические и методологические основы оценки туристско-рекреационного потенциала региона, проводит оценку природных, культурно-исторических и социально-экономических ресурсов области для развития туризма и рекреации.

Наталья Анатольевна применяет такие методы, как математический, районирование, описательный, ГИС и балльный. Оценку потенциала Еськова Н.А. проводила в три этапа. На первом было проведено районирование ландшафтно-рекреационного потенциала с выделением 4 физико-географических районов. На втором этапе исследовались культурно-исторические ресурсы Курской области с последующим разделением региона на 3 зоны с различным потенциалом – низким, средним и высоким. На третьей ступени исследования Еськова Н.А. провела комплексную оценку туристско-рекреационного потенциала Курской области, используя синтез полученных данных по ландшафтно-рекреационным, культурно-историческим и социально-экономическим ресурсам, с зонированием территории на 4 типа: с низким, средним, высоким потенциалом и наиболее высоким потенциалом.

Важно отметить, что, несмотря на применение различных методик оценки, все авторы сходятся во мнении, что изучаемые области ЦЧР являются перспективными для развития туризма. Как и в случае с подходами исследователей, приведенных в таблице 1, научные коллективы Центрально-Черноземного региона едины в том, что крайне важно проводить комплексную оценку всех компонентов рекреационного потенциала: природных, культурно-исторических и социально-экономических, с

применением широкого спектра современных научных методов.

Результаты анализа туристско-рекреационных исследований Центрального Черноземья в целом, и потенциала территорий в частности, выявили недостаточную освещенность данной проблематики в научных публикациях по географическим наукам. Несмотря на положительную динамику публикационной активности, возросшую за последние 5 лет, стоит отметить ряд негативных явлений, таких как: диспропорция публикационной структуры в сторону авторов, для которых рекреационное направление не является профильным и приоритетным; явный недостаток комплексных исследований по всему макрорегиону ЦЧР (8 работ по Центрально-Черноземному району против 232 статей, посвященных проблемам туризма в Курской, Воронежской, Белгородской, Тамбовской и Липецкой областях); низкое общее количество публикаций по рекреационной тематике; практическое отсутствие диссертационных исследований (лишь 2 кандидатские работы за последние 20 лет [18, 22]).

ВЫВОДЫ

Исследования, посвященные оценке и изучению туристско-рекреационного потенциала, основываются на содержательной теоретической и методологической базе. За последние 20 лет значительный вклад в изучение рекреационного потенциала внесли отечественные географы, среди которых автор выделил научные подходы Яковенко И.М., Мажар Л.Ю., Саранчи А.М., Зырянова А.И. Они не только дополняют уже имеющиеся концепции, но и привносят новые идеи, отвечая на проблемы, возникающие перед специалистами в области туризма и рекреации на современном этапе развития общества.

География и туризм – неразрывный тандем, именно поэтому приоритет в исследованиях пространственных проблем и вопросов организации рекреационной деятельности должен оставаться за географическими науками. Несмотря на рост интереса к туризму со стороны общества и государства, в структуре общественно-географических исследований рекреации данная динамика не так заметна. За последние 19 лет доля диссертационных исследований рекреационной географии среди всех отраслей по специальности 25.00.24 составляет всего 12,8 %, и лишь 19 % от этих диссертаций посвящены проблеме изучения туристско-рекреационного потенциала территории. Данные показатели крайне важны, т.к. именно количество защищенных кандидатских и докторских диссертаций являются одним из важнейших индикаторов развития конкретного научного знания.

Не являются обнадеживающими и показатели, полученные автором в ходе наукометрического анализа туристско-рекреационных исследований в Центральном Черноземье в период с начала 21 века по настоящее время. Это недостаточное количество публикаций (232 работы); низкий процент авторов, для которых данное направление является приоритетным; почти все работы рассматривают одни и те же виды туризма (событийный, экологический, сельский), несмотря на имеющиеся возможности; значительное отставание по количеству работ научных коллективов географов Тамбовской и Липецкой областей. Наибольшее количество работ у воронежских авторов, а наиболее распространенными среди всех публикаций

являются статьи, изучающие общетеоретические аспекты туристской деятельности, рекреационные ресурсы и потенциал территории, а также физико-географические исследования рекреации.

Проблематике оценки туристско-рекреационного потенциала в публикациях исследователей Центрального Черноземья посвящено 32 работы. Общими для этих публикаций можно назвать схожий алгоритм и методы оценки потенциала – покомпонентная математическая оценка с применением балльной системы и коэффициентов, с дальнейшим районированием территории, а также применение геоинформационных систем.

Следует отметить, что, несмотря на то, что в традиционном понимании ЦЧР не является популярным туристическим регионом, большинство исследователей в своих работах оценивают потенциал региона как перспективный. Наибольшую изученность среди областей Центрального Черноземья имеет Воронежская область, в то время как потенциал остальных областей макрорегиона исследован недостаточно. Все это обуславливает целесообразность дальнейшего комплексного исследования туристско-рекреационной сферы Центрального Черноземья.

Список литературы

1. Дорофеев А.А. Диссертационные исследования туризма в географии: динамический и территориальный аспекты // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. Тверь: ТГУ. 2018. №1. С. 117-124.
2. Попкова Л.И., Казаков С.Г., Степанов М.А. Вузовская общественная география: инерция или обскурация // Социально-экономическая география. Вестник ассоциации российских географов-обществоведов. 2019. № 1(8). С. 73-79.
3. Российская государственная библиотека [сайт]. URL: <https://www.rsl.ru/>
4. Мироненко Н.С., Твердохлебов И.Т. Рекреационная география. М.: МГУ, 1981. 208 с.
5. Туристско-рекреационный ресурсный потенциал Республики Крым и г. Севастополь / под ред. Яковенко И.М. Симферополь: ИТ «Ариал», 2015. 408 с.
6. Саранча М.А. Туристский потенциал территории: проблематика определения сущности и структуры // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/turistskiy-potentsial-territorii-problematika-opredeleniya-suschnosti-i-struktury> (дата обращения: 03.11.2019).
7. Саранча М.А. Потенциал и организация развития туристско-рекреационной деятельности в Удмуртской республике: географический анализ и оценка: дис. ...док. геогр. наук: 25.00.24 / Саранча Михаил Александрович. Ижевск, 2011. - 309 с
8. Мажар Л. Ю. Территориальные туристско-рекреационные системы: Монография. Смоленск: Универсум, 2008. 212 с.
9. Александрова А.Ю. Ресурсный потенциал туристской деятельности: новые подходы к определению, современные трансформации и перспективные направления развития / Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования: Труды V Международной научно-практической конференции. МГУ имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Москва, 28–29 апреля 2010. СПб.: Д.А.Р.К., 2010. 704 с.
10. Теоретические аспекты географии туризма: монография. 2013 ПГНИУ, Пермь, 158 с.
11. Научная электронная библиотека Elibrary.ru [сайт] URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
12. Глухов В.А. Проект «Научная электронная библиотека Elibrary.ru» и перспективы электронного книгоиздания в России / Образовательные технологии и общество. Казань: КНИТУ. 2005. №1. С. 191-197.
13. Довбыш А.П., Смирнова Е.М. Научная электронная библиотека Elibrary: возможности использования в библиографической деятельности / Вестник ОмГУ. Омск: Омгу. 2013. №3. С. 174-177.

РЕТРОСПЕКТИВА ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТЕНЦИАЛА ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ...

14. Рязанцев А.С., Петросян Г.Г. Относительный потенциал для оценки развития туристско-рекреационной деятельности территории (на примере Воронежской области) / Успехи современного естествознания. Пенза: ИД «Академия естествознания». 2016. №7. С.149-153.
15. Худякова Т.М., Рязанцев А.С., Крутских О.А. Оценка туристско-рекреационного потенциала Воронежской области / Туристско-рекреационный комплекс в системе регионального развития: Материалы VI Международной научно-практической конференции. Краснодар: КубГУ. 2018. С. 260-263.
16. Рязанцев А.С., Худякова Т.М. Территориальная структура туристско-рекреационного потенциала Воронежской области / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2019. №3. С.86-91.
17. Нестеров Ю.А., Рощевкин Р.С., Прохорова О.В. Оценка потенциала развития экологического туризма на территории Воронежской области / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. Воронеж: ВГУ. 2013. №3. С.163-171.
18. Рощевкин, Р.С. Оценка перспектив развития экологического туризма в Воронежской области: автореферат дис. ... канд. геогр. наук.: 25.00.24 / Рощевкин Роман Сергеевич. Воронеж, 2013. - 24 с.
19. Корнилов А.Г., Олейникова В.А., Дроздова Е.А. Оценка рекреационного потенциала региона Курской магнитной аномалии в целях развития промышленного туризма / Геология, география и глобальная энергия. Астрахань: АГУ. 2018. №1. С. 72-82.
20. Полунина И.В., Михно В.Б. Оценка рекреационного потенциала долинноречных ландшафтов Воронежской области / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. Воронеж: ВГУ. 2017. №3. С.33-38.
21. Поросенков Ю.В., Мишон Е.В. К вопросу об оценке рекреационного потенциала территории / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. Воронеж: ВГУ. 2009. №2. С.12-15.
22. Кумова Н.А. Комплексная оценка туристско-рекреационного потенциала региона (на примере Курской области): дис. ... канд. геогр. наук.: 25.00.24 / Кумова Наталья Анатольевна. Курск, 2004. 207 с.

RETROSPECTIVE OF TOURISM AND RECREATIONAL RESEARCHES OF THE CENTRAL BLACK SOIL ZONE OF RUSSIA: ECONOMIC- GEOGRAPHICAL ASPECT

Stepanov M.A.

*FSBEI of HE "Kursk State University", Kursk, Russian Federation
E-mail: yondaime-13@mail.ru*

The results of scientometric studies of defended candidate and doctoral dissertations related to tourism topics in the specialty "Economic, social, political and recreational geography" from 2000 to 2018 are given as far as it is the number of performed dissertations that is an important criterion of scientific activity and shows the prevailing trends in research on tourism and leisure. The paper considers the approaches of the leading specialists of recreational geography of the 21st century in potential assessment of the territory for the development of tourism, identifies similarities and differences in the views of scientists on this issue. The author examines in detail the publication activity in geographical tourism and recreational studies of the Central Black Soil Zone of Russia, the results of which allow to classify all studies into 12 categories depending on the topics, as well as draw conclusions about the insufficient scientific coverage of tourism issues in the macroregion.

Despite the positive dynamics of publication activity that has increased over the recent 5

years, it is worth noting a number of negative phenomena, such as a strong bias in the publication structure towards a group of authors for whom the recreational direction is not core and priority, a clear lack of multi-method research across the entire Central Region of the Central Black Sea Region (8 works on the Central Black Soil Zone of Russia versus 232 articles on tourism problems in the Kursk, Voronezh, Belgorod, Tambov and Lipetsk regions), low total number of publications on recreational topics, almost non-available dissertation research (only 2 PHD over the recent 20 years).

32 studies are concerned with the problem of assessing the tourism and recreational potential in publications researchers. Among numerous studies the author identified a list of studies distinguished by their scientific novelty, theoretical and methodological significance, significance for recreational studies of the region or the macroregion. Common to these publications can be called a similar algorithm and methods for potential assessment that is component-wise evaluation using a point system and coefficients with further regionalization and zoning of the territory using geographic information systems.

Keywords: recreational geography, geography of tourism, Central Black Soil Zone of Russia, scientometric research, tourist and recreational potential.

References

1. Dorofeev A.A. Dissertacionnye issledovanija turizma v geografii: dinamičeskij i territorial'nyj aspekty. Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geografija i geojekologija. Tver': TGU, 2018, no 1. pp. 117-124 (In Russian).
2. Popkova L.I., Kazakov S.G., Stepanov M.A. Vuzovskaja obshhestvennaja geografija: inercija ili obskuracija. Social'no-jekonomičeskaja geografija. Vestnik asociacii rossijskih geografov-obshhestvedov, no 1(8), 2019, pp. 73-79 (In Russian).
3. Rossijskaja gosudarstvennaja biblioteka [sajt] URL: <https://www.rsl.ru/> (In Russian).
4. Mironenko N.S., Tverdohlebov I.T. Rekreacionnaja geografija. M.: MGU, 1981, 208 p. (In Russian).
5. Turistsko-rekreacionnyj resursnyj potencial Respubliki Krym i g. Sevastopol' / pod red. Jakovenko I.M. Simferopol': IT «Arial», 2015, 408 p. (In Russian).
6. Sarancha M.A. Turistskij potencial territorii: problematika opredelenija sushnosti i struktury. Vestnik Udmurtskogo universiteta. Serija «Biologija. Nauki o Zemle», 2015, no 1, URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/turistskiy-potencial-territorii-problematika-opredeleniya-suschnosti-i-struktury> (accessed 03.11.2019) (In Russian).
7. Sarancha M.A. Potencial i organizacija razvitija turistsko-rekreacionnoj dejatel'nosti v Udmurtskoj respublike: geografičeskij analiz i ocenka: dis. ...dok. geogr. nauk: 25.00.24 / Sarancha Mihail Aleksandrovich. Izhevsk, 2011, 309 p. (In Russian).
8. Mazhar L. Ju. Territorial'nye turistsko-rekreacionnye sistemy: Monografija / L. Ju. Mazhar. Smolensk: Universum, 2008, 212 p. (In Russian).
9. Aleksandrova A.Ju. Resursnyj potencial turistskoj dejatel'nosti: novye podhody k opredeleniju, sovremennye transformacii i perspektivnye napravlenija razvitija / Turizm i rekreacija: fundamental'nye i prikladnye issledovanija: Trudy V Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. MGU imeni M. V. Lomonosova, geografičeskij fakul'tet, Moskva, 28–29 aprelja 2010. SPb.: D.A.R.K., 2010, 704 p. (In Russian).
10. Teoreticheskie aspekty geografii turizma: monografija. 2013 PGNIU, Perm', 158 p. (In Russian).
11. Nauchnaja jelektronnaja biblioteka Elibrary.ru [sajt] URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (In Russian).
12. Gluhov V.A. Proekt «Nauchnaja jelektronnaja biblioteka Elibrary.ru» i perspektivy jelektronnogo knigoizdanija v Rossii. Obrazovatel'nye tehnologii i obshhestvo. Kazan': KNITU, 2005, no 1, pp. 191-197 (In Russian).
13. Dovbysh A.P., Smirnova E.M. Nauchnaja jelektronnaja biblioteka Elibrary: vozmožnosti ispol'zovanija v bibliografičeskoj dejatel'nosti. Vestnik OmGU. Omsk: Omsk, 2013, no 3, p. 174-177 (In Russian).

РЕТРОСПЕКТИВА ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПОТЕНЦИАЛА ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ...

14. Rjazancev A.S., Petrosjan G.G. Otnositel'nyj potencial dlja ocenki razvitija turistsko-rekreacionnoj dejatel'nosti territorii (na primere Voronezhskoj oblasti). Uspehi sovremennogo estestvoznaniya.- Penza: ID «Akademija estestvoznaniya», 2016, no 7, pp.149-153 (In Russian).
15. Hudjakova T.M., Rjazancev A.S., Krutskih O.A. Ocenka turistsko-rekreacionnogo potenciala Voronezhskoj oblasti. Turistsko-rekreacionnyj kompleks v sisteme regional'nogo razvitija: Materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Krasnodar: KubGU, 2018, pp. 260-263 (In Russian).
16. Rjazancev A.S., Hudjakova T.M. Territorial'naja struktura turistsko-rekreacionnogo potenciala Voronezhskoj oblasti. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geografija. Geojekologija, 2019, no 3, pp.86-91 (In Russian).
17. Nesterov Ju.A., Roshhevkin R.S., Prohorova O.V. Ocenka potenciala razvitija jekologicheskogo turizma na territorii Voronezhskoj oblasti. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geografija. Geojekologija. Voronezh: VGU, 2013, no 3, pp.163-171 (In Russian).
18. Roshhevkin, R.S. Ocenka perspektiv razvitija jekologicheskogo turizma v Voronezhskoj oblasti: PhD thesis.: 25.00.24 / Roshhevkin Roman Sergeevich. Voronezh, 2013, 24 p. (In Russian).
19. Kornilov A.G., Olejnikova V.A., Drozdova E.A. Ocenka rekreacionnogo potenciala regiona Kurskoj magnitnoj anomalii v celjah razvitija promyshlennogo turizma. Geologija, geografija i global'naja jenergija. Astrahan': AGU, 2018, no 1, pp. 72-82 (In Russian).
20. Polunina I.V., Mihno V.B. Ocenka rekreacionnogo potenciala dolinnorechnyh landshaftov Voronezhskoj oblasti Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geografija. Geojekologija, Voronezh: VGU, 2017, no 3, pp.33-38 (In Russian).
21. Porosenkov Ju.V., Mishon E.V. K voprosu ob ocenke rekreacionnogo potenciala territorii. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geografija. Geojekologija, Voronezh: VGU, 2009, no 2, pp.12-15. (In Russian).
22. Kumova N A. Kompleksnaja ocenka turistsko-rekreacionnogo potenciala regiona (na primere Kurskoj oblasti): PhD: 25.00.24 / Kumova Natal'ja Anatol'evna. - Kursk, 2004. -207 p. (In Russian).

Поступила в редакцию 24.08.2019 г.

УДК 911.3: 316

ГЕОМАРКЕТИНГОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОБОСНОВАНИЮ СИСТЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Яковенко И.М., Страчкова Н.В.

*Таврическая академия ФГАОУ ВО "Крымский федеральный университет имени В.И.
Вернадского", Симферополь, Российская Федерация
E-mail: yakovenko-tnu@yandex.ru; natastrachkova@mail.ru*

Изучен опыт информационной поддержки геопорталов для исследования пространственной структуры и тенденций развития рекреационной деятельности. Проанализированы направления использования геоинформационных технологий для развития природно-ориентированных видов туризма. Дано обоснование роли и места геомаркетингового подхода в геоинформационном обосновании системы регионального рекреационного природопользования. Определены направления изучения структуры, интенсивности и территориальной организации природоориентированного спроса. Составлен перечень управленческих решений в системе рекреационного природопользования, для разработки которых целесообразен геомаркетинговый подход.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, геопортал, рекреационные потребности, природно-ориентированный туризм, геомаркетинг.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью современного этапа хозяйственного развития является усиление масштабов и усложнение структуры процессов природопользования. При многообразии данных процессов рекреационная деятельность отличается значительной зависимостью от типа и качественного состояния природной среды, что определяет не только функциональный тип, степень интенсивности и особенности пространственной организации рекреации, но и уровень спроса на рекреационные услуги определенной территории.

Одним из важнейших направлений в данном контексте выступает изучение эффективности регионального рекреационного природопользования, направлений и проблем его современного и перспективного развития на базе региональных геопорталов, обладающих системой широкого доступа к пространственно распределенным данным и дающих возможность имитационного и оптимизационного моделирования, картографического и графоаналитического конструирования, расчетно-нормативного и расчетно-вариантного прогнозирования. Особую актуальность изучение рекреационного природопользования приобретает в Крыму в связи с традиционным стихийным освоением природного и культурного наследия, природоориентированным характером туристского спроса и необходимостью стратегического и оперативного решения многочисленных социально-экономических и экологических проблем, возникающих в ходе рекреационного ресурсо - и средопользования.

Данная статья является результатом участия авторов в сети академической мобильности «ГИС-Ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов», реализуемой в рамках Программы развития

Крымского Федерального университета имени В.И. Вернадского. Целью программы мобильности в 2017 г. явилось обобщение опыта, методик и технологий изучения территориальной структуры рекреационного природопользования в Институте природопользования, территориального развития и градостроительства (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта».

В настоящее время вопросы использования геоинформационных технологий в изучении пространственных закономерностей развития рекреационного процесса в регионе и обеспечения решений по его моделированию и управлению, находятся в стадии формирования. Среди передового зарубежного опыта следует выделить работы Международного исследовательского консорциума Европейского проекта IST (PeGeo), которым была разработана мультимедийная ГИС, рассчитанная на получение потребителями разнообразной информации, связанной с экотуризмом (объекты, турпрограммы, информация о погоде, прохождение маршрутов, сервис и т.д.) [3]; разработку специализированного кадастра объектов рекреационного характера компанией ESRI «Data & Maps», в частности раздел «Рекреационные территории», включающий 319 тыс. объектов рекреационного природопользования и рекреационной инфраструктуры США (парки, прогулочные уголья, площадки для гольфа, курорты и др.) [4]. Исследования отечественных ученых концентрируются на использовании геоинформационных технологий на региональном уровне, о чем свидетельствуют работы И.М. Михаилиди [5] по проектам ГИС Чемальского района Республики Алтай (ГИС «Чемал») и ГИС Алтайского района Алтайского края (ГИС «Алтайский район»), предлагающие ведение паспортов объектов, представляющих интерес для туристов (памятники природы, культурно-исторические памятники и др.) и ведение паспортов предприятий туристического обслуживания; Е.В. Вишневецкой, И.В. Богомазовой, М.И. Литвиновой [6] по разработке региональной ГИС «Рекреация и туризм в Белгородской области»; И.С. Королевой и О.А. Чепелева [7] в сфере структурно-функциональной организации ГИС рекреационного назначения; Е.О. Ушаковой [8] в направлении особенностей формирования региональных туристских геоинформационных систем на примере геопортала Новосибирской области; А.В. Калининченко по геоинформационному обеспечению развития экологического туризма в Юго-Западном Крыму [9]. При этом является очевидным недостаточная изученность и учет в ГИС-информации вопросов формирования рекреационного спроса, потребительских предпочтений в выборе мест проведения отдыха, имиджа территории и его влияния на развитие региональных систем рекреационного природопользования.

Целью данной статьи явилось обоснование геомаркетингового подхода к разработке системы комплексного изучения процессов природопользования рекреационных территорий.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Рекреационное природопользование развивается под влиянием многих факторов, среди которых основной движущей силой выступают изменяющиеся

рекреационные потребности, проявляющиеся на различных уровнях организации людей. При этом следует отметить, что рекреационная деятельность не существует вне природной среды, и в непосредственный обмен веществом, энергией и информацией вовлечена часть природной среды – ресурсный потенциал территории [10]. Именно природные рекреационные ресурсы зачастую выступают в качестве основного фактора, обуславливающего выбор туристской дестинации для осуществления рекреационной деятельности. Природная подсистема туристской дестинации, как правило, характеризуется такими факторами, как климатические особенности территории, наличие водных ресурсов, прибрежных зон, водоемов, обеспеченность минеральными источниками, лечебными грязями, своеобразие растительного и животного мира, наличие особо охраняемых природных территорий, в том числе национальных парков и заповедников, охотничьих и рыболовных баз и угодий, живописных природных пейзажей, уникальных природных памятников и т.д. [11] Так, согласно портрету крымского туриста сезона 2018 года, формируемого Министерством курортов и туризма Республики Крым на основе социологических опросов отдыхающих на полуострове, 54% респондентов в качестве основного мотива выбора туристской дестинации отметили природу Крыма и пляжные ресурсы; 36% респондентов выбрали Южный берег Крыма как горно-приморскую территорию с наиболее аттрактивными ландшафтами и комфортным климатом [12]. Как правило, чем выше насыщенность территории природными рекреационными ресурсами, тем выше уровень удовлетворенности туристских потребностей и более разнообразны виды рекреационного природопользования.

Природно-экологическая привлекательность туристской дестинации является основой формирования ряда направлений природно-ориентированной рекреационной деятельности, среди которых:

- природно-познавательный туризм - подразумевает под собой совокупность разнообразных видов, форм и способов рекреации, осуществляемых преимущественно в природной среде [13]. Главным видом ресурса здесь является слабоизмененная и неосвоенная человеком природа и ее компоненты, а целью – пребывание в природной среде, получение новых впечатлений, положительных эмоций от общения с природой, использование естественных препятствий для достижения спортивных результатов, познание природы и пр. [14]. Следует отметить, что формирование спроса на данное направление рекреационной деятельности основывается лишь на мотивации туристов и характере их деятельности и не учитывает экологическое, культурное и экономическое воздействие в контексте рекреационного природопользования;
- промысловые виды туризма – рыболовный, охотничий, промыслово-прогулочный и пр., основным туристским ресурсом функционирования данных видов туризма является многообразная флора и фауна;
- активные виды туризма (горный, водный, воздушный, спелеотуризм и пр.), при осуществлении которых в качестве главного фактора выступает определенный вид природного рекреационного ресурса, чаще всего геоморфологического;

- экологический туризм, понимаемый как ответственные путешествия на природные территории, способствующие сохранению природы и поддержанию качества жизни местного населения либо как контролируемая форма природного туризма;
- сельский зеленый туризм, связанный с возможностью личного участия в ведении сельского образа жизни в сочетании со знакомством с ценностями культуры и искусства данной местности.

В 2002 г. Яковенко И.М. был разработан проект структурно-функциональной модели ГИС «Рекреационное природопользование» [15]. Главными функциональными блоками ГИС являются: ввод пространственно-содержательной информации (в т.ч. создание цифровых картографических моделей местности); ее редактирование и согласование; обработка и анализ пространственно координированных данных; моделирование; визуализация (представление) исходных данных и результатов их анализа; хранение данных; выработка рекомендаций и принятие управленческих решений. В структуру ГИС, помимо банков данных, должны быть интегрированы банки знаний и метаданных, банк методик и алгоритмов, экспертные системы и др., обеспечивающие все направления интерпретации первичной информации.

В силу ряда причин концептуальная модель ГИС «Рекреационное природопользование» не достигла уровня комплексной практической реализации, однако ее многие положения представляются по-прежнему актуальными и могут быть предложены для выполнения проекта «ГИС-Ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов». Реализация данной модели в контексте удовлетворения природно-ориентированного спроса должно происходить с учетом следующих условий:

- приоритет природной составляющей туристской привлекательности территории (природно-рекреационный потенциал);
- учет уровня и качества рекреационного спроса, проявляющегося в уровне потребительских предпочтений природно-ориентированных видов туризма. Данный параметр определяется при помощи методов геомаркетинговых исследований и является основой формирования имиджа туристской дестинации и прогноза покупательского поведения рекреантов;
- возможность сочетания природных и культурных факторов развития рекреационной деятельности, что формирует своеобразный культурный ландшафт туристской дестинации.

Концептуальной основой разработки системы регионального рекреационного природопользования на основе пространственно-координирующей информации должен синтез прогнозно-конструктивного и мотивационного подходов. Прогнозно-конструктивный подход предусматривает разработку программ оптимизации регионального рекреационного природопользования на основе выявления и оценки сложившихся и перспективных тенденций развития и комплексного решения актуальных объективно существующих проблем. Схема разработки прогнозов должна включать:

- прогноз мотиваций рекреантов во взаимоотношениях с природной средой при помощи методов геомаркетинговых исследований, что проявляется в

вероятностных изменениях объема и структуры природоориентированного спроса, качественных сдвигов в территориальных предпочтениях, изменениях требований к природно-экологической привлекательности туристской дестинации и пр.;

- прогноз природно-ресурсной основы регионального рекреационного природопользования в контексте количественных и качественных характеристик рекреационного потенциала территории, территориально-функциональной структуре рекреационной деятельности;

- прогнозирование процессов рекреационного освоения территории.

Использование мотивационного подхода обусловлено значительным субъективизмом рекреационной деятельности, основанном на избирательности потребителей рекреационных услуг к компонентам природной среды рекреационной территории [10, с. 48]. Избирательность, определяемую как направленность и плотность связей между субъектом и объектом [16], необходимо анализировать с двух точек зрения – как потенциальную избирательность, определяемую как совокупность предпочтений потенциальных потребителей рекреационных услуг к определенным объектам, свойствам и качествам природно-рекреационного потенциала территории, а также как реализованную избирательность, отраженную в количественных показателях рекреационной освоенности территории и оценке качества рекреационной деятельности, выявляемой с помощью социологических опросов.

Учитывая вышеизложенное, алгоритм формирования системы регионального рекреационного природопользования для создания геопортала современных ландшафтов Крыма, на наш взгляд, должен включить следующие разделы:

I. Сбор, систематизация и пространственная привязка рекреационно-географической информации.

II. Разработка системы региональных рекреационных кадастров.

III. Составление базовых карт рекреационных территорий.

IV. Определение пользовательских алгоритмов и направлений поддержки Геопортала современных ландшафтов Крыма [17].

Наиболее важным при формировании данных разделов является выбор атрибутивных данных для ввода в ГИС, что в дальнейшем определяет уровень информационного обеспечения исследований пользователей Геопортала. Источниками информации являются материалы площадных дистанционных и специальных съемок, отчетные материалы различных ведомств, в т.ч. оформленные в виде ведомственных ГИС, топографические и картографические материалы и другие сведения, позволяющие дать исчерпывающую характеристику всех параметров и свойств объектов и субъектов рекреации и туризма. Система вводимых показателей разбита на группы: координатно-граничные, нормативно-законодательные, природные, экономико-статистические, социальные, экологические и другие. В свою очередь, в каждой группе выделяются основные виды показателей, а в каждом виде – определенный перечень главных количественных показателей.

Характеристика ландшафтов рекреационных территорий в составе геопортала региона носит, в первую очередь, констатационный (инвентаризационный)

характер, однако важную роль играет представление динамических процессов, происходящих в ландшафтной структуре рекреационного природопользования и в состоянии отдельных природных рекреационных ресурсов.

Особенностью геомаркетингового подхода к формированию системы регионального рекреационного природопользования является дополнение географической информации параметрами, характеризующими стереотипы рекреационного поведения в процессе рекреационного природопользования. Данная система представляет собой многофакторный процесс, результат которого определяется степенью соответствия тех или иных природных объектов характеру сложившихся представлений потенциальных и реальных потребителей рекреационных услуг о системах и циклах рекреационных занятий. В результате социологических опросов, проводимых среди местного и приезжего населения, должны быть получены ответы на следующие вопросы: а) какие свойства природных комплексов наиболее привлекательны для отдыхающих? б) какие типы природной среды и виды рекреационных угодий пользуются наибольшим спросом в течение года и отдельных сезонов? в) какие функциональные типы рекреационной деятельности наиболее популярны у различных групп отдыхающих? г) какие географические районы имеют максимальный рекреационный рейтинг? Для конкретизации оценок аттрактивности необходимо дифференцировать респондентов по ряду параметров: демографическим, социально-экономическим, социокультурным и иным

Оценка факторов, обуславливающих формирование потребностей в природно-ориентированных видах туризма, позволит выявить особенности структуры, интенсивности и территориальной привязки природно-ориентированного спроса, в том числе:

- уровень сформированности вторичных образов рекреационных регионов у потенциальных и реальных рекреантов;
- степень адекватности геопространственных представлений потенциальных и реальных рекреантов уровню рекреационной освоенности территории и существующей системе рекреационного природопользования;
- структуру мотиваций рекреантов в контексте формирования и удовлетворения природно-ориентированных потребностей;
- региональную идентификацию свойств природной среды и направления изменения геопространственных образов рекреационных территорий (позитивных либо негативных);
- уровень идентификации природных объектов рекреационных территорий, что отражает степень информированности потенциальных и реальных рекреантов о природно-рекреационном потенциале территорий;
- стереотипы рекреационного поведения в системе функционально-территориальных отношений рекреационного природопользования, что отражает формы организации отдыха, модели пространственного поведения рекреантов, видовую и географическую избирательность природно-ориентированного рекреационного спроса.

Интегральная оценка геопространственных представлений о природных возможностях региона вытекает из ряда количественных и качественных индикаторов: частоты упоминания о природных объектах и дестинациях; соотношения положительных и отрицательных впечатлений; структуры факторов, определяющих эти впечатления; указаний на формы занятий, ассоциирующихся с данным районом и др. Картографическая интерпретация изучения стереотипов рекреационного поведения должна включать отображение устойчивой системы действий рекреантов, складывающихся на основе его личных представлений и представлений, принятых в обществе. С этой целью выявляются мнения респондентов о предпочитаемых видах и формах рекреационных занятий по сезонам года, траектории перемещений в границах района и о направлении и дальности радиальных выездов; продолжительности курортного (туристского сезона); частоте посещения района, формах рекреации и др.

В результате накопления, трансформации и кодирования первичной информации в системе ГИС формируется банк систематизированных данных. На основе геомаркетингового подхода могут решаться разнообразные стратегические и оперативные задачи (табл. 1).

Таблица 1

Управленческие решения в системе регионального рекреационного природопользования, разрабатываемые с использованием геомаркетингового подхода. Составлено авторами

Типы решений	Мероприятия
Административно-управленческие	Законодательное закрепление функционального распределения особо ценных рекреационных территорий, в т.ч. в составе ООПТ
Социально-экономические	Разработка стратегии развития туристско-рекреационного комплекса Обоснование целевых программ в сфере рекреации и туризма Проведение рейтинга инвестиционной привлекательности рекреационных районов Обоснование и территориальная привязка мер экономического регулирования с целью оптимизации рекреационного природопользования
Материально-технические	Разработка региональных программ строительства, реконструкции и модернизации объектов туристской инфраструктуры Выбор вариантов планировочной структуры рекреационных и туристских комплексов Учет и анализ деятельности предприятий, производящих товары туристско-сувенирного назначения Определение путей сглаживания сезонных колебаний в материально-техническом обеспечении рекреационного хозяйства
Технологические	Прогнозирование ресурсной обеспеченности процессов рекреационного природопользования при различном уровне и характере природно-ориентированного спроса Создание новых и улучшение качества существующих рекреационных ресурсов Обоснование рекреационной

**ГЕОМАРКЕТИНГОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОБОСНОВАНИЮ СИСТЕМЫ
РЕГИОНАЛЬНОГО РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

	специализации региона, в т.ч. числе выделение геомаркетинговых ареалов по направлениям и качеству удовлетворения рекреационных потребностей Урегулирование конфликтных ситуаций между рекреационным и другими видами природопользования Разработка новых видов и циклов рекреационных занятий и вариантов их эффективного комбинирования Установление режима рекреационного природопользования и регулирование рекреационной нагрузки Регулирование объемов и направления туристских потоков
Природоохранные	Оптимизация форм и методов рекреационного ресурсопотребления и ресурсопользования Установление границ охраняемых зон всех видов ООПТ Обоснование природоохранных, восстановительных и мелиоративных мероприятий в рекреационных районах Контроль над воздействием источников экологической опасности на состояние рекреационной среды Введение штрафных санкций за нарушение качества рекреационной среды
Имиджелогические	Обоснование направлений информационной поддержки туристской дестинации для сохранения или изменения ее геопространственного образа среди потенциальных или реальных рекреантов

ВЫВОДЫ

В методическое обеспечение геопортала современных ландшафтов регионов, выступающего в качестве геоинформационного обеспечения развития системы рекреационного природопользования, необходимо включать методы геомаркетинга. На основе оценки природоориентированного спроса выявляются особенности аттрактивности территории и отдельных составляющих природной среды, делаются выводы об изменении предпочтений в отношении форм и видов туристско-рекреационных занятий, требований к качеству окружающей природной среды и ее инфраструктурному наполнению, определяются устойчивые стереотипы рекреационного поведения. Наибольшее значение геомаркетинговый подход приобретает для обоснования технологии и организации таких видов туризма, как природно-познавательный (экскурсионный), спортивный (горный, водный, воздушный, спелеотуризм и др.), промысловый, экологический и сельский зеленый туризм.

Различные подходы и методы геомаркетинговых исследований регионального рекреационного природопользования должны использоваться на таких стадиях формирования геопортала современных ландшафтов Крыма, как составление карт рекреационных территорий и определение пользовательских алгоритмов. Данный метод может повысить обоснованность информационной поддержки и эффективность управленческих решений в области рекреационного

природопользования, в т.ч. мероприятий административно-управленческой, материально-технической, социально-экономической, технологической, природоохранной и имиджологической направленности.

Статья является результатом участия авторов в сети академической мобильности «ГИС–ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов», реализуемой в рамках Программы развития ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» в 2017 г.

Список литературы

1. Современные ландшафты Крыма и сопредельных территорий / Науч. ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
2. Геопортал МГУ [Электронный ресурс]. URL: http://www.landscape.edu.ru/main_geoportal.shtml.
3. Кох Б., Поспишил М., Фрех И. Мультимедиаальная геоинформация в природных регионах с экотуризмом: система ReGeo // ГИС для устойчивого развития территории. Матер. междунар. конф. Севастополь, 2003. С. 259-26.
4. Recreation areas // ESRI. Data & Maps // CDR. Copyright 1999. Environment Systems Research Inst. N. Y., Redlands. №2.
5. Михаилиди И. Геоинформационные технологии в сфере туризма / И. Михаилиди / У Arcreview / Совместное издание ООО ДАТА+, ESRI, Leica Geosystems. 2004. №1 (28). С. 22-23.
6. Вишневецкая Е.В., Богомазова И.В., Литвинова М.И. Актуальные проблемы использования ГИС в развитии регионального туризма в Белгородской области // Фундаментальные исследования. 2012. №3. С.177-179.
7. Королева И.С., Чепелев О.А. Структурно-функциональная организация географической информационной системы рекреационного назначения // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. Выпуск №9. Т.15. С. 195-198.
8. Ушакова Е.О. эффективность внедрения геоинформационных систем управления региональными туристскими ресурсами (на примере Новосибирской области) // Российское предпринимательство. 2013. №21(243). С. 76-85.
9. Калининченко А.В. Природное наследие Юго-Западного Крыма как основа развития экотуризма (с применением геоинформационных технологий): автореф. дис. на соискание ученой степени канд. геогр. Наук. М., 2015. 24 с.
10. Яковенко И.М. Рекреационное природопользование. Методология и методика исследований. Симферополь: Таврия, 2003. 335 с.
11. Конаныхина О.В. Природно-ориентированный туризм как фактор развития территорий без выраженной туристской привлекательности (на примере Астраханской области). Автореф. дисс.... к.э.н.. Сочи, 2017. 23 с.
12. «Портрет» крымского туриста сезона 2018 года: отчет Министерства курортов и туризма Республики Крым.
13. Виноградов Е.С. Негативные аспекты развития природно-ориентированного туризма // Сервис в России и за рубежом. 2017. Т.11, № 5(75). С. 19-30.
14. Расковалов В.П. Оценка и географический анализ ресурсного потенциала природно-ориентированного туризма (на примере Пермского края) автореф. дисс. к.г.н.. Пермь, 2012. 23 с.
15. Яковенко И.М. Возможности ГИС-технологий в географических исследованиях и региональном управлении рекреационным природопользованием // Культура народов Причерноморья. 2002. №35. С. 29-35.
16. Теоретические основы рекреационной географии / Отд. Ред. В.С. Преображенский. М.: Наука, 1975. 224 с.

17. Яковенко И.М. Концепция программы комплексного изучения ландшафтов рекреационных территорий на базе геопортала современных ландшафтов Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2016. Т. 2(68). №1. С. 63-72.

**GEO-MARKETING APPROACHES TO SUBSTANTIATION OF REGIONAL
RECREATIONAL NATURE MANAGEMENT SYSTEM**

Yakovenko I.M., Strachkova N.V.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: yakovenko-tnu@yandex.ru, natastrachkova@mail.ru*

The experience of information support of geoportals to study the spatial structure and trends of recreational activities was considered in the article. The directions of using GIS-technologies for the development of nature-oriented types of tourism are analyzed.

The role and place of geo-marketing approach in GIS substantiation of regional recreational nature management system are described. On the basis of the assessment of the nature oriented demand the characteristics of the attractiveness of the territory and of the individual components of the natural environment can be identified; the conclusions about change of preference forms and types of tourism and recreational activities as well as requirements to the quality of the natural environment and its infrastructural content can be done; the stable stereotypes of people's recreational behavior can be stated.

The directions of studying the structure, intensity and territorial organization of nature-oriented demand are determined. The most important geo-marketing approach acquires to justify the technology and organization of such types of tourism as natural-cognitive (excursion), sport tourism (mountain, water, air, speleotourism, etc.), hunting and fishing tourism, ecological tourism and rural green tourism.

The algorithm of formation of the system of regional recreational nature management within the geoportal of modern landscapes of Crimea should include the following sections: collection, systematization and spatial interpretation of recreational and geographical information; development of a system of regional recreational inventories; preparation of basic maps of recreational areas; definition of user algorithms. Different approaches and methods of marketing research of regional recreational nature management, first of all, should be used at the stages of mapping recreational areas and determining user algorithms. For this purpose, the content of maps developed on the basis of sociological surveys, including maps of integrated assessment of the attractiveness of recreational areas based on the formation of geospatial images and maps of recreational behavior stereotypes, is concretized.

As a result of accumulation, transformation and coding of primary information in the GIS system, a Bank of systematized data is formed. On the basis of the marketing approach, a variety of strategic and operational tasks can be solved. Methods of geo-marketing can increase the validity of information support and the effectiveness of management decisions in the field of recreational nature management. The list of decisions in the system of regional recreational nature management, for which suitable geo-marketing

approach, includes activities of administrative, material and technical, socio-economic, technological, environmental and image orientation.

Keywords: GIS-technologies, geoportal, recreational needs, nature-oriented tourism, geo-marketing.

References

1. Sovremennye landshafty Kryma i sopedel'nyh territorij. Nauch. red. E.A. Pozachenjuk. Simferopol': Biznes-Inform, 2009. 672 p. (in Russian).
2. Geoportal MGU [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.landscape.edu.ru/main_geoportal.shtml. (in Russian).
3. Koh B., Pospishil M., Freh I. Mul'timedial'naja geoinformacija v prirodnyh regionah s jeko-turizmom: sistema ReGeo. GIS dlja ustojchivogo razvitija territorii. Mater. mezhdunar. konf. Sevastopol', 2003, pp. 259-26 (in Russian).
4. Recreation areas. ESRI. Data & Maps. CDR. Copyright 1999. Environment Systems Research Inst. N. Y., Redlands, no 2 (in Russian).
5. Mihailidi I. Geoinformacionnye tehnologii v sfere turizma / I. Mihailidi /U Arcreview. Sovmestnoe izdanie OOO DATA+, ESRI, Leica Geosystems, 2004, no 1 (28), pp. 22-23 (in Russian).
6. Vishnevskaja E.V., Bogomazova I.V., Litvinova M.I. Aktual'nye problemy ispol'zovanija GIS v razvitii regional'nogo turizma v Belgorodskoj oblasti. Fundamental'nye issledovanija, 2012, no 3, pp.177-179 (in Russian).
7. Koroleva I.S., Chepelev O.A. Strukturno-funkcional'naja organizacija geograficheskoj informacionnoj sistemy rekreacionnogo naznachenija. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki, 2011, Vyp. no 9, T.15, pp. 195-198 (in Russian).
8. Ushakova E.O. jeffektivnost' vnedrenija geoinformacionnyh sistem upravljenija regional'nymi turistskimi resursami (na primere Novosibirskoj oblasti). Rossijskoe predprinimatel'stvo, 2013, no 21 (243), pp. 76-85 (in Russian).
9. Kalinichenko A.V. Prirodnoe nasledie Jugo-Zapadnogo Kryma kak osnova razvitija jekoturizma (s primeneniem geoinformacionnyh tehnologij): PhD thesis. M., 2015. 24 p. (in Russian).
10. Jakovenko I.M. Rekreacionnoe prirodopol'zovanie. Metodologija i metodika issledovanij. Simferopol', Tavrija, 2003, 335 p. (in Russian).
11. Konanyhina O.V. Prirodno-orientirovannyj turizm kak faktor razvitija territorij bez vyrazhennoj turistskoj privlekatel'nosti (na primere Astrahanskoj oblasti). PhD thesis. Sochi, 2017, 23 p. (in Russian).
12. «Portret» krymskogo turista sezona 2018 goda: otchet Ministerstva kurortov i turizma Respubliki Krym.
13. Vinogradov E.S. Negativnye aspekty razvitija prirodno-orientirovannogo turizma // Servis v Rossii i za rubezhom, 2017, T.11, no 5(75), pp. 19-30 (in Russian).
14. Raskovalov V.P. Ocenka i geograficheskij analiz resursnogo potenciala prirodno-orientirovannogo turizma (na primere Permskogo kraja). PhD thesis. Perm', 2012, 23 p. (in Russian).
15. Jakovenko I.M. Vozmozhnosti GIS-tehnologij v geograficheskijh issledovanijah i regional'nom upravlenii rekreacionnym prirodopol'zovanijem. Kul'tura narodov Prichernomor'ja, 2002, no 35, pp. 29-35 (in Russian).
16. Teoreticheskie osnovy rekreacionnoj geografii. Otd. Red. V.S. Preobrazhenskij. M.: Nauka, 1975, 224 p. (in Russian).
17. Jakovenko I.M. Koncepcija programmy kompleksnogo izuchenija landshaftov rekreacionnyh territorij na baze geoportala sovremennyh landshaftov Kryma. Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija, 2016, T. 2(68), no 1, pp. 63-72 (in Russian).

Поступила в редакцию 01.05.2019

РАЗДЕЛ 2.
ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ
ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 911.2+504.54

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИНДИКАТОРЫ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ТЕНДЕНЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ)

Гусев А.П.

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Гомель, Республика Беларусь
E-mail: andi_gusev@mail.ru

Работа посвящена оценке современных ландшафтно-экологических тенденций на основе использования дистанционных индикаторов – динамики NDVI и лесного покрова. По данным космического мониторинга изучены изменения NDVI и лесного покрова ландшафтов юго-востока Беларуси в 2000-2018 гг. Установлено, что для 47,7% территории характерен достоверный рост NDVI, а на 4,4% территории – достоверное снижение. На половине территории статистически достоверные изменения NDVI отсутствуют. По критерию деградации лесного покрова критическая тенденция характерна для 37,0% территории региона. Сокращение лесного покрова в наибольшей степени происходит во вторично-моренном, моренно-зандровом и водно-ледниковом ландшафтах. Предполагается, что изменения биопродуктивности ландшафтов в 2000-2018 гг. могут быть обусловлены сложным сочетанием влияния климатического тренда и хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: ландшафт, динамика, индикаторы, ландшафтно-экологические тенденции, лесной покров, NDVI.

ВВЕДЕНИЕ

Ландшафтно-экологическая тенденция – направленность пространственно-временных изменений экологического состояния ландшафтов (или потенциальная ландшафтно-экологическая ситуация). Предлагается различать долговременные и современные тенденции. Долговременная тенденция – это изменения ландшафтов во временном масштабе от нескольких десятилетий до первых столетий. Современная тенденция – от нескольких лет до первых десятилетий. Оценка ландшафтно-экологических тенденций можно осуществлять на основе двух видов показателей: статических и динамических. Статические показатели (индикаторы состояния) – характеристики ландшафтов на определенном временном срезе, которые влияют на устойчивость ландшафтов, на восстановительные и дигрессивные процессы. Динамические показатели (индикаторы тренда) характеризуют направление и скорость изменений [1, 2, 3].

Выбор динамических показателей-индикаторов для оценки ландшафтно-экологических тенденций определяется рядом критериев: 1) применимость в различных пространственных масштабах, т.е. возможность оценивать геосистемы разных уровней иерархии; 2) экологическая значимость – показатель должен индексировать важнейшие экологические характеристики ландшафтов; 3)

комплексность – показатель должен оценивать состояние ландшафта в целом; 4) охват, достаточный для применения пространственного анализа; 5) непрерывность и регулярность ряда наблюдений во времени; 6) наличие доступных баз данных.

Этим критериями соответствуют определяемые на основе космических съемок площадь лесного покрова и вегетационные индексы. Среди вегетационных индексов наиболее изученный и широко используемый – NDVI [4], который рассчитывается по общеизвестной формуле: $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$, где NIR – значения отражения в ближней инфракрасной области спектра; RED – отражение в красной области спектра. Это безразмерный показатель, изменяющийся от -1 до 1.

NDVI следует считать индикатором биопродуктивности ландшафтов, поскольку во многих исследованиях установлена сильная степень корреляции между NDVI и первичной продукцией [5, 6, 7]. Корреляция NDVI с первичной продукцией меняется в зависимости от типа растительного покрова: более сильная в ландшафтах с травянистой растительностью, менее сильная – в ландшафтах с древесной растительностью и с разреженным покровом [6]. Тесная взаимосвязь между NDVI и первичной продукцией подтверждается для разных регионов мира. Так, на северо-западе Китая между NDVI и чистой первичной продукцией коэффициент корреляции Пирсона составил $r = 0,858$ при $p < 0,001$ [7].

Лесной покров играет огромную роль в функционировании ландшафтов, является стабилизирующим фактором, регулятором влагооборота и климата [8, 9]. Деградация лесного покрова обуславливает развитие многообразных негативных процессов – водной и ветровой эрозии, оврагообразования, потери плодородия почв, опустынивания и т.д. Простым, но важным статическим показателем служит удельная площадь лесов – лесистость. Динамический показатель – изменение лесистости во времени [1].

Цель наших исследований – оценка ландшафтно-экологических тенденций ландшафтов юго-востока Беларуси на основе дистанционных индикаторов. Решаемые задачи: изучение динамики NDVI и лесного покрова ландшафтов юго-востока Беларуси в 2000-2018 гг. по данным космического мониторинга; оценка ландшафтно-экологических тенденций в выделах родов ландшафтов; выявление ареалов с негативными изменениями; анализ причин изменений биопродуктивности ландшафтов юго-востока Беларуси.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследований – восточная часть (в пределах Полесско-Приднепровского геоботанического округа) Полесской ландшафтной провинции, занимающая юго-восток Беларуси (подзона широколиственно-лесных ландшафтов). Общая площадь изучаемого региона составляет 34,9 тысяч км². На территории провинции представлены следующие рода ландшафтов (согласно классификации ландшафтов Беларуси [10]): водно-ледниковые с сосновыми и широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах, мелколиственными лесами, лугами и болотами на торфяно-болотных почвах – 35,8% от общей площади; озерно-аллювиальные с широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных, почвах, мелколиственными лесами и болотами на торфяно-

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИНДИКАТОРЫ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ)

болотных почвах – 20,7%; аллювиальные террасированные с сосновыми, широколиственно-сосновыми, дубовыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных, почвах, мелколиственными лесами, лугами и болотами на торфяно-болотных почвах – 17,3%; пойменные с дубравами на дерново-заболоченных почвах, мелколиственными лесами, лугами и болотами на торфяно-болотных почвах – 8,5%; моренно-зандровые с сосновыми и широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, частично распаханые – 8,0%; озерно-болотные с мелколиственными лесами, лугами и болотами на торфяно-болотных почвах – 7,9%; холмисто-моренно-эрозионные с широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах, значительно распаханые – 1,0%; вторично-моренные с сосновыми, широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах, лугами на дерновых заболоченных почвах, значительно распаханые – 0,7%. В качестве операционной территориальной единицы выступал выдел рода ландшафта (всего 70 выделов).

В качестве индикаторов ландшафтно-экологических тенденций использовались два показателя: $dNDVI$ и DD_F . Индикатором изменений биопродуктивности ландшафтов служил показатель $dNDVI = NDVI_2 - NDVI_1$, где $NDVI_1$ – среднее значение за 2000-2004 гг.; $NDVI_2$ – среднее значение за 2014-2018 гг. Достоверность различий между 2000-2004 и 2014-2018 гг. оценивалась по критерию Вилкоксона для зависимых выборок. 5-летний период был взят для устранения возможного влияния метеорологических аномалий (например, аномально сухое и жаркое лето или аномально холодное лето). Значения $NDVI$ были получены из продукта MOD13Q1 (данные съемки радиоспектрометра MODIS спутника Terra). Продукт MOD13Q1 представляют собой растровый композит с пространственным разрешением 250 м, образованный из максимальных значений $NDVI$ за 16 суток, что позволяет уменьшить влияние помех, вызванных изменчивостью свойств атмосферы. Находится в свободном доступе на портале NASA (<https://search.earthdata.nasa.gov>). Для устранения влияния сезонной вариабельности $NDVI$ для анализа использовались композиты только летнего сезона. Временной период космосъемки охватывает 2000-2018 гг.

Для оценки ландшафтно-экологических тенденций использованы градации: нормальная – достоверное увеличение $NDVI$ ($dNDVI > 0$, $p < 0,05$); удовлетворительная – различия между двумя интервалам не достоверны ($p > 0,05$); критическая – достоверное снижение $NDVI$ ($dNDVI < 0$, $p < 0,05$).

Показатель дигрессивной динамики лесного покрова – $DD_F = (S_{LF}/S_F) * 100\%$, где S_{LF} – площадь вырубленных, застроенных, сгоревших и т.д. лесов за предыдущие 10 лет; S_F – площадь лесов в год оценки. Данные об изменениях лесного покрова в 2000-2018 гг. были взяты с портала проекта Global Forest Change [11]. Для оценки ландшафтно-экологических тенденций предложены следующие градации DD_F : нормальная – менее 2,5%; удовлетворительная – 2,5-5%; критическая – более 5%.

Операции с растрами (привязка, перепроецирование, оцифровка, зональная статистика растров) выполнены в QGIS 2.14.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В табл. 1 приведены средние значения индикаторов современных ландшафтно-экологических тенденций по родам ландшафтов Полесской провинции. Индикатор dNDVI для всех родов ландшафтов, за исключением вторично-моренного ландшафта, положительный, т.е. наблюдается рост значений вегетационного индекса, что указывает на увеличение биопродуктивности ландшафтов региона в 2000-2018 гг. Средние значения индикатора DD_F находятся от 3,2 (холмисто-моренно-эрозионный ландшафт) до 8,7% (вторично-моренный ландшафт).

В пределах разных выделов одного и того же рода ландшафтов значения этих индикаторов могут колебаться в значительных пределах. Так, dNDVI в выделах моренно-зандрового ландшафта изменяется от -0,018 до 0,031, в выделах водно-ледникового ландшафта – от -0,022 до 0,055, в выделах озерно-болотного ландшафта – от -0,004 до 0,047. Наибольший прирост характерен для пойменных ландшафтов (dNDVI=0,027). Для пойм разных рек этот показатель изменяется в пределах от 0,013 (пойма Днепра) до 0,045 (пойма Ствиги – притока Припяти). В аллювиальных террасированных и озерно-аллювиальных ландшафтах, характеризующихся относительно высокой лесистостью (40-50%), NDVI увеличился на 0,020-0,022.

Пространственно выделы с положительным dNDVI тяготеют к южным районам региона, примыкающим к государственной границе Республики Беларусь, в том числе к зоне отселения Чернобыльской АЭС.

Значение DD_F в выделах моренно-зандрового ландшафта колеблется от 2,8 до 6,1%, в выделах водно-ледникового – от 2,8 до 10,0%, в выделах озерно-болотного – от 1,2 до 6,8%. В тех выделах, где значение DD_F превышает 5,0%, лесной покров полностью исчезнет в течение времени от нескольких десятилетий до столетия. Согласно [1] такие темпы деградации лесов соответствуют зоне экологического риска.

Таблица 1

Индикаторы ландшафтно-экологических тенденций (средние значения)

Род ландшафта	dNDVI, доли единицы	DD _F , %
Холмисто-моренно-эрозионный	0,016	3,2
Вторично-моренный	-0,018	8,7
Моренно-зандровый	0,004	4,6
Водно-ледниковый	0,014	4,9
Аллювиальный террасированный	0,022	4,3
Озерно-аллювиальный	0,020	3,4
Озерно-болотный	0,020	3,8
Пойменный	0,027	3,5
Весь регион	0,018	4,2

**ДИСТАНЦИОННЫЕ ИНДИКАТОРЫ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ТЕНДЕНЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ)**

Оценка статистической достоверности отличий показала, что для 47,7% территории характерен достоверный рост NDVI, а на 4,4% территории – достоверное снижение. На половине территории статистически достоверные изменения NDVI отсутствуют (табл. 2).

Видно, что статистически достоверное увеличение (нормальная ландшафтно-экологическая тенденция) имеет место на 79,4% площади пойменных, 73,9% площади аллювиальных террасированных, 57,2% площади озерно-болотных 52,7% площади озерно-аллювиальных ландшафтов. В водно-ледниковых ландшафтах рост NDVI достоверен только на 33,5%, а в моренно-зандровых – 12,2% площади (табл. 2). Достоверное снижение (критическая ландшафтно-экологическая тенденция) отмечено в единственном выделе вторично-моренного ландшафта, на 25,2% площади моренно-зандрового ландшафта и 4,8% площади водно-ледникового ландшафта.

Таблица 2
Пространственная структура ландшафтно-экологических тенденций

Род ландшафта	Ландшафтно-экологическая тенденция (% от общей площади ландшафта)		
	Нормальная	Удовлетвори- тельная	Критическая
Холмисто-моренно-эрозионный	0,0*	100,0	0,0
	0,0**	100,00	0,0
Вторично-моренный	0,0	0,0	100,0
	0,0	0,0	100,0
Моренно-зандровый	12,2	62,6	25,2
	0,0	26,5	73,5
Водно-ледниковый	33,5	61,7	4,8
	0,0	50,2	49,8
Аллювиальный террасированный	73,9	26,1	0,0
	10,5	72,3	17,2
Озерно-аллювиальный	52,7	47,3	0,0
	0,0	82,1	17,9
Озерно-болотный	57,2	42,8	0,0
	21,7	36,9	41,4
Пойменный	79,4	20,6	0,0
	24,2	55,2	20,6
Весь регион	47,7	47,9	4,4
	5,0	58,0	37,0

* – по dNDVI; ** – по DD_F

По индикатору DD_F критическая ландшафтно-экологическая тенденция характерна для всего вторично-моренного ландшафта, 73,5% площади моренно-зандрового ландшафта, 49,8% площади водно-ледникового ландшафта, 41,4% площади озерно-болотного ландшафта. Это указывает на значительные темпы не

столько снижения лесистости, а сколько на темпы «оборота» лесов – значительная часть вырубок и гарей используется по древесные культуры. Негативным следствием является резкое преобладание молодняков и полное отсутствие старовозрастных ненарушенных лесов в этих ландшафтах.

Вероятной причиной регионального повышения NDVI и соответственно продуктивности широколиственно-лесных ландшафтов предполагается потепление климата на юге Беларуси, где за последние 20-25 лет по сравнению с периодом 1881-1990 гг. средние температуры января и февраля выросли на 2,5°, марта – на 2,0°C, июля и августа – на 1,3-1,4°C. Годовая сумма активных температур (выше 10°C) в 2006-2013 гг. превысила 2600 градусов [12].

Однако, как видно из полученных результатов, динамика NDVI неоднородна в пространстве: часть территории характеризуется достоверным повышением, а часть, наоборот, – достоверным снижением средних значений NDVI. Вероятной причиной отрицательного тренда во вторично-моренном ландшафте и отдельных выделах моренно-зандрового и водно-ледникового ландшафтов является антропогенное преобразование ландшафтов, которое сопровождающиеся деградацией растительного покрова.

По 60 выделам был проведен корреляционный анализ связи между индикаторам тенденций (dNDVI и DD_F) и статическими характеристиками ландшафтов – лесистостью (% от общей площади), фрагментацией (средняя площадь лесного массива, км²), удельной площадью застроенных и нарушенных земель ((% от общей площади), удельной площадью пахотных земель ((% от общей площади). Полученные результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Корреляция индикаторов ландшафтно-экологических тенденций со статическими показателями (коэффициент ранговой корреляции Спирмена)

Статический показатель	dNDVI	DD _F
Лесистость, %	Н.д.*	Н.д.
Средняя площадь лесного массива, км ²	0,30	Н.д.
Удельная площадь застроенных и нарушенных земель, %	-0,44	0,30
Удельная площадь пахотных земель, %	-0,60	0,31

* – значение коэффициента корреляции недостоверно (p>0,05)

Видно, что лесистость выдела не влияет на динамические показатели. Достоверная отрицательная связь прослеживается между dNDVI и площадью застроенных и нарушенных земель, dNDVI и площадью пахотных земель. Чем больше площадь застроенных, нарушенных и пахотных земель, тем ниже dNDVI. Такая взаимосвязь указывает на то, что рост NDVI, вероятно, происходит за счет лесных и луговых угодий. Соответственно снижение NDVI может объясняться расширением площадей застроенных, нарушенных и пахотных земель. Величина DD_F также достоверно коррелирует с удельной площадью застроенных, нарушенных и пахотных земель. Кроме того, достоверная отрицательная корреляция

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИНДИКАТОРЫ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ)

установлена между $dNDVI$ и DD_F (коэффициент корреляции Спирмена составил - 0,32 при $p < 0,05$).

ВЫВОДЫ

Таким образом, установлено, что для 47,7% территории региона характерен достоверный рост $NDVI$, а для 4,4% территории – достоверное снижение. Исходя из имеющихся фактов, выявленные по $dNDVI$ изменения биопродуктивности ландшафтов в 2000-2018 гг. обусловлены сложным сочетанием влияния климатического тренда и хозяйственной деятельности. Положительный тренд биопродуктивности ($dNDVI > 0$) может быть связан как потеплением (при сохранении режима увлажнения), так и восстановительными процессами в ландшафтах, выведенных из оборота после аварии на Чернобыльской АЭС, залесением эродированных пахотных земель, частичной реабилитацией осушенных болот. Отрицательный тренд биопродуктивности ($dNDVI < 0$) характерен для наиболее сильно трансформированных ландшафтов, имеющих высокую степень хозяйственной освоенности. Вероятной причиной снижения биопродуктивности таких ландшафтов является расширение площади застроенных и нарушенных земель в связи с активной застройкой сельскохозяйственных и лесных угодий вблизи городов – Гомеля (прирост населения в 2000-2018 гг. составил более 50 тысяч человек), в меньшей степени – Речицы.

Оценка по индикатору дигрессивной динамики лесного покрова DD_F показывает, что критическая ситуация характерна для 37,0% территории региона. Сокращение лесного покрова в наибольшей степени происходит во вторично-моренном, моренно-зандровом и водно-ледниковом ландшафтах.

Индикаторы $dNDVI$ и DD_F взаимосвязаны (на что указывает достоверная отрицательная корреляция между ними), что объясняется существенным вкладом лесного покрова в изменения среднего значения $NDVI$ выдела ландшафта.

Список литературы

1. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. М.: ГЕОС, 1998. 418 с.
2. Гусев А.П. Диагностика ландшафтно-экологических ситуаций на основе фитоиндикации // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2016. №4. С. 77–83.
3. Гусев А.П. Индикаторы ландшафтно-экологических тенденций (на примере Восточной части Белорусского Полесья) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2018. №2. С. 28–33.
4. The use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: a review of the current status, future trends, and practical considerations / G.T. Yengoh, D. Dent, L. Olsson, A.E. Tengberg, C.J. Tucker. Lund University Centre for Sustainability Studies LUCSUS, 2014. 80 p.
5. Vox E.O., Holben B.N., Kalb V. Accuracy of the AVHRR Vegetation Index as a predictor of biomass, primary productivity and net CO_2 flux // Vegetatio. 1989. Vol. 80. P. 71–89.
6. Phillips L.B., Hansen A.J., Flather C.H. Evaluating the species energy relationship with the newest measures of ecosystem energy: NDVI versus MODIS primary production // Remote Sensing of Environment. 2008. Vol. 112. pp. 4381–4392.

7. Xu C. Evaluating the difference between the normalized difference vegetation index and net primary productivity as the indicator of vegetation vigor assessment at landscape scale / C. Xu, Y. Li et al. // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2012. Vol. 184. P. 1275–1286.
8. Молчанов А.А. Влияние леса на окружающую среду. М.: Наука, 1973. 358 с.
9. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
10. Марцинкевич Г. И. Ландшафтоведение. Минск: БГУ, 2007. 206 с.
11. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change / M. C. Hansen et al. // *Science*. 2013. Vol. 342 (6160). P. 850–853.
12. Логинов В.Ф. Климатические условия Беларуси за период инструментальных наблюдений // *Наука и инновации*. 2016. № 9. С. 25–29.

REMOTE INDICATORS OF LANDSCAPE-ECOLOGICAL TRENDS (ON THE EXAMPLE OF SOUTH-EAST BELARUS)

Gusev A.P.

*Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus
E-mail: gusev@gsu.by*

The work is devoted to the assessment of modern landscape-ecological trends based on the use of remote indicators – dynamics of NDVI and forest cover. The research area is south-east of Belarus. The object of research - broad-leaved forest landscapes of Polesye. The total area of the studied region is 34,9 thousand km². As an operational territorial unit, a landscape genus allotment (a total of 70 units) acted. Two indicators were used as indicators of landscape-ecological trends: dNDVI and DD_F. The indicator of changes in landscape bioproductivity: dNDVI = NDVI₂-NDVI₁, where NDVI₁ – the average value for 2000-2004; NDVI₂ – the average value for 2014-2018. NDVI were obtained from the MOD13Q1 (data from the Terra satellite, MODIS spectrometer). Data on changes in forest cover of landscapes of Polesye in 2000-2018 were taken from the Global Forest Change project. According to space monitoring data, changes in NDVI and forest cover of landscapes in the south-east of Belarus in 2000-2018 were studied. It was found that 47,7% of the territory is characterized by a significant increase in NDVI, and by 4,4% of the territory - a significant decrease. In half the territory, there are no statistically significant changes in NDVI. An increase in NDVI (normal landscape-ecological trend) occurs in 79,4% of the area of floodplain, 73,9% of the area of alluvial terraced, 57,2% of the area of lake-bog 52,7% of the area of lake-alluvial landscapes. A significant decrease in NDVI (critical landscape-ecological trend) was noted in a single section of the secondary moraine landscape, by 25,2% of the moraine landscape and 4,8% of the water-glacier landscape. According to the DD_F-indicator, a critical landscape-ecological trend is characteristic of the entire secondary moraine landscape, 73,5% of the moraine landscape, 49,8% of the water-glacier landscape, 41,4% of the lake-bog landscape. A reliable negative relationship is traced between dNDVI and the area of built-up and disturbed lands, dNDVI and the area of arable lands. The larger the area of built-up, disturbed and arable lands, the lower dNDVI. This relationship indicates that NDVI growth is likely due to forest and meadow lands. Accordingly, a decrease in NDVI can be explained by the expansion of the area of built-up, disturbed and arable lands. The DD_F-value reliably

correlates with the specific area of built-up, disturbed and arable lands. It is assumed that changes in the bioproductivity of landscapes in 2000-2018 may be due to a complex combination of the influence of the climate trend and human activity. A positive trend in bioproductivity ($dNDVI > 0$) may be associated with climate warming and restoration processes in abandoned landscapes. A negative trend in bioproductivity ($dNDVI < 0$) is characteristic of the most strongly transformed landscapes with a high degree of economic development.

Keywords: landscape, dynamics, indicators, landscape-ecological trends, forest cover, NDVI.

References

1. Vinogradov B.V. *Osnovy landshaftnoy ekologii (Fundamentals of landscape ecology)*. M.: GEOS (Publ.), 1998, 418 p. (in Russian).
2. Gusev A.P. Diagnostika landshaftno-ekologicheskikh situatsiy na osnove fitoindikatsii (Diagnostics of landscape-ecological situations based on phytoindication). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, 2016, no 4, pp. 77–83 (in Russian).
3. Gusev A.P. Indikatory landshaftno-ekologicheskikh tendentsiy (na primere Vostochnoy chasti Belorusskogo Poles'ya) (Indicators of landscape-ecological trends (on the example of the eastern part of Belarusian Polesie)). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2018, no 2, pp.28–33 (in Russian).
4. The use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: a review of the current status, future trends, and practical considerations / G.T. Yengoh, D. Dent, L. Olsson, A.E. Tengberg, C.J. Tucker. *Lund University Centre for Sustainability Studies LUCSUS*, 2014, 80 p.
5. Box E.O., Holben B.N., Kalb V. Accuracy of the AVHRR Vegetation Index as a predictor of biomass, primary productivity and net CO₂ flux // *Vegetatio*, 1989, Vol. 80, pp. 71–89.
6. Phillips L.B., Hansen A.J., Flather C.H. Evaluating the species energy relationship with the newest measures of ecosystem energy: NDVI versus MODIS primary production // *Remote Sensing of Environment*, 2008, Vol. 112, pp. 4381–4392.
7. Xu C. Evaluating the difference between the normalized difference vegetation index and net primary productivity as the indicator of vegetation vigor assessment at landscape scale / C. Xu, Y. Li et al // *Environmental Monitoring and Assessment*, 2012, Vol. 184, pp. 1275–1286.
8. Molchanov A.A. *Vliyaniye lesa na okruzhayushchuyu sredu (The impact of the forest on the environment)*. Moscow: Nauka (Publ.), 1973. 358 p. (in Russian).
9. Sochava V.B. *Vvedeniye v ucheniye o geosistemakh (Introduction to the doctrine of geosystems.)*. Novosibirsk: Nauka (Publ.), 1978. 319 p. (in Russian).
10. Martsinkevich G. I. *Landshaftovedeniye (Landscape science)*. Minsk: BGU (Publ.), 2007. 206 p. (in Russian).
11. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change / M. C. Hansen et al. // *Science*, 2013, Vol. 342 (6160), pp. 850–853.
12. Loginov V.F. *Klimaticheskiye usloviya Belarusi za period instrumental'nykh nablyudeniy (Climatic conditions of Belarus for the period of instrumental observations)*. *Nauka i innovatsii*, 2016, no 9, pp. 25–29.

Поступила в редакцию 29.08.2019

УДК 502.7

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ
КОЖЕВНИКОВСКОГО ПРИОБЬЯ В ПЕРИОД ЗАСЕЛЕНИЯ И
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ**

Гуськова Т.А.

*Кафедра географии геолого-географического факультета Национального
Исследовательского Томского государственного университета, г. Томск, Российская Федерация
E-mail: tataguskova@mail.ru*

Знание естественной динамической устойчивости и современных эволюционных тенденций ландшафтов позволит определять степень допустимой антропогенной нагрузки на тот или иной ландшафт, избегая его разрушения. Природные комплексы Кожевниковского Приобья подвергаются интенсивному антропогенному воздействию по причине активного использования плодородных почв в сельскохозяйственном производстве. Таким образом, распространенные здесь ландшафты - результат деградации подтаёжных лесов.

Ключевые слова: структура ландшафтов, динамика ландшафтов, антропогенное воздействие, лесостепные ландшафты.

ВВЕДЕНИЕ

Определяющей чертой современного ландшафтоведения является активный процесс слияния морфоструктурного и эволюционно-динамического подходов при изучении природно-территориальных комплексов (ПТК), которые рассматриваются как сложные пространственно-временные системы, характеризующиеся не только пространственной, но и временной масштабностью. Исследование ПТК: их состояния, условий формирования, этапов и закономерностей эволюции - позволит определять природный потенциал ландшафтов и рациональные пути их хозяйственного использования, а также прогнозировать состояние при разной степени антропогенной нагрузки.

Проблемам экологического состояния ландшафтов и вопросам оптимизации природной среды регионов в последнее время посвящено немало научных трудов международного уровня. Лесостепные ландшафты в данном направлении, в целом, встречаются редко в качестве объекта исследований, по сравнению с соседними природными зонами, что, предположительно, связано с расхождением взглядов на генезис лесостепи.

Однако в последние годы интерес к данной зоне возрастает, особенно в России, что вызвано расширением области сельскохозяйственной деятельности и выходом её за пределы степной зоны.

Современные исследования сибирской северо-лесостепной зоны посвящены отдельным компонентам природы. Среди недавних исследователей находятся почвоведы и биологи. Это Путилин А.Ф. «Эрозия почв в лесостепи Западной Сибири» (2002), Антипова Е.М. «Флора внутриконтинентальных островных лесостепей Средней Сибири» (2012), Харитonenков М.А. «Генезис лесостепей Западно-Сибирской равнины в свете современных представлений теоретической

экологии» (2010) и многие другие.

Ландшафтные работы, где бы изучались все природные компоненты во взаимодействии, с использованием морфоструктурного и эволюционно-динамического подходов для северо-лесостепной подзоны Западно-Сибирской равнины, на данный момент не проводились.

В качестве объекта исследований выбрана территория Кожевниковского Приобья, расположенная на юге Томской области в пределах Кожевниковского административного района на границе зон тайги и лесостепи. Природные комплексы данного региона стали подвергаться интенсивному антропогенному воздействию по причине активного использования плодородных почв в сельскохозяйственном производстве. В результате этого распространенные здесь ландшафты перешли в разряд динамически неустойчивых, что и определяет актуальность исследования.

Целью исследования является анализ пространственно-временной организации ландшафтов Кожевниковского Приобья, их структуры и динамики в период заселения и хозяйственного освоения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе предлагается объединение методологических принципов геоинформационного ландшафтного анализа и полевых исследований, с применением которых станет возможным судить об особенностях пространственной организации, эволюции и динамическом состоянии ландшафтов исследуемого района. Таким образом, геоинформационные и полевые методы исследований взаимодополнили друг друга, чем гарантировали точность полученных результатов.

По причине того, что динамика ландшафта – очень ёмкое и многоплановое понятие, в своих исследованиях мы опирались на работы Милькова Ф.Н. [1], выделяющего хорологическую динамику, выраженную в пространственном изменении границ ландшафтных комплексов, и Николаева В.А. [2], который особое место отводит антропогенной динамике, обусловленной хозяйственными нагрузками на природу.

1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Территория Кожевниковского Приобья располагается на юго-востоке Западно-Сибирской равнины.

В структурном отношении исследуемая территория представляет собой сочленение фрагментов крупных орографических элементов рельефа Западно-Сибирской равнины: на крайнем юге – северо-восточной оконечности Приобского плато с абсолютными высотами 120–130 м, а севернее – восточной части Восточно-Барабинской наклонной равнины с высотами 100–130 м.

В рельефе это озёрно-аллювиальная водораздельная равнина раннечетвертичного возраста. Её поверхность местами волнистая, на крутых склонах междуречий развиты овраги и балки. Равнина сложена глинами,

суглинками, песками и расчленяется долинами рек Шегарки, Баксы, Уртамки, Кинды, Теки, притоками р. Оби, долина которой прилегает к восточной границе исследуемой территории. Многочисленны также небольшие суффузионно-просадочные западины и неглубокие лога, весной заполняющиеся водой. Прибрежная часть равнины хорошо дренирована, но к западу увлажнение нарастает и увеличивается заболачивание [3].

Климат слабо засушливый с достаточно теплым летом, умеренно холодной малоснежной зимой. Минимальная среднемесячная температура зафиксирована в январе – (-24,5° С), максимальная в июле – 21,9° С (станция Кожевниково).

Среднегодовая влажность воздуха - 74,2%. Годовое количество осадков в районе равно 390–415 мм. Большая их часть выпадает в теплый период года, максимальное их количество – до 185 мм – приходится на июль – август [4].

Определенное влияние оказывает р. Обь. Это выражается в увеличении скорости ветра в долине реки, отепляющем действии в переходные сезоны, что увеличивает продолжительность безморозного периода. Летом водная поверхность реки способствует размыванию восходящих токов, и это несколько уменьшает количество осадков, по сравнению с сопредельной территорией [5].

Современный почвенный покров Кожевниковского Приобья характеризуется большим разнообразием. Его слагают дерново-подзолистые, серые лесные оподзоленные почвы, черноземы, черноземно-луговые, дерново-луговые, болотные почвы и почвы речных пойм. Господствующими почвами в пределах описываемой территории являются серые лесные и черноземы [6].

Отмеченные выше разнообразные природные условия Кожевниковского Приобья обуславливают довольно сложную картину её растительности. Пестрота растительного покрова заметно выражена в южной части исследуемой территории, где наиболее разнообразны условия рельефа и почвенного покрова.

Лесные массивы представлены вторичными берёзовыми и осиновыми крупнотравными лесами, есть отдельные массивы хвойных лесов: кедровый Базойский лес и сосновая Чилинская лесная дача. Менее дренируемые участки междуречья заняты переувлажнёнными берёзово-осиновыми лесами. Всего леса охватывают около 25% площади исследования.

Луговая растительность развивается небольшими полосами вокруг лесных колок, по слабо облесённым склонам и днищам логов, балок и долин рек и отличается многовидовым составом злаков и разнотравья. В западной, менее распаханной, части Кожевниковского Приобья вследствие широкого распространения здесь хорошо увлажняемых почв развиты ежово-разнотравные луга с обильным травостоем, представляющие собой высокопродуктивные сенокосы. При этом на южных склонах распространены остепнённые луга с типичными лесостепными видами трав. В связи с изреженностью травостоя такие луга используются в качестве пастбищ [7].

Большая часть территории занята пахотными землями. Выращивают пшеницу, ячмень, горох, кукурузу и многое другое.

Таким образом, на современных ландшафтных картах Кожевниковское Приобье показано в подзоне северной лесостепи.

Стоит отметить, что одним из первых авторов, опубликовавших ландшафтную карту, где исследуемая территория отнесена к подзоне северной лесостепи является В.И. Булатов [8]. Автор предложил схему, которая содержит в себе некоторые изменения в сравнении с предыдущими исследователями, в связи с пересмотром положения основной зональной границы между тайгой и лесостепью и уточнением границ провинций.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

2.1 Временная организация ландшафтов Кожевниковского Приобья

Исследование динамики ландшафтов Кожевниковского Приобья позволило установить направление их развития от подтаежных ландшафтов в сторону лесостепных за счёт деградации, обусловленной интенсивным антропогенным воздействием.

В течение голоцена происходили неоднократные и быстротечные смены климата и растительности, что подтверждает большое количество палеоботанических, палеогеографических и других данных.

В эпоху раннего голоцена (13–12 тысяч лет назад), благодаря потеплению климата, березовые леса с примесью ели и пихты вытеснили господствовавшие до этого в последнюю фазу зырянского оледенения (22–10,6 тыс. лет назад) лесотундровые ландшафты [9]. Найденные археологами позднепалеолитические стоянки свидетельствуют о том, что данный период (поздний палеолит) стал началом заселения исследуемой территории, как и всей Западной Сибири [10].

Пребореальный период (10–9 тыс. лет назад) характеризовался сменой фаз холодного и влажного, холодного и сухого, теплого сухого и теплого и влажного климата. Зональные типы ландшафтов значительно отличались от современных. Так, климат поспособствовал тому, чтобы в пределах исследуемой территории преобладали елово-берёзовые и сосново-берёзовые леса с елью и господством марево-полынных и ксерофитных злаково-полынных ассоциаций.

Следующий бореальный период (9–8 тыс. лет назад) характеризовался чередованием фаз холодных влажных и сухих; тёплых влажных и сухих, что отразилось на структуре растительных формаций. В это время лесостепная и степная зоны располагались ещё за пределами всей Западно-Сибирской равнины. Исследуемая территория была покрыта сосново-берёзовыми лесами. На более дренированных участках росла ель [11].

Атлантический период (8–5 тыс. лет назад) считается наиболее благоприятным по соотношению тепла и влаги для произрастания лесной растительности. По данным С.А. Архипова, И.А. Волкова и В.С. Волковой, в атлантический оптимум (6–5,5 тыс. лет назад) на территории всей Западной Сибири климат был существенно теплее современного [12]. Таким образом, возникли оптимальные условия для расцвета ели. Однако лесообразующими породами оставались – сосна и береза. На севере вместе с ними произрастали темнохвойные породы (ель, пихта, кедр), а на западе – широколиственные – (вяз, липа, дуб). На песчаных почвах сформировались интразональные сосновые леса, которые с этого времени не

претерпевали существенных изменений [11, 13].

Поселения древних охотников и рыболовов, проживавших 5–7 тысяч лет назад, открыты томскими археологами на острове у села Батурино, у деревни Могильники по берегам реки Таган. Каменные топоры, наконечники стрел, керамическая посуда с орнаментом свидетельствуют об их принадлежности к каменному веку. Основными занятиями человека в то время, как и в течение следующих нескольких тысяч лет, служили охота и рыболовство: воздействие на распространенные ландшафты было незначительным [10].

Климат суббореального периода (5–2,5 тыс. лет назад) уже был близок к современному. В течение этого периода наблюдались холодные и влажные фазы, чередующиеся с потеплениями. Состав растительности изменялся вместе с колебаниями климата: в периоды потеплений в составе лесов увеличивалась роль широколиственных пород – липы, дуба, вяза.

Около 4,5 тыс. лет назад начинается эпоха похолодания; постепенно нарастают суровость и континентальность климата [11, 13]. Возможной причиной этого явилось изменение циркуляционной ситуации: возрастающее действие Сибирского антициклона и усиление меридиональной циркуляции атмосферы. Во вторую половину суббореального периода (4–3 тыс. лет назад) начинается постепенное исчезновение широколиственных пород в лесах, и ландшафты постепенно приобретают современный южно-таёжный облик. Господствующими на изучаемой территории становятся берёзово-сосновые леса [14]. В этот период древние жители начинают осваивать скотоводство, которое принесли сюда проникающие с юга племена, однако охота и рыбалка остаются основным видом хозяйственной деятельности, о чем свидетельствуют находки на стоянке у села Батурино: каменные наконечники стрел, скребки для выделки шкур, ножи и многое другое [15].

За последние 2,5 тыс. лет (субатлантический период) происходили неоднократные колебания климата. В лесоболотной зоне усиливается заболачивание, в природных системах начинается становление современной ландшафтной структуры. Таким образом, большинство зональных ландшафтов Западно-Сибирской равнины имеют субатлантический возраст 2–2,5 тыс.л. [11].

В первой половине и середине 2-го тыс. до н. э. на исследуемой территории обитали представители самусьской культуры. Население было очень сложным по своему составу: с одной стороны, были представители верхнеобской неолитической культуры с преимущественными хозяйственными занятиями: охота, рыболовство, собирательство, с другой, - представители, культура которых включала компоненты южного происхождения, «знавшие начала земледелия». Этот период, в сравнении с предыдущими, отличается наибольшим количеством археологических памятников. Укрепленные валами и глубокими рвами городища у деревень Могильники, Каштаково; поселения и могильники у Еловки, Вороново, Батурино, по берегам речки Кинды свидетельствуют о более плотном заселении местности [16].

Таким образом, антропогенное воздействие на ландшафт существенно возросло в сравнении с ранним и средним голоценом: хозяйственные нужды человека начали приводить к сокращению лесных площадей, потому как

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ КОЖЕВНИКОВСКОГО ПРИОБЬЯ В ПЕРИОД...

потребовались открытые земельные площади для посевов и пастбищ.

Около 1 тыс. лет назад на планете, как и в Западной Сибири, отмечался малый климатический оптимум. В этот период на исследуемой территории произрастали берёзовые и сосново-берёзовые леса с участием ели и пихты.

В период малого ледникового периода (700–600 лет назад) похолодание климата вызвало обеднение состава древесной растительности – распространение берёзово-сосновых редколесий, значительно сократился ареал ели [11, 14].

На исследуемой территории обитали многочисленные группы тюркоязычного населения: чатских и обских татар, кочевавших вдоль Оби и ее притоков. Основными занятиями служили охота и скотоводство. На землях в верховьях речки Шегарки, Баксы, проживали карагасы, принадлежавшие к алтайской группе населения [10].

Нагрузка на ландшафт начала заметнее увеличиваться с приходом на территорию современного Кожевниковского района русских (начало и середина XVII-го века), что связано с правительственными мерами по обеспечению хлебом «своих поданных» в Сибири (рис. 1).

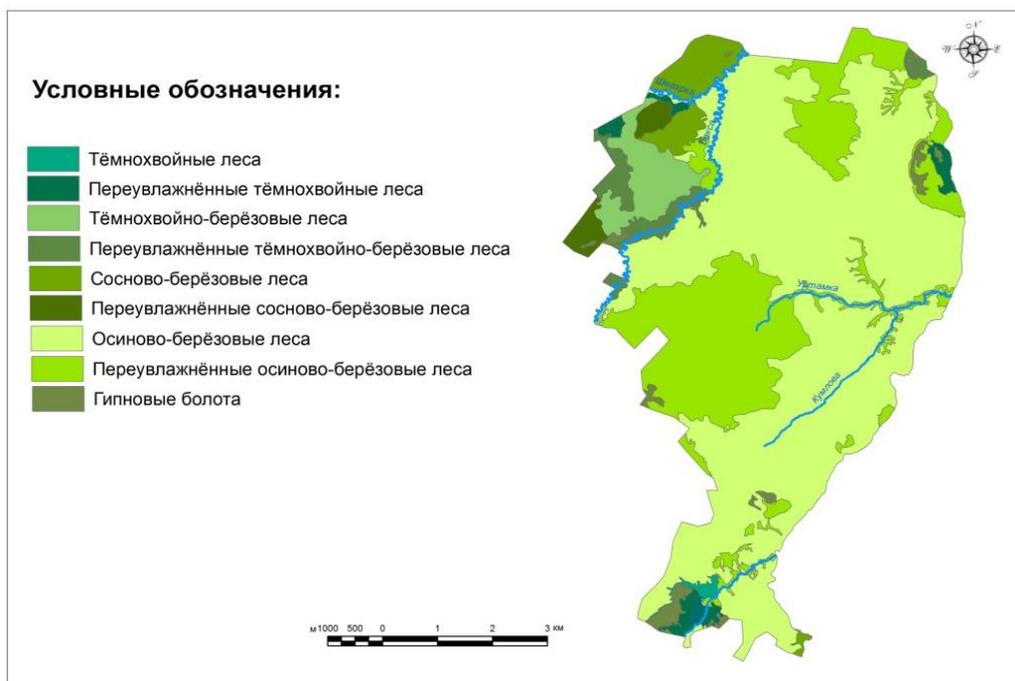


Рис. 1. Карта-гипотеза восстановленной растительности Кожевниковского Приобья до середины XVII-го века (выполнена автором).

Томские служилые люди стали получать взамен хлебного жалованья землю под пашню и сами стали ее обрабатывать. Решено было также переселить в эти земли крестьян и создать «государеву пашню». Впоследствии из зачаточных форм земледельческих поселений здесь сложились сначала деревни, затем сёла. Русские

поселенцы вырубали и выжигали лес, весной на пашне пускали палы, что приводило к пожарам.

Однако, несмотря на существенные изменения, связанные с развитием пашенного земледелия за последние два столетия, ряд учёных: Крылов П.Н. [17], Зайцев А.М. [18], Сиязов М. М. [19], изучая растительность, относили исследуемый район к зоне пихтово-еловых лесов.

Начиная с XX-го в., человек стал вносить новые коррективы в ландшафт. Строительство транссибирской железной дороги в 1893–1912 гг. облегчило переселение в Западную Сибирь, а политика правительства, под влиянием требований развивающегося капитализма в России, стала способствовать интенсификации переселения. Комитет Сибирской железной дороги создал специальный фонд, предназначенный для содействия строительству дороги, а также заселению и промышленному развитию прилегающих к дороге местностей [20].

Таким образом, возросла площадь территорий, занятых под населенными пунктами, промышленными зданиями и др. Продолжилась вырубка леса в хозяйственных целях. Значительные площади леса сводились вдоль автомобильных дорог и линий электропередач. Возросла площадь сельхозугодий, в том числе пашни [10].

Так, только за последние 50 лет (Рис. 2) площадь сельскохозяйственных земель увеличилась с 158 тыс. га до 163 тыс. га, что было достигнуто за счёт сокращения площади лесов. Начали проводиться мелиоративные работы: постройка каналов, осушение болот и др.

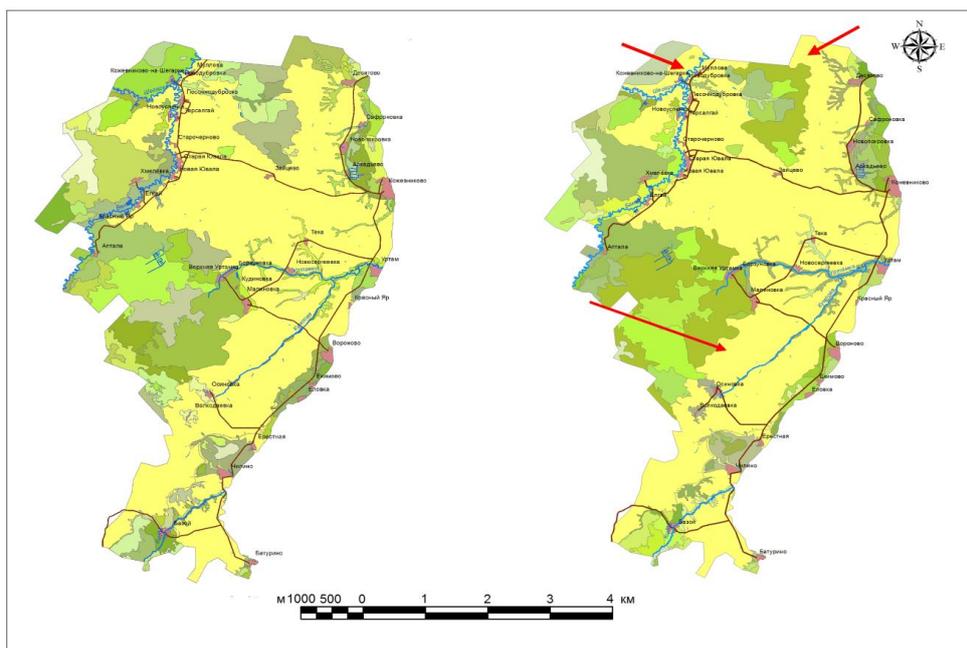
В наши дни земли сельскохозяйственного назначения занимают почти половину всей площади района. Естественная растительность сохранилась лишь в пределах многочисленных замкнутых суффозионных западин, склонов балок, логов и речных долин, по причине практически полной распаханности плодородных почв территории [7].

2.2 Пространственная организация ландшафтов Кожевниковского Приобья

Детальное исследование компонентов ландшафта и их внутренних и внешних связей позволило выделить на территории Кожевниковского Приобья две основные группы ландшафтов: природные (естественные) и антропогенные.

Виды природных урочищ выделены с учетом особенностей мезорельефа, растительного и почвенного покрова. Важным индикационным признаком являлся растительный покров, который был положен в основу выделения природных геосистем на ландшафтной карте.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ
КОЖЕВНИКОВСКОГО ПРИОБЬЯ В ПЕРИОД...



Ландшафтная карта
Кожевниковского Приобья
на 1963 год

Ландшафтная карта
Кожевниковского Приобья
на 2017 год

Условные обозначения:

 – сельскохозяйственные земли с участками лесов и лугов на сочетании выщелоченных и оподзоленных чернозёмных и серых лесных суглинистых почвах

Рис.2. Карта-схема изменений площадей сельскохозяйственных ландшафтов за последние 54 года (выполнена автором).

Так, на долю естественных урочищ приходится 45,1% от всей площади исследуемого района. Наибольшую площадь территории из природных урочищ занимают слабоволнистые участки междуречья с заболоченными лугами и берёзовым редколесьем на дерново-глеевых тяжелосуглинистых почвах – 10,8%. Субдоминантными урочищами являются слабоволнистые поверхности междуречной равнины со слабозаболоченным берёзовым лесом на серых лесных глеевых тяжелосуглинистых почвах – 4,4%.

Исследуемый район характеризуется значительным антропогенным воздействием. Здесь встречаются сельскохозяйственные и селитебные ландшафты. Из антропогенных ландшафтов наиболее распространены участки, занятые сельскохозяйственными землями 53,5%. Селитебные ландшафты представлены землями, занятыми жилыми и промышленными помещениями – 1,4%.

Таким образом, доля антропогенных ландшафтов выше природных и, в общем, составляет 54,9% (рис. 3).

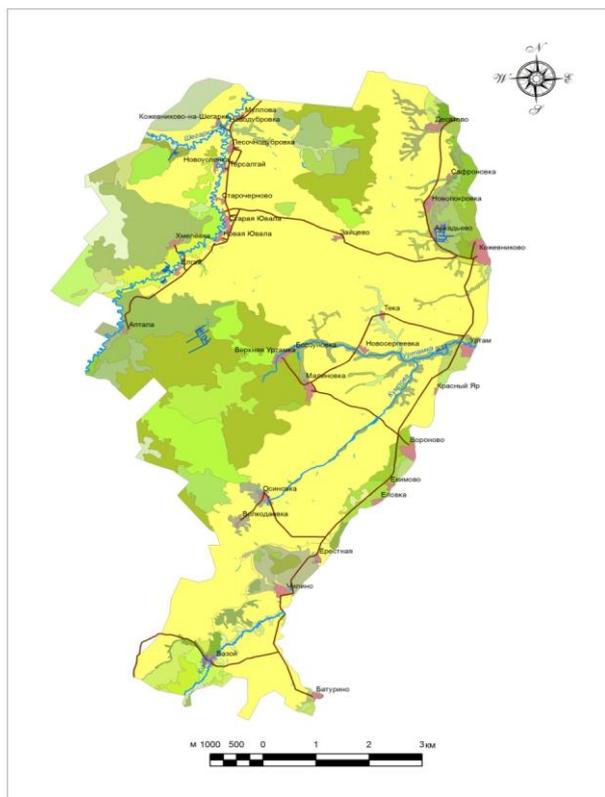


Рис. 3. Ландшафтная карта Кожевниковского Приобья на 2017 год (выполнена автором).

Таким образом, в результате хозяйственного освоения на исследуемой территории сформировались современные антропогенно-деградационные лесостепные ландшафты, как результат деградации подтаёжных лесов.

ВЫВОДЫ

Представленный анализ структурных и эволюционно-динамических особенностей природных территориальных комплексов исследуемого района может служить основой для выбора рациональных путей хозяйственного использования территории, а также определения видов и степени антропогенных нагрузок и преобразований, которые способствовали бы оптимизации ландшафтов и предупреждали их разрушение.

Таким образом, одним из основных направлений дальнейших исследований послужит геоэкологическая оценка, реализация которой станет возможной с использованием статистических связей антропогенной нагрузки и параметров

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ КОЖЕВНИКОВСКОГО ПРИОБЬЯ В ПЕРИОД...

ландшафта, получаемых при обработке данных разновременных ландшафтных карт.

В конечном итоге, на основе созданной геоинформационной системы ландшафтов (пространственно-временная организация) и результатов расчетов антропогенной преобразованности и экологической устойчивости ландшафтов (геоэкологическая оценка) станет возможным прогнозировать состояние ландшафтов северо-лесостепной зоны, в частности, агроландшафтов, и контролировать антропогенное воздействие, имеющее как мелиоративный, так и разрушающий эффект (разработка рекомендаций).

Список литературы

1. Мильков Ф.Н. Общее землеведение: [Учебник для геогр. спец. вузов]. М.: Высш. шк., 1990. 334 с.
2. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 160 с.
3. Евсева Н.С., Земцов А.А. Рельефообразование в лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1990. 240 с.
4. Трофимова И.Е., Балыбина А.С. Классификация климатов и климатическое районирование Западно-Сибирской равнины // География и природные ресурсы. 2014. № 2. С. 11–21
5. Евсева Н.С. География Томской области. (Природные условия и ресурсы). Томск: Изд-во Томского ун-та, 2001. 223 с.
6. Почвенная карта Томской области/ сост. и подгот. к печати Западно-Сибирский государственный проектный институт по землеустройству (Томский филиал); ответ. ред. Г.В. Романова. 1:1000000., 1987.
7. Давыдов В.В. Эколого-агрохозяйственная типология земель юга Томского Приобья // Вопросы географии Сибири. Томск, 2003. С.257–260.
8. Булатов В.И. Типы местности и природное районирование юго-востока Западно-Сибирской равнины (в границах Томской области): Дисс... канд. геогр. наук. Воронеж, 1966. 299 с.
9. Нейштадт М.И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 404 с.
10. Евсева Н.С. Изменение ландшафтов юга Томской области в процессе заселения и хозяйственного освоения // Вопросы географии Сибири вып. 19. Томск, 1993. С. 55–60.
11. Евсева Н.С., Жилина Т.Н. Палеогеография конца позднего плейстоцена и голоцена (корреляция событий): учебное пособие. Томск: Изд-во НТЛ, 2010. 180 с.
12. Архипов С.А., Волков И.А., Волкова В.С. Основные проблемы палеогеографии четвертичного периода юга Западно-Сибирской низменности // Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1965. С. 218–226.
13. Зубаков В.А. Палеогеография Западно-Сибирской низменности в плейстоцене и позднем плиоцене. Л.: Наука, 1972. 196 с.
14. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии (опыт трансконтинентальной корреляции этапов развития растительности и климата). М.: Наука, 1977. 200 с.
15. Матющенко В.И. Древняя история населения лесного и лесостепного Приобья (неолит и бронзовый век). Часть 1. Неолитическое время в лесном и лесостепном Приобье (Верхнеобская неолитическая культура) // Из истории Сибири. Вып. 9. Томск, 1973. 185 с.
16. Матющенко В.И. Древняя история населения лесного и лесостепного Приобья (неолит и бронзовый век). Часть 2. Самусьская культура // Из истории Сибири. Вып. 10. Томск, 1973. 226 с.
17. Крылов П.Н. Очерк растительности Томской губернии // Научные очерки Томского края. Томск, 1898. С. 1–26.
18. Зайцев А.М. Томская губерния в районах железной дороги между рр. Обью и Чулымом/ по данным исследований 1892–95 г.г. // Научные очерки Томского края. Томск, 1898. С. 1–15.

19. Сиязов М.М. К флоре восточной половины Омского уезда // Записки ЗСОПГО. 1908. С. 1–14.
20. Крылов Г.В., Завалишин В.В., Козакова Н.Ф. Исследователи природы Западной Сибири. Новосибирск: Кн. изд-во, 1988. 352 с.

**SPATIO-TEMPORAL ORGANIZATION OF LANDSCAPES OF THE
KOZHEVNIKOVO OB REGION DURING THE SETTLEMENT AND
ECONOMIC DEVELOPMENT**

Guskova T.A.

*Department of Geography, Faculty of Geology and Geography, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation
E-mail: tataguskova@mail.ru*

All observed in nature complexes are in the process of directional development. It includes a wide range of phenomena of both endogenous and exogenous nature. Among the most important factors affecting the landscape in recent centuries is human economic activity. Information about the natural dynamic stability and evolutionary trends of landscapes allows us to determine the degree of permissible anthropogenic impacts on any landscape without destroying its structure.

The object of the research is the territory of the Kozhevnikovo Ob region. It is located in the south of the Tomsk region on the border of zones of a taiga and forest steppe. Natural complexes of this region are exposed to intensive anthropogenic impact. The specificity of economic activity is the use of fertile soils in agricultural production. For this reason, the widespread landscapes here have moved into the category of dynamically unstable, which determines the relevance of the research.

The objective of the research is analyze of the spatio-temporal organization of the landscapes (landscape dynamics) of the Kozhevnikovo Ob region their structure and dynamics in the period of settlement and economic development.

The paper proposes the unification of the methodological principles of GIS-technologies and field research, with the use of which it becomes possible to judge the features of the spatial organization, evolution and dynamic state of the landscapes of the study area.

The paper consists of an introduction, two sections and a conclusion.

The first section is devoted to the general characteristics of the natural conditions of the study area. It also analyzes the individual components of the landscape.

The second section is devoted to the results of the research. At the beginning, the results of the study of the dynamics of the landscapes of Kozhevnikov Ob region in the period of settlement and economic development are given. These results allow to establish the direction of development of natural geosystems from sub-taiga landscapes towards the forest-steppe due to degradation caused by intense anthropogenic impact. Then the landscape characteristic of the Kozhevnikov Ob region is shown. It indicates that a significant area is occupied by farmland (53.5%), which are modifications of indigenous landtype associations.

The presented analysis of the structural and evolutionary-dynamic features of the natural territorial complexes of the studied area can be the basis for choosing rational ways of

economic use of the territory, as well as determining the types and extent of anthropogenic pressures and transformations that would contribute to the optimization of landscapes and prevent their destruction.

Keywords: landscape structure, landscape dynamics, anthropogenic impact, forest-steppe landscapes.

References

1. Milkov F.N. Obshee zemlevedenie: [Uchebnik dlja geogr. spec. vuzov] (General geography: [Tutorial for geogr. specialist. universities]). Moscow: Higher. Shk., 1990, 334 p. (in Russian).
2. Nikolaev V.A. Problemy regional'nogo landshaftovedenija (Problems of regional landscape science). Moscow: Publishing House of Moscow. Un-ta, 1979, 160 p. (in Russian).
3. Evseeva N.S., Zemtsov A.A. Rel'efoobrazovanie v lesobolotnoj zone Zapadno-Sibirskoj ravniny (Relief formation in the forest-bog zone of the West Siberian Plain). Tomsk: Publishing house of Tomsk State University, 1990, 240 p. (in Russian).
4. Trofimova I.E., Balybina A.S. Klassifikacija klimatov i klimaticeskoe rajonirovanie Zapadno-Sibirskoj ravniny (Climate classification and climatic zoning of the West Siberian Plain). Geografija i prirodnye resursy. 2014. no 2. pp. 11–21 (in Russian).
5. Evseeva N.S. Geografija Tomskoj oblasti. (Prirodnye uslovija i resursy) (Geography of the Tomsk region. (Natural conditions and resources)). Tomsk: Publishing house of Tomsk State University, 2001, 223 p. (in Russian).
6. Pochvennaja karta Tomskoj oblasti/ sost. i podgot. k pečati Zapadno-Sibirskij gosudarstvennyj proektnyj institut po zemleustrojstvu (Tomskij filial) (Soil map of the Tomsk region / comp. and prepare. to print West-Siberian State Design Institute for Land Management (Tomsk branch)); answer. ed. G.V. Romanov. 1: 1000000., 1987. (in Russian).
7. Davydov V.V. Ecological and agro-economic typology of lands in the south of the Tomsk Priobye. Siberian Geography Issues, Tomsk, 2003, pp. 257–260 (in Russian).
8. Bulatov V.I. Tipy mestnosti i prirodnoe rajonirovanie jugo-vostoka Zapadno-Sibirskoj ravniny (v granicah Tomskoj oblasti) (Types of terrain and natural zoning of the southeast of the West Siberian Plain (within the boundaries of the Tomsk region)): PhD thesis. Voronezh, 1966, 299 p. (in Russian).
9. Neishtadt M.I. Istorija lesov i paleogeografija SSSR v golocene (History of forests and paleogeography of the USSR in the Holocene). Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1957, 404 p. (in Russian).
10. Evseeva N.S. Izmenenie landshaftov juga Tomskoj oblasti v processe zaselenija i hozjajstvennogo osvoenija (Changing landscapes of the south of the Tomsk region in the process of settlement and economic development) // Voprosy geografii Sibiri vyp. 19. Tomsk, 1993, pp. 55–60 (in Russian).
11. Evseeva N.S., Zhilina T.N. Paleogeografija konca pozdnego plejstocena i golocena (korreljacija sobytij): uchebnoe posobie (Paleogeography of the late Late Pleistocene and Holocene (event correlation): study guide). Tomsk: Publishing house NTL, 2010, 180 p. (in Russian).
12. Arkhipov S.A., Volkov I.A., Volkova V.S. The main problems of the Quaternary paleogeography of the south of the West Siberian Lowland. The main problems of studying the Quaternary period. Moscow: Science, 1965, pp. 218–226 (in Russian).
13. Zubakov V.A. Paleogeografija Zapadno-Sibirskoj nizmennosti v plejstocene i pozdnem pliocene (Paleogeography of the West Siberian Lowland in the Pleistocene and Late Pliocene). Leningrad: Science, 1972, 196 p. (in Russian).
14. Khotyn N.A. Golocen Severnoj Evrazii (opyt transkontinental'noj korreljacji jetapov razvitija rastitel'nosti i klimata) (Holocene of Northern Eurasia (the experience of transcontinental correlation between the stages of development of vegetation and climate)). Moscow: Science, 1977, 200 p. (in Russian).
15. Matyushchenko V.I. Drevnjaja istorija naselenija lesnogo i lesostepnogo Priob'ja (neolit i bronzovyj vek). Chast' 1. Neoliticheskoe vremja v lesnom i lesostepnom Priob'e (Verhneobskaja neoliticheskaja kul'tura) (Ancient history of the population of forest and forest-steppe Priobye (Neolithic and Bronze

- Age). Part 1. Neolithic time in the forest and forest-steppe Ob (Upper Ob Neolithic culture)). Iz istorii Sibiri. Vyp. 9. Tomsk, 1973, 185 p. (in Russian).
16. Matyushchenko V.I. Drevnjaja istorija naselenija lesnogo i lesostepnogo Priob'ja (neolit i bronzovyj vek). Chast' 2. Samus'skaja kul'tura (Ancient history of the population of forest and forest-steppe Priobye (Neolithic and Bronze Age). Part 2. Samus culture). Iz istorii Sibiri. Vyp. 10. Tomsk, 1973, 226 p. (in Russian).
 17. Krylov P.N. Sketch of the vegetation of the Tomsk province. Scientific sketches of the Tomsk region, Tomsk, 1898, pp. 1–26 (in Russian).
 18. Zaitsev A.M. Tomsk Province in the areas of the railway between the RR. Ob and Chulyum / according to research data from 1892–95. Scientific essays of the Tomsk Territory, Tomsk, 1898, pp. 1–15 (in Russian).
 19. Siyazov M.M. To the flora of the eastern half of Omsk County. ZSORGO notes, 1908, pp. 1–14 (in Russian).
 20. Krylov G.V., Zavalishin V.V., Kozakova N.F. Issledovateli prirody Zapadnoj Sibiri (Nature Researchers of Western Siberia). Novosibirsk: Vol. Publishing house, 1988, 352 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 15.10.2019

УДК 551.4.04

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИН СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ РАВНИНЫ

Белецкая Н.П.¹, Назарова Т.В.², Паиков С.В.¹

¹*Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан*

²*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва, г. Нур-Султан, Казахстан
E-mail: nkzu@mail.ru, tvnazarova81@mail.ru*

Статья посвящена вопросам происхождения озерных котловин Северо-Казахстанской равнины на основе полученных результатов изучения, в том числе, многолетних полевых исследований. Приводится генетическая классификация озерных котловин, как следствие комплекса рельефообразующих процессов с учетом их преобладания в каждом конкретном случае.

Ключевые слова: рельефообразующие процессы, классификация озерных котловин, генезис, Северо-Казахстанская равнина

ВВЕДЕНИЕ

В современной географической науке особую роль играет изучение вопросов, связанных с расположением, морфологией, морфометрией, динамикой крупных озерных систем, котловин озерных систем, в том числе и на территории Казахстана. В данном случае изучаются основные показатели озерных котловин рассматриваемой территории, в значительной степени обусловленные их генезисом.

Исследование озерных систем Северо-Казахстанской равнины представляет научный интерес, прежде всего, в связи с тем, что скопление разнообразных по размерам озер с варьирующим составом воды на относительно компактной территории со сходными климатическими и геолого-геоморфологическими условиями позволяет более качественно оценить роль основных факторов, обуславливающих разнообразный состав природных вод.

Согласно современным представлениям [1], в физико-географическом отношении исследуемая территория представлена Северо-Казахстанской наклонной равниной, с юга и юго-востока ограниченная склонами Казахского мелкосопочника, а на западе постепенно сливается с Тургайской столовой страной. Подавляющая часть поверхности исследуемой территории в географической литературе дефинируется как Ишимская равнина (Ишимская степь).

В основании Северо-Казахстанской наклонной равнины залегает Приказахстанская моноклираль Западно-Сибирской плиты, фундамент которой сложен интрузивными и метаморфическими породами допалеозоя и палеозоя, осложнен разломами и характеризуется ступенчатым строением. Западная часть структуры представлена Тобол-Убаганским поднятием (выступом), где мощность осадочного чехла плиты составляет около 400 м, а в направлении Иртышской синеклызы фундамент погружен на глубину более 2 км. По морфологическим особенностям равнина подразделяется на денудационно-аккумулятивные (неогеновые озерные плато (по Воскресенскому, 1962); структурно-денудационные

неогеновые равнины (по Николаеву, 1962)) равнины Приишимья и аккумулятивные равнины Прииртышья в восточной половине [2-3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Теоретические вопросы классификации озерных котловин разрабатывались многими авторами. Большой известностью пользуется классификация Первухина М.А. [4]. Детальную генетическую классификацию, включающую 11 групп с 76 типами котловин, предложил Huttchinson [5]. Классификация озерных котловин территории СССР разработана Пармузиным Ю.П. [6]. Известны работы в этой области Кесь А.С. [7], Посохова Е.Н. [8], Мартынова В.А. [9], Волкова И.А. [10-11], Городецкой М.Е. [12], Гояна В.В. [13].

Озера Северного Казахстана изучались многими учеными лимнологами, геоморфологами: Поползиным А.Г. [14-16], Муравлевым Г.Г. [17-18], Филонец П.П. и Омаровым Т.Г. [19], Николаевым В.А., Белецкой Н.П. [20-22], Коломиным Ю.М. и др. [23].

В настоящей работе авторами проведена работа по классификации озерных котловин рассматриваемой территории.

Проведенные исследования основаны на результатах анализа тематических карт, статистических данных, информационного аналитического материала, специальной литературы, космических снимков Landsat 8, авторских данных полевых исследований тектонических озерных котловин в Акжарском и Уалихановском районах Северо-Казахстанской области (2018 г.), топографических карт масштабов 1: 200000, систематизации данных физико-географических исследований озер региона по архивным и картографическим материалам (М 1: 25000). Пространственный анализ и синтез данных были проведены с помощью геоинформационной системы ArcGIS 10.4.1.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Выявление происхождения озерных котловин – важнейший вопрос изучения озер, озерных систем, их основных характеристик, современных динамических процессов, эволюции.

Большинство озерных котловин имеет смешанное происхождение, так как в формировании каждой котловины участвует определенный комплекс процессов, и в этом смысле они гетерогенны. Иногда один-два фактора все же определяют их заложение и развитие, и деление котловин на генетические разновидности производится по доминирующим факторам. Иногда, напротив, трудно отдать предпочтение тому или иному фактору или процессу.

На протяжении многих лет вопросы происхождения котловин уникальных озер – степных морей (тенизов), интересовали многих авторов размерами и морфологией, загадочностью генезиса.

Первые представления по данному вопросу были высказаны Бергом Л.С. [24], сделавшим заключение, что тенизы являются остатками олигоценного моря.

Кесь А.С. считала их междельтовыми понижениями, то есть участками, не

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИН СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ РАВНИНЫ

подвергшимися аккумуляции наносов древних речных потоков.

Пестовский К.Н. пришел к выводу о том, что эти озера возникли из «первоначальных» впадин, оставшихся на месте обширного верхнеплиоценового бассейна путем последующего их углубления на протяжении четвертичного периода [25].

Посохов Е.Н. предполагал, что тенизы образовались эрозионным путем, то есть представляют собой остатки древнего огромного потока, позже переработанные денудационными процессами, среди которых главную роль отводит дефляционным.

О приуроченности некоторых озер (Кишикаррой, Шаглытениз) к древней погребенной долине, изображавшейся на старых геологических картах и пересекающей Северный Казахстан с востока на юго-запад, писала З.А. Сваричевская. Котловины же других озер (Калибек, Алабота и др.) она отнесла к сорово-дефляционным.

Сорово-дефляционными образованиями называл все описываемые замкнутые котловины и сторонник широкого развития эоловых процессов на территории юга Западной Сибири Волков И.А.

Критический анализ сложившихся точек зрения на происхождение описываемых котловин сделан в работе Гояна В.В. На основании вышеотмеченного взаимного расположения отметок уреза воды в Иртыше и уровней озер исключается суффозионно-просадочный путь образования котловин, так как отсутствует возможность выноса вещества подземными и поверхностными водами в Иртыш. Изучение морфологии котловин и их окрестностей, геологического строения территории по данным бурения привело Гояна В.В. к выводу о том, что озера не являются участками древних долин, а представляют собой обособленные замкнутые, изолированные друг от друга впадины. Не поддерживал Гоян В.В. и сторонников эолово-дефляционного генезиса озерных котловин. Главными факторами их формирования он считал тектонические.

Реконструкция погребенного рельефа по данным бурения по кровле олигоценых морских (чеганских) глин и построение геолого-геоморфологических профилей [22] показала, прежде всего, что на значительной части рассматриваемой территории чеганские отложения отсутствуют, а близко к поверхности залегают породы мезозоя и палеозоя.

Более ста лет в географической литературе дискутируются вопросы, связанные с морфологией, морфометрией, распространением так называемого гривного (котловинно-холмисто-гривного) рельефа. Существует гипотеза абразионно-аккумулятивного происхождения этого рельефа, высказанная Воскресенским С.С., Овчинниковым Г.Д. [26], Белецкой Н.П.

Обобщение материалов по геологическому строению, геоморфологическим особенностям территории позволило авторам предложить генетическую классификацию озерных котловин исследуемой территории.

Тектонические:

1) впадины-грабены, как результат разрывных тектонических движений, проявившихся в прибортовых структурах Западно-Сибирской плиты на неотектоническом этапе развития (Теке, Кишикаррой, Силетытениз, Улькенкарой,

Большой Тарангул, Имантау, Шалкар, Лобаново, Менкисер, Становое и др.);

2) впадины-мульды, образовавшиеся вследствие медленных колебательных движений без разрыва сплошности горных пород (Шаглытениз, Шелегино и др.);

Гидрогенные – следствие деятельности текучих вод:

1) пойменные (старицы-меандры, старицы-протоки, межгрядные, вторичные пойменные) – многочисленные озера поймы р. Ишим и р. Иртыш;

2) надпойменных террас долины р.Ишим – котловины озер Горькое, Лебяжье, Полковниково, Никульских, Скопино, Алва (Алуа), Кендыкты и др.

3) долин исчезнувших рек Камышловки (Балыкты, Жиланды, Бозарал, Талдыарал, Улькенжарма, Питное, Половинное, Бараново, Камышлово, Соленое и др.), Суери (Семилово, Питное и др.), Кизака, Емца;

4) котловины котловинно-холмисто-грядного рельефа – многочисленная группа, образовавшаяся в процессе формирования названного рельефа.

Остаточные – единичные, сохранившиеся от бывших более крупных водоемов.

Суффозионно-просадочные – наиболее мелководные «степные блюдца», в основном пересыхающие летом.

Эоловые (теоретически возможны) – мелководные, выработанные в песчаных и супесчаных субстратах.

Котловина, возникшая под воздействием одного фактора, в дальнейшем может быть видоизменена действием других. Среди геодинамических процессов, значительно влияющих на внешний облик озерных котловин следует назвать береговую и донную абразию, режелацию, отложение осадков (терригенных, органогенных), способствующих их распластыванию с увеличением акватории и уменьшению глубин. Тем не менее, из приведенных примеров размеров и глубин озер разных генетических групп видны значительные различия (табл. 1,2; рис. 1).

Таблица 1.

Генетическая классификация озерных котловин и их морфометрические данные

№.№	Происхождение	Название озера (пример)	Площадь, км ²	Глубина (max), м
<i>Эндогенного типа</i>				
1. Тектонические				
1.1	впадины-грабены	Селетытениз	777	3,2
		Менгисер	33,6	2,6
		Теке	265	1
1.2	впадины-мульды	Шаглытениз	240	7
<i>Экзогенного типа</i>				
1. Озера древних долин				
1.1	Камышловский лог	Улькенжарма	12,0	1,9
		Балыкты	10,7	3,0
1.2	Пра-Суери	Альпаш	21	2,7

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИН СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ РАВНИНЫ

1.3	Пра-Емца	Узынкуль	1,4	2,9
2. Озера современных долин				
2.1	Пойменные	Пестрое	1,3	3,0
2.2	Озера надпойменных террас р. Ишим)	Алуа	6,4	2,5
		Полковниково	1,5	1,5
3. Остаточные				
3.1	Остаточные	Кельтесор		
4. Озера междуречий				
4.1	котловинно-холмисто-грядного рельефа	Сумное	1,73	2,9
		Круглое	0,22	2,1
		Питное	2,0	2,6
4.2	Суффозионно-просадочные	Обалыкуль	1,9	2,2
		Гусиное	1,1	2,5

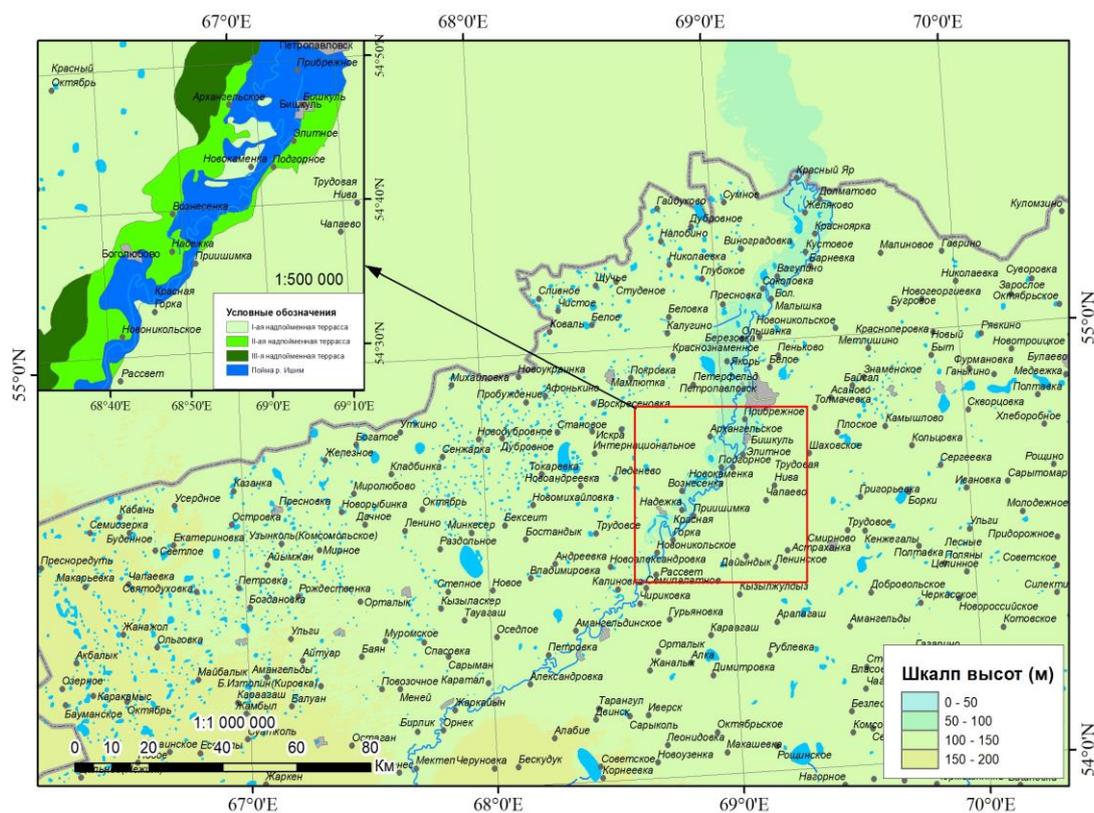


Рис. 1. Фрагмент участка равнинной территории севера Казахстана, пересеченного долиной р. Ишим (строение которой показано на врезке)

Таблица 2.

Генезис озерных котловин Северо-Казахстанской равнины

Вид	Род	Подкласс	Классы	Типы
-	-	Грабены	Тектонические	
-	-	Мульды		
старицы-меандры	пойменные	эрозионно-аккумулятивные		
вторичные пойменные				
старицы-прогоки				
межгрядные				
-	русловые	остаточные		
-	котловины озер надпойменных			
плесы	реликты древних озер			
плотинные	озера древних долин	суффозонные		
-	погребенных долин			
-		Абразивно-аккумулятивные	эоловые	
-	гравных долин	Котловины выдувания		
-		Водохранилища рек	подрудные	
-		пруды		
-		копани	Вырытые	
-		котлованы		
-		карьеры		

Основные элементы долины р. Ишим равнинной территории Северо-Казахстанской области представлены поймой (синий цвет на врезке) со свободно меандрирующим руслом и тремя надпойменными террасами. Правый склон долины крутой, подмываемый, отступающий под влиянием силы Кориолиса, поэтому

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИН СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ РАВНИНЫ

правобережные террасы узкие, развиты фрагментарно. Левый склон пологий, нарастающий, надпойменные террасы широкие, кроме первой. Особенно отчетливо в рельефе выделяется вторая надпойменная терраса, высота которой относительно уреза воды в реке составляет 18–20 м. Характерной чертой этой террасы является наличие вышеупомянутых озерных котловин значительных размеров в притеррасных понижениях ее поверхности (озер Горького, Лебяжьего, Полковниково, Никульских, Скопино, Алуы, Кендыкты и др).

Такая же особенность характерна для долин южной части западносибирских рек Иртыш и Обь. Интерес к озерным системам речных долин рассматриваемого региона вызван феноменально большими площадями пойменных земель. Так, О.В. Кашменская отмечает, что вследствие закономерного однопланового развития палеорек и современных речных систем общая площадь пойменных земель на территории Западно-Сибирской равнины в среднем в 3-5 раз больше, чем в других регионах территории бывшего СССР [27]. Общая площадь пойменных земель Западно-Сибирской равнины не менее чем в 10 раз превосходит размеры подобных сельскохозяйственных угодий многих других районов нечерноземной зоны бывшего СССР. Полезная площадь лугов обской и иртышской пойм в среднем составляет 42% от общей территории пойменных земель [28]. Полноводные реки Западной Сибири несут с юга тепло, смягчают местный климат и создают прекрасные траворастительные условия.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе идентификации нами выделено 3 типа, 5 классов, 12 подклассов, 7 родов, 6 видов озерных котловин Северо-Казакстанской равнины. Принятая структура классификации позволяет включить в нее новые генетические группы озерных котловин при дальнейшей детализации генетических категорий.

Дальнейшие исследования предусматривают классификацию и типизацию данных, разработку моделей сбалансированного природопользования и рекомендаций по обеспечению оптимального функционирования озерных систем региона.

Полученные данные важны для водохозяйственных, рыбохозяйственных, рекреационных целей и дополняют исследования, проведенные ранее [29]. Накопленный геоинформационный массив может использоваться при создании кадастровых (или экологических) паспортов региональными управлениями экологии и природных ресурсов.

Список литературы

1. Вилесов Е.Н., Науменко А.А., Веселова Л.К., Аубекеров Б.Ж. Физическая география Казахстана. Алматы: Казак университети, 2009. 362 с.
2. Воскресенский С.С. Геоморфология Сибири. М.: Изд-во МГУ, 1962. 352 с.
3. Николаев В.А. Геология и геоморфология Западно-Сибирской низменности. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е., 1963. 34 с.
4. Первухин М.А. О генетической классификации озерных ванн // Землеведение. 1937. № 6. С. 526–537.

5. Huttchinson A.D. A Treatise on Limnology // Geography, Physics and Chemistry. New York-London: Wiley, 1957. Vol. 1. P. 1015.
6. Пармузин Ю.П. Генетическая классификация озерных котловин и схема районирования СССР по их родам // Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск: Наука, 1975. С. 106–114.
7. Кесь А.С. О генезисе котловин Западно-Сибирской равнины // Тр. Ин-та физ. географии АН СССР. М.-Л., 1935. Вып. 15. С. 61–118.
8. Посохов Е.Н. Тенизы Северного Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1949. Вып. 10. С. 40–44.
9. Мартынов В.А. К истории формирования озер Кулундинской степи // Вестн. ЗСГУ и НТГУ. 1963. № 2. С. 50–55.
10. Волков И.А. Ишимская степь. Рельеф и покровные лёссовидные отложения. Новосибирск: Наука, 1965. 74 с.
11. Волков И.А., Волкова В.С. О голоценовой истории озер Камышловского Лога по геологическим данным // История озер в позднем кайнозое. Ч. 1. Иркутск, 1979. С. 108–112.
12. Городецкая М.Е. Происхождение западин, котловин и впадин на юго-востоке Западно-Сибирской низменности // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1960, № 5. С. 75–81.
13. Гоян В.В. Геологическое строение и происхождение озерных котловин юга Западно-Сибирской низменности // Изв. Омского отд. ГО СССР. 1968. Вып. 9(16). С. 91–99.
14. Поползин А.Г. Озера юга Обь-Иртышского бассейна. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1967. 350 с.
15. Поползин А.Г. Освоение озер Западной Сибири для сельского хозяйства // Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири. Новосибирск, 1977. С. 97–100.
16. Поползин А.Г. Охрана природы озер юга Западной Сибири и Северного Казахстана // Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири. Новосибирск, 1980. С. 117–120.
17. Муравлев Г.Г. Малые озера Казахстана. Алма-Ата: Кайнар, 1973. 180 с.
18. Муравлев Г.Г. Ландшафтная классификация малых озер Казахстана // Географические науки. Алма-Ата, 1974. Вып. 4. С. 50–61.
19. Филонец П.П., Омаров Т.Г. Озера Северного, Западного и Восточного Казахстана. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 133 с.
20. Белецкая Н.П. Генезис озерных котловин Приишимья // Вестник Моск. ун-та. Сер. Б, геогр. 1971. № 6. С. 63–68.
21. Белецкая Н.П. Морфология и морфометрия гривного рельефа // История развития речных долин и мелиорация земель. Средняя Азия и Западная Сибирь. Новосибирск, 1979. С. 148–156.
22. Белецкая, Н.П. Происхождение тенизов Северного Казахстана // Картографические методы в научных исследованиях. Новосибирск: Наука, 1986. С. 80–89.
23. Коломин Ю.М. Озера Северо-Казахстанской области: справочное пособие. Петропавловск, 2004. С. 20–25.
24. Берг Л.С., Игнатов П.Г. Соляные озера Селеты-Денгиз, Теке и Кызыл-Как Омского уезда. М.: Зап.-Сиб. отд. ИРГО. Кн. 28, 1901. 161 с.
25. Пестовский К.Н. Геологическое строение окрестностей озер Теке и Улькенкарой в Северном Казахстане. Л.-М.: Гл. ред. геол.-развед. лит.-ры. 1936. 31 с.
26. Овчинников Г.Д. О строении грив в Северо-Казахстанской области. Изв. ВГО, 1970. Т. 102. Вып. 3. С. 293–294.
27. Кашменская О.В. Теория систем и геоморфология: Дисс. ... к.г.н.: Новосибирск, 1980. 120 с.
28. Земцов А.А. Озера севера Западной Сибири и генезис их котловин // Вопросы географии Сибири. Томск: ТГУ, 1974. Вып. 8. С. 87–105.
29. Кириллов Е.Ю., Зарубина Е.Ю., Белецкая Н.П., Вилков В.С., Липчанская М.А. Водные экосистемы Северного Казахстана. Петропавловск: СКГУ, 2011. 138 с.

**GENETIC CLASSIFICATION OF LAKE HOLLOW OF NORTH
KAZAKHSTAN PLAIN**

Beletskaya N.P.¹, Nazarova T.V.², Pashkov S.V.¹

¹M. Kozybayev North Kazakhstan state university, Petropavlovsk, Kazakhstan

²L.N. Gumilev Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

E-mail: sergp2001@mail.ru, tvnazarova81@mail.ru

The research of lake systems of the North Kazakhstan plain has a scientific interest, first of all, because the congestion of lakes, various by the sizes, with the varying composition of water in rather compact territory with similar climatic and geological and geomorphological conditions allows to estimate with higher quality a role of the major factors causing various composition of natural waters. According to modern representations, in the physiographic relation the explored territory is presented by the North Kazakhstan inclined plain, from the south and the southeast limited by slopes of the Kazakh Low hills, and in the west gradually merges with the Turgai table country. An overwhelming part of a surface of the explored territory in geographical literature defines as the Ishim plain (The Ishim steppe).

Lakes of Northern Kazakhstan were studied by many scientists limnologists and geomorphologists: A.G. Popolzin, G.G. Muravlev, P.P. Filonets and T.G. Omarov, V.A. Nikolaev, N.P. Beletskaya, Yu.M. Kolomin, etc.

The researchers conducted by authors are based on results of the analysis of thematic maps, statistical data, information analytical material, special literature, space pictures of Landsat 8, author's these field researches of tectonic lake hollows in Akzharsky and Ualikhanovsky districts of the North Kazakhstan region (2018), topographic maps of scales 1: 200,000, systematization of these physiographic researches of lakes of the region on archive and cartographic materials (M 1: 25000). The spatial analysis and synthesis of data were carried out by means of a geographic information system of ArcGIS 10.4.1.

Generalization of materials on a geological structure, geomorphological features of the territory allowed authors to offer genetic classification and to allocate the following classes of lake hollows on the explored territory: tectonic (hollows grabens, hollows troughs); hydrogene (floodplains and overflowplains terraces of the Ishim River valley, valleys of the disappeared rivers Kamyshlovka, Suyeri, Kizak, Emets; hollows of hollow – hilly and mean relief; residual, suffusion and collapsible, aeolian.

During identification we allocated 3 types, 5 classes, 12 subclasses, 7 kinds, 6 types of lake hollows of the North Kazakhstan plain. The accepted structure of classification allows including in it new genetic groups of lake hollows at further specification of genetic categories.

Further researches provide classification and typification of data, development of models of the balanced environmental management and recommendations about ensuring optimum performance of lake systems of the region.

The obtained data are important for the water management, fishery and recreational purposes and supplement the researchers conducted earlier. The saved-up geoinformation

massif can be used during creation of cadastral (or ecological) passports by regional governments of ecology and natural resources.

Keywords: relief forming processes, classification of lake hollows, genesis, North Kazakhstan plain

References

1. Vilesov E.N., Naumenko A.A., Veselova L.K., Aubekero B.Zh. Fizicheskaja geografija Kazahstana (Physical geography of Kazakhstan.). Almaty: Kazak universiteti (Publ.), 2009, 362 p. (in Russian).
2. Voskresenskij S.S. Geomorfologija Sibiri (Geomorphology of Siberia) M.: Izd-vo MGU (Publ.), 1962, 352 p. (in Russian).
3. Nikolaev V.A. Geologija i geomorfologija Zapadno-Sibirskoj nizmennosti (Geology and geomorphology of the West Siberian lowland.). Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-e (Publ.), 1963, 34 p. (in Russian).
4. Pervuhin M.A. O geneticheskoj klassifikacii ozernyh vann (About genetic classification of lake bathtubs) // Zemlevedenie. 1937, no. 6, pp. 526–537 (in Russian).
5. Huttchinson A.D. A Treatise on Limnology // Geography, Physics and Chemistry. New York-London: Wiley, 1957. Vol. 1. P. 1015 (in English).
6. Parmuzin Ju.P. Geneticheskaja klassifikacija ozernyh kotlovin i shema rajonirovanija SSSR po ih rodam (Genetic classification of lake hollows and scheme of division into districts of the USSR by their kinds). Krugovorot veshhestva i jenerгии v ozernyh vodoemah. Novosibirsk: Nauka (Publ.), 1975, pp. 106–114 (in Russian).
7. Kes' A.S. O genezise kotlovin Zapadno-Sibirskoj ravniny (About genesis of hollows of the West Siberian Plain). Tr. In-ta fiz. geografii AN SSSR. M.-L., 1935. Vol. 15, pp. 61–118 (in Russian).
8. Posohov E.N. Tenizy Severnogo Kazahstana (Tenises of Northern Kazakhstan). Izv. AN KazSSR. Ser. geol. 1949. Vol. 10, pp. 40–44 (in Russian).
9. Martynov V.A. K istorii formirovanija ozer Kulundinskoj stepi (To history of formation of the lakes of Kulunda Steppe) // Vestn. ZSGU i NTGU. 1963, no. 2, pp. 50–55 (in Russian).
10. Volkov I.A. Ishimskaja step'. Rel'ef i pokrovnye ljossovidnye otlozhenija (Ishim steppe. Relief and integumentary loess deposits). Novosibirsk: Nauka (Publ.), 1965, 74 p. (in Russian).
11. Volkov I.A., Volkova V.S. O golocenovoj istorii ozer Kamyshlovskogo Loga po geologicheskim dannym (About the Holocene history of the lakes of the Kamyshlovsky Log according to geological data). Istorija ozer v pozdnem kajnozoe. Ch. 1. Irkutsk, 1979, pp. 108–112 (in Russian).
12. Gorodeckaja M.E. Proishozhdenie zapadin, kotlovin i vpadin na jugo-vostoke Zapadno-Sibirskoj nizmennosti (The origin of the recess, basins and depressions in the south-east of the West Siberian Lowland). Izv. AN SSSR. Ser. geogr., 1960, no. 5, pp. 75–81 (in Russian).
13. Gojan V.V. Geologicheskoe stroenie i proishozhdenie ozernyh kotlovin juga Zapadno-Sibirskoj nizmennosti (Geological structure and origin of the lake basins of the south of the West Siberian Lowland) // Izv. Omskogo otd. GO SSSR, 1968. Vol. 9(16), pp. 91–99 (in Russian).
14. Popolzin A.G. Ozera juga Ob'-Irtyskogo bassejna (Lakes of the south of the Ob-Irtys basin). Novosibirsk: Zap.-Sib. kn. izd-vo (Publ.), 1967, 350 p. (in Russian).
15. Popolzin A.G. Osvoenie ozer Zapadnoj Sibiri dlja sel'skogo hozjajstva (The development of lakes in Western Siberia for agriculture). Geograficheskie problemy pri sel'skohozjajstvennom osvoenii Sibiri. Novosibirsk, 1977, pp. 97–100 (in Russian).
16. Popolzin A.G. Ohrana prirody ozer juga Zapadnoj Sibiri i Severnogo Kazahstana (Nature protection of lakes in the south of Western Siberia and Northern Kazakhstan). Vlijanie pereraspredelenija stoka vod na prirodnye uslovija Sibiri. Novosibirsk, 1980, pp. 117–120 (in Russian).
17. Muravlev G.G. Malye ozera Kazahstana (Small lakes of Kazakhstan). Alma-Ata: Kajnar (Publ.), 1973, 180 p. (in Russian).
18. Muravlev G.G. Landshaftnaja klassifikacija malyh ozer Kazahstana (Landscape classification of small lakes in Kazakhstan). Geograficheskie nauki. Alma-Ata, 1974. Vol. 4, pp. 50–61 (in Russian).
19. Filonov P.P., Omarov T.G. Ozera Severnogo, Zapadnogo i Vostochnogo Kazahstana (Lakes of North, West and East Kazakhstan). L.: Gidrometeoizdat (Publ.), 1974, 133 p. (in Russian).
20. Beleckaja N.P. Genezis ozernyh kotlovin Priishim'ja (Genesis of Lake Basins of Priishimye). Vestnik Mosk. un-ta. Ser. B, geogr. 1971, no. 6, pp. 63–68 (in Russian).

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОЗЕРНЫХ КОТЛОВИН СЕВЕРО-
КАЗАХСТАНСКОЙ РАВНИНЫ

21. Beleckaja N.P. Morfologija i morfometrija grivnogo rel'efa (Morphology and morphometry of the mane relief). Istorija razvitija rechnyh dolin i melioracija zemel'. Srednjaja Azija i Zapadnaja Sibir'. Novosibirsk, 1979, pp. 148–156 (in Russian).
22. Beleckaja, N.P. Proishozhdenie tenizov Severnogo Kazahstana (Origin of tenises of Northern Kazakhstan). Kartograficheskie metody v nauchnyh issledovanijah. Novosibirsk: Nauka (Publ.), 1986, pp. 80–89 (in Russian).
23. Kolomin Ju.M. Ozera Severo-Kazahstanskoj oblasti: spravochnoe posobie (Lakes of the North Kazakhstan region: handbook). Petropavlovsk, 2004, pp. 20–25 (in Russian).
24. Berg L.S., Ignatov P.G. Soljanye ozera Selety-Dengiz, Teke i Kyzyl-Kak Omskogo uezda. (Salt Lakes Selety-Dengiz, Teke and Kyzyl-Kak of the Omsk County) M.: Zap.-Sib. otd. IRGO (Publ.). Vol. 28, 1901, 161 p. (in Russian).
25. Pestovskij K.N. Geologicheskoe stroenie okrestnostej ozer Teke i Ul'kenkaroj v Severnom Kazahstane. (Geological structure of vicinities of Lakes Teke and Ulkenkaroy in Northern Kazakhstan.). L.-M.: Gl. red. geol.-razved. lit-ry (Publ.), 1936, 31 p. (in Russian).
26. Ovchinnikov G.D. O stroenii griv v Severo-Kazahstanskoj oblasti (About the structure of manes in the North Kazakhstan region). Izv. VGO, 1970. T. 102. Vol. 3, pp. 293–294. (in Russian).
27. Kashmenskaja O.V. Teorija sistem i geomorfologija (Theory of systems and geomorphology): Diss. ... k.g.n. Novosibirsk, 1980, 120 p. (in Russian).
28. Zemcov A.A. Ozera severa Zapadnoj Sibiri i genezis ih kotlovin (Lakes of the North of Western Siberia and genesis of their hollows). Voprosy geografii Sibiri. Tomsk: TGU (Publ.), 1974. Vol. 8, pp. 87–105 (in Russian).
29. Kirillov E.Ju., Zarubina E.Ju., Beleckaja N.P., Vilkov V.S., Lipchanskaja M.A. Vodnye jekosistemy Severnogo Kazahstana (Water ecosystems of Northern Kazakhstan.) Petropavlovsk: SKGU (Publ.), 2011, 138 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 25.09.2019 г

**РАЗДЕЛ 3.
ГЕОЭКОЛОГИЯ**

УДК 504.61:556.53(470.23-25)

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ГУП «ВОДОКАНАЛ
СПБ» В 2018 ГОДУ**

Клубов С.М., Третьяков В.Ю.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Российская
Федерация*

E-mail: klubov_stepan@mail.ru, v_yu_tretyakov@mail.ru

В связи с ростом темпов урбанизации происходит увеличение антропогенной нагрузки на все природные компоненты, в том числе на поверхностные воды. Особенно актуальна эта проблема для Санкт-Петербурга с его обширной гидрографической сетью, которая насчитывает около 47 водотоков. Состояние водотоков СПб влияет на загрязненность Балтийского моря. Сеть створов регулярных наблюдений за качеством поверхностных вод Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) охватывает менее половины водотоков в городе. В нашей статье проведен анализ особенностей загрязненности водотоков города в 2018 г. с использованием отчетных материалов о качестве воды крупнейшего водопользователя в городе государственного унитарного предприятия Водоканал Санкт-Петербурга (ГУП «Водоканал СПб»). Сеть створов регулярных наблюдений ГУП «Водоканал СПб» охватывает в 3 раза больше водотоков, чем сеть створов регулярных наблюдений Росгидромет.

Ключевые слова: загрязненность городских водотоков, влияние урбанизации на качество поверхностных вод

ВВЕДЕНИЕ

Урбанизация (франц. urbanisation, от лат. urbanus – городской, urbs – город), исторический процесс повышения роли городов в развитии общества. Процесс охватывает социально-профессиональную, демографическую структуру населения, его образ жизни, культуру, размещение производительных сил, расселение и т.д. Урбанизация оказывает огромное влияние на развитие различных социально-экономических формаций и государств. Именно с городами связаны основные достижения цивилизации [1].

Городское население СССР между 1926 и 1975 годом выросло почти в 5,8 раза, с 26,3 млн. до 153,1 млн. чел. К середине 1976 его доля составила 62% [1]. В соответствии с данными Всероссийской переписи населения РФ в 2010 году доля городского населения в РФ составила 73,7 % [2].

Вместе с численностью городского населения увеличивается и площадь городов, а, следовательно, возрастает антропогенная нагрузка на все компоненты окружающей среды.

В России насчитывается 15 городов с численностью населения более

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ...

1 миллиона человек. Численность населения Санкт-Петербурга по данным Всероссийской переписи населения РФ в 2010 году составила 4,880 тыс. человек [2].

Санкт-Петербург – самый крупный мегаполис на побережье Балтийского моря. Город на протяжении всей своей более чем трехсотлетней истории активно развивается (рис. 1).

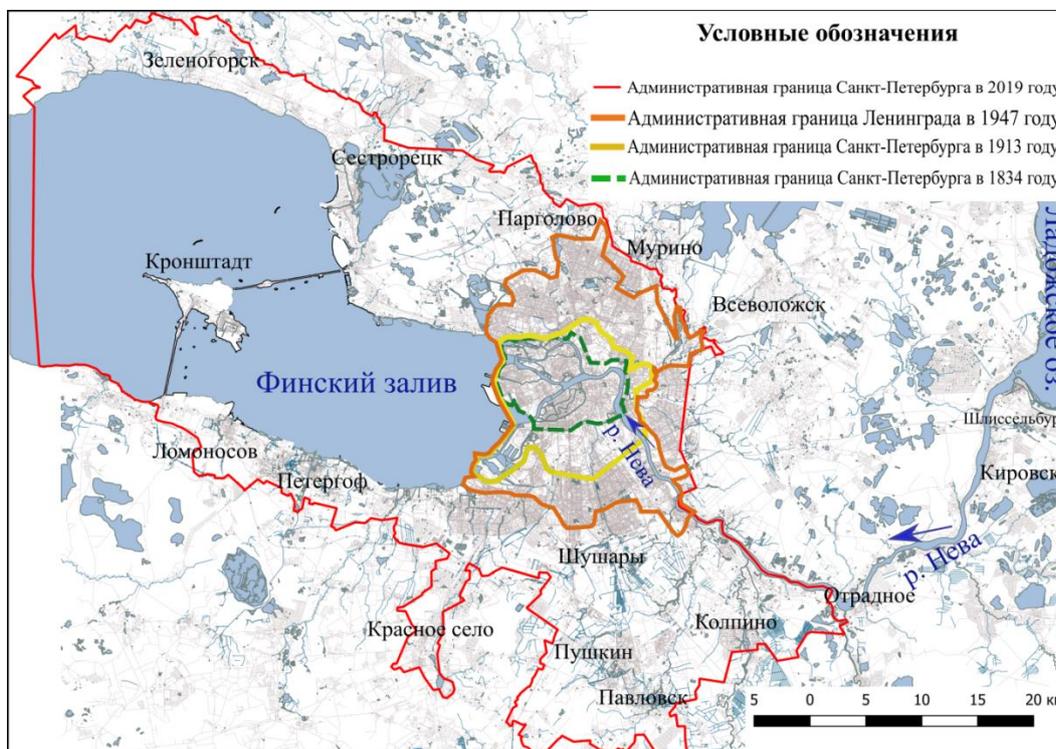


Рис. 1. Динамика границ Санкт-Петербурга в XIX-XXI веках.

В соответствии с рисунком 1 площадь Санкт-Петербурга с момента его основания выросла в десятки раз, как и численность населения города. Рост Санкт-Петербурга приводит к увеличению антропогенной нагрузки на природные компоненты. Особенно подвержены загрязнению поверхностные водные объекты по причине того, что Санкт-Петербург имеет обширную гидрографическую сеть.

Цель исследования заключалась в выявлении особенностей загрязненности водотоков Санкт-Петербурга с использованием отчетных материалов ГУП «Водоканал СПб» за 2018 год.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Изучены ежеквартальные отчеты ГУП «Водоканал СПб» за 2018 год, хранящиеся в Комитете по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга.
2. На основании гидрохимических данных ГУП «Водоканал СПб» рассчитан удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ) в соответствии с РД

52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» для каждого створа наблюдения за качеством воды в водотоке [3].

3. Пространственная информация ГУП «Водоканал СПб» о загрязненности водотоков визуализирована с помощью картосхем.

4. Проведен анализ влияния выпусков, а также морфометрических характеристик водных объектов на уровень загрязненности.

5. Выявлены факторы, влияющие на загрязненность водных объектов урбанизированных территорий.

1. ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ВОДОТОКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Санкт-Петербург имеет приморское местоположение и расположен в дельте реки Невы. Гидрографическая сеть города насчитывает около 47 водотоков [4]. Все водотоки Санкт-Петербурга находятся на водосборном бассейне Балтийского моря, оценкой загрязненности которого в последние десятилетия активно занимаются страны Балтийского региона [5]. Загрязнение Балтийского моря происходит из-за загрязненности водотоков, расположенных на водосборном бассейне моря. Загрязнение Балтийского моря приводит к его эвтрофированию.

Эвтрофирование может приводить к «цветению» и ухудшению качества воды, появлению анаэробных зон, нарушению структуры биоценозов и исчезновению ряда видов гидробионтов, в том числе ценных промысловых рыб. В период своего интенсивного развития сине-зеленые водоросли выделяют сильнейшие токсины: алкалоиды, низкомолекулярные пептиды и др., представляющие опасность для живых организмов и человека. Концентрация токсинов увеличивается при их продвижении по трофической пирамиде от нижних ярусов к верхним. При потреблении загрязнённой токсинами пищи они могут вызывать цирроз печени, дерматиты у людей, отравление и гибель животных [6]. Поступающие в Финский залив со стоком рек загрязняющие вещества являются одной из причин эвтрофирования Балтийского моря [7]. Водообмен Балтийского моря с Северным морем крайне замедлен. Период полного обновления воды исчисляется 40-50 годами. Указанная природная особенность Балтийского моря обуславливает его чрезвычайную чувствительность к антропогенному воздействию [8]. В конце XX века, в связи с увеличением темпов экономического развития во всем Балтийском регионе [9], проблема загрязнения Балтийского моря встала достаточно остро [10].

Для решения одной из главных проблем Балтийского моря – эвтрофирования, необходимо участие всех стран Балтийского региона [11]. В связи с необходимостью международного сотрудничества в области охраны Балтийского моря 15 ноября 2007 г. в Кракове министрами охраны окружающей среды стран Балтийского моря был согласован План действий для Балтийского моря (ПДБМ) [12].

Россия, в соответствии со своими международными обязательствами по Плану действий по Балтийскому морю, обязана вести регулярные наблюдения за состоянием поверхностных водных объектов.

В Санкт-Петербурге Северо-западное управление по гидрометеорологии и

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ...

мониторингу окружающей среды (СЗУГМС) осуществляет регулярные наблюдения за качеством воды водных объектов [13].

СЗУГМС проводит ежемесячные исследования качества воды на 13 водотоках в черте Санкт-Петербурга, створы мониторинга отмечены на рисунке 2. Как видно из рисунка 2, большинство водотоков оказываются неохваченными сетью станций СЗУГМС.

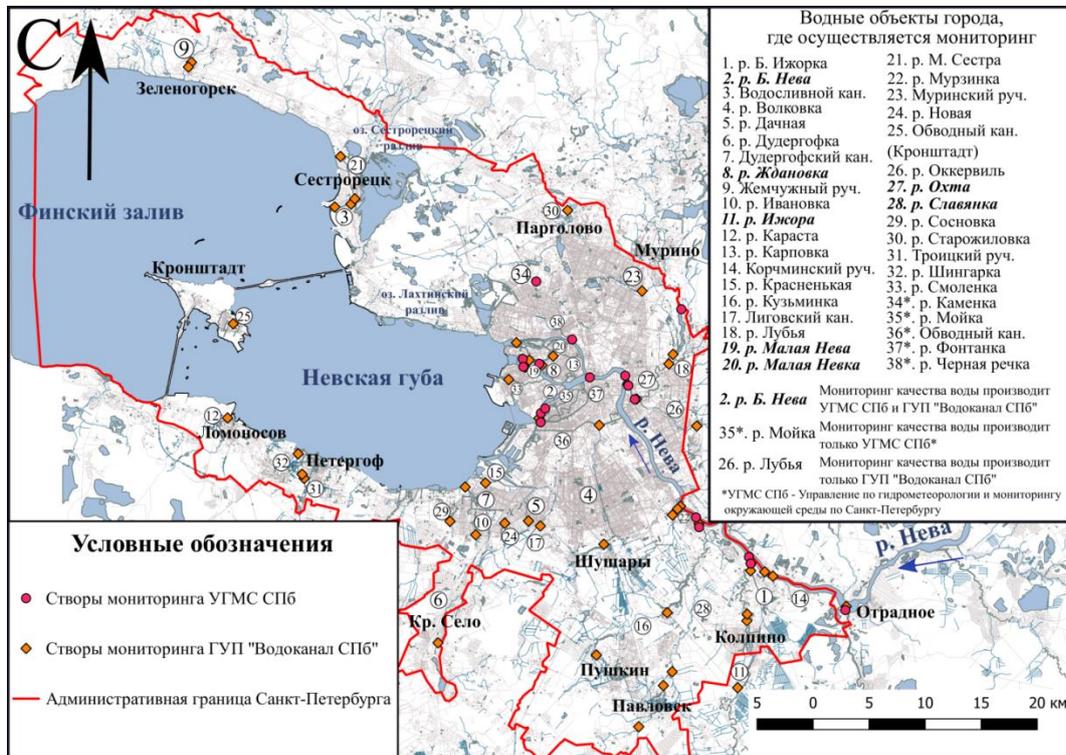


Рис. 2. Карта-схема створов регулярных наблюдений за качеством поверхностных вод Санкт-Петербурга

Для оценки загрязненности водотоков города, на которых отсутствуют створы мониторинга СЗУГМС, можно использовать данные регулярных наблюдений водопользователей за качеством воды в водном объекте.

В соответствии с законодательством РФ, водопользователь, осуществляющий забор воды, сброс вод или иную хозяйственную деятельность в акватории, обязан ежеквартально проводить исследования качества воды в водном объекте и предоставлять бесплатно результаты исследований региональным органам государственной власти.

В Санкт-Петербурге крупнейшим водопользователем является государственное унитарное предприятие (ГУП) «Водоканал Санкт-Петербурга». Предприятие осуществляет сброс сточных вод более чем через 1000 выпусков в большинство водотоков города. В связи с этим ГУП «Водоканал СПб» производит

гидрохимические исследования на 55 створах наблюдения, расположенных на 38 водотоках города. Сеть створов наблюдений за качеством воды ГУП «Водоканал СПб» также представлена на рисунке 2, она охватывает почти в 3 раза больше водотоков, чем сеть створов СЗУГМС. Поэтому для выявления особенностей загрязненности водных объектов Санкт-Петербурга в дополнение к данным СЗУГМС следует использовать данные ГУП «Водоканал СПб».

Однако, результаты оценки загрязненности воды по данным регулярных наблюдений ГУП «Водоканал СПб» несравнимы с оценкой по данным ФГБУ СЗУГМС по причине различий в программах наблюдений. Так, ГУП «Водоканал СПб» проводит гидрохимический анализ по 19 показателям, а ФГБУ СЗУГМС использует для оценки качества воды 48 показателей, при этом удельный комбинаторный индекс загрязнения воды рассчитывается по 17 показателям. ГУП «Водоканал» отбирает пробы воды 7 раз в год в период навигации, а СЗУГМС производит ежемесячный отбор проб воды для гидрохимического анализа по 17 показателям [13].

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Доступ к отчетным материалам ГУП «Водоканал СПб» за 2018 год был предоставлен авторам в отделе Водных ресурсов Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга. Ежеквартальные отчеты ГУП «Водоканал СПб», в соответствии с условиями использования водных объектов, установленных в решениях о предоставлении водных объектов в пользование, состояли из:

1. Результатов учета объемов сточных вод и их качества по выпускам ГУП «Водоканал СПб», которые включали:

1.1. Форму 3.2 Приказа Министерства природных ресурсов РФ №205 от 08.07.2009 «Сведения, полученные в результате учета объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод» [14].

1.2. Форму 3.3 приказа Министерства природных ресурсов РФ №205 от 08.07.2009 «Сведения, полученные в результате учета качества сточных вод и (или) дренажных вод» [14].

2. Результатов контроля качества воды водных объектов – приемников сточных вод.

Качество природных вод контролировалось по 21–19 гидрохимическим и 5–6 микробиологическим показателям. Пробы отбирались батометром 7 раз в год с поверхности в период навигации (апрель–ноябрь) в соответствии с ГОСТ 31861–2012 [15]. Исследования качества воды проводились в аккредитованной лаборатории ФБУ «ЦЛАТИ по Северо-Западному ФО», используя общепринятые методики.

Оценка загрязненности поверхностных вод проведена авторами с использованием удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) в соответствии с РД 52.24.643–2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» [3].

Расчет УКИЗВ по данным регулярных наблюдений ГУП «Водоканал СПб» за качеством природной воды произведен авторами исследования по 19 показателям с

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ...**

использованием предельно допустимых концентраций для водных объектов рыбохозяйственного назначения [16]. По значению УКИЗВ определялся класс качества воды в соответствии с приложением «К» РД 52.24.643–2002 [3].

Таблица 1.
Классы качества воды в соответствии с приложением «К» РД 52.24.643–2002 [3]

Класс	Разряд	Характеристика загрязненности воды	Значения УКИЗВ
1	-	условно чистая	1
2	-	слабо загрязненная	(1; 2]
3	«а»	загрязненная	(2; 3]
	«б»	очень загрязненная	(3; 4]
4	«а»	грязная	(4; 6]
	«б»	грязная	(6; 8]
	«в»	очень грязная	(8; 10]
	«г»	очень грязная	(10; 11]
5	-	экстремально грязная	(11; ∞)

Все выпуски ГУП «Водоканал СПб» делятся на 3 группы в соответствии с приказом Росстата от 19.10.2009 № 230 [17]:

1. СК – сточная вода в системах водоотведения коммунального назначения (канализационные выпуски) (без очистки или с очисткой).

2. ЛВ – ливневая вода, т.е. это рассеянно-диффузионный сток, собранный в коллекторы ливневой канализации (без очистки или с очисткой).

3. СД – сточная вода в прочих, помимо канализационной, системах водоотведения (у ГУП «Водоканал СПб» - это выпуски водопроводных станций)

По гидрохимическому составу, самыми загрязненными являются сточные воды категории «СК» (без очистки). Самыми «чистыми» по гидрохимическому составу являются воды категории ЛВ (с очисткой).

Электронные картосхемы были созданы авторами с помощью открытой геоинформационной системы Quantum GIS (QGIS) версии 2.18. В качестве основы для обзорных картосхем Санкт-Петербурга и картосхем загрязненности городских водотоков автором были использованы векторные слои дорог, зданий и водных объектов открытого картографического сервиса Open street map [18]. В создании электронных картосхем авторами использовался графический редактор с открытым исходным кодом Inkscape.

Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды производился авторами с использованием программного пакета MS Office.

3. ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Как можно увидеть из рис. 3 и табл. 2, самыми загрязненными водотоками являются те, в которых сбрасываются канализационные воды (СК) без очистки. Однако, к классу «грязная» относятся только воды тех водотоков, где расход воды менее 15 м³/с. Например, в реки Ждановку и Малую Невку показатели объема сбросов канализационных вод без очистки на единицу длину сходные. Но средние расходы воды этих рек отличаются в 17 раз (табл. 1). По причине лучшего разбавления сточных вод природными из-за более высокого расхода воды в р. Малой Невке воды реки оказываются менее загрязненными, чем воды р. Ждановки.

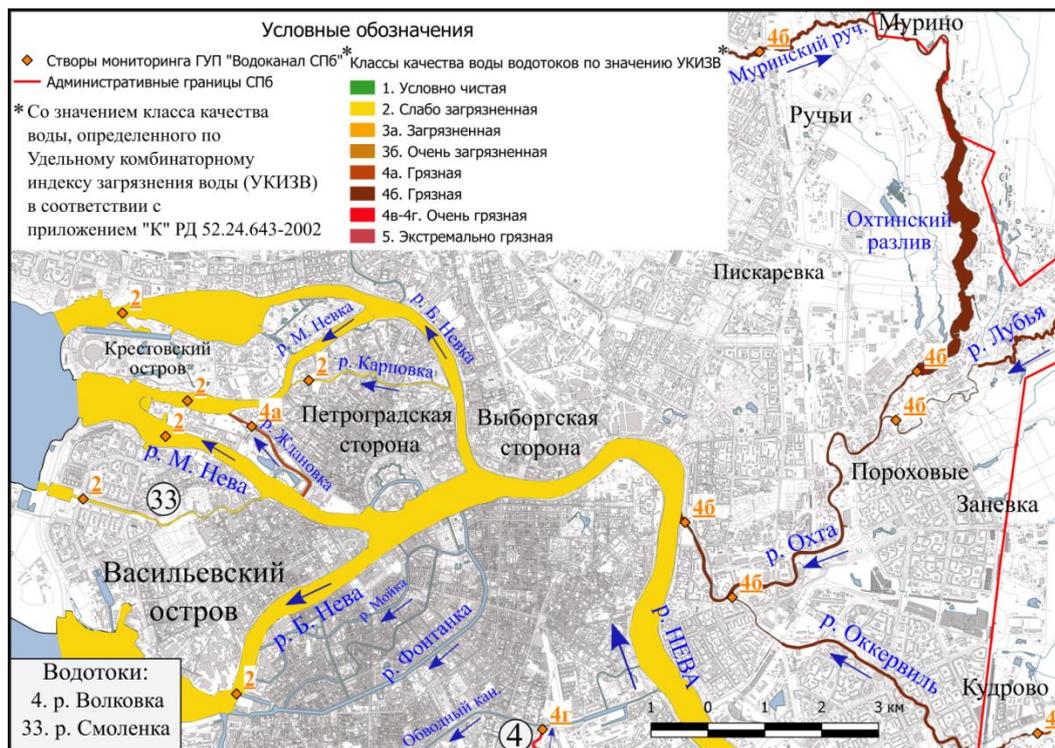


Рис. 3. Карта-схема загрязненности водотоков в центральной и восточной части Санкт-Петербурга по данным ГУП "Водоканал СПб"

Показатели расхода воды и объемов выпусков ГУП «Водоканал СПб» на единицу длины реки удобны для сравнения интенсивности разбавления сбрасываемых вод речными в разных водотоках. Чем расход воды меньше, а объем выпусков на единицу длины реки больше, тем менее интенсивно происходит процесс разбавления сбрасываемых вод [19].

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ...

Таблица 2.

Загрязненность рек центральной части СПб по данным ГУП «Водоканал СПб»

Название водотока	Средний расход воды [4], м ³ /с	Класс качества воды по значению УКИЗВ (РД 52.24.643–2002) По данным ГУП «Водоканал СПб»	Длина водотока в черте СПб [4], км	Сбрасываемые ГУП «Водоканал СПб» воды за 2018 год					
				Общий объем сброса в год/длину водотока (тыс. м ³ /км)	Типы сбросов (в % от общего объема)				
					СК		ЛВ		СД
					без очистки	с очисткой	без очистки	с очисткой	
р. Нева	2500	2 (слабо загрязненная)	37,1	96,25	0	97	3	0	0
р. Большая Нева	1500	2	5,9	1178,05	0	0	100	0	0
р. Малая Нева	475,0	2	4,7	283,41	0	0	100	0	0
р. Малая Невка	239,0	2	4,6	78,68	98	0	2	0	0
р. Ждановка	14,0	4а (грязная)	2,2	86,97	97	0	3	0	0
р. Охта	7,2	4б (грязная)	20,6	239,50	41	0	59	0	0
р. Оккервиль	0,5	4б	6,1	243,70	16	0	84	0	0
р. Большая Невка	475,0	2	8,5	14,50	30	0	70	0	0
Муринский руч.	1,0	4б	8,7	168,20	0	0	87	13	0
р. Лубья	1,6	4б	8,8	39,52	72	0	28	0	0
р. Смоленка	3,0	2	4,2	400,67	0	0	100	0	0

Из рисунка 4 можно увидеть, что вода в реках Славянка и Ижора на створах регулярных наблюдений за качеством воды ниже по течению городов Павловск и Колпино оказывается более загрязненной, чем на створах выше по течению. Этот факт может говорить об отрицательном влиянии на качество воды в реках как выпусков очистных сооружений канализационных вод г. Колпино и г. Пушкин (табл. 3), так и рассеянно-диффузионного стока с городской территории.

Также у ГУП «Водоканал СПб» есть створы регулярных наблюдений за качеством воды в реке Мурзинке. Вода в реке Мурзинке относится к грязному классу качества и является более грязной, чем, например, р. Ижора. На качество воды в реке Мурзинке, вероятно, отрицательно влияют выпуски Южной водопроводной станции ГУП «Водоканал СПб» (СД).

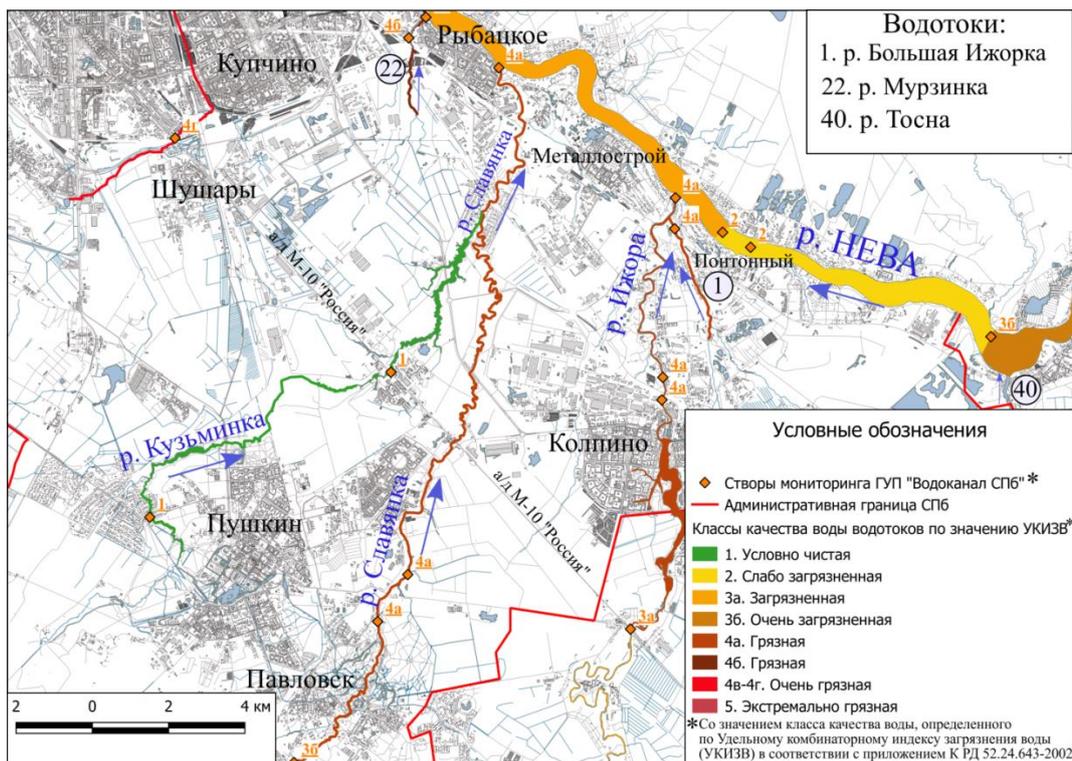


Рис. 4. Карта-схема загрязненности рек на юге города по данным ГУП "Водоканал СПб"

Река Мурзинка оказывается самой загрязненной в южной части города. Вероятно, по причине того, что общий объем сбрасываемых ГУП «Водоканал СПб» вод за 2018 год на единицу длины реки является максимальным среди всех рек на юге города, где есть створы регулярных наблюдений за качеством воды ГУП «Водоканал СПб», а расход воды является минимальным (табл. 3). В реке происходит слабое разбавление сточных вод природными, и речная вода оценивается как «грязная».

По данным ГУП «Водоканал СПб» общий объем выпусков на единицу длины водотока в реку Кузьминку превышает аналогичный показатель для реки Большая Ижорка приблизительно в 15 раз при том, что расходы воды этих водотоков сходны (табл. 3). Однако, воды реки Большой Ижорки оказываются более загрязненными чем воды р. Кузьминки из-за того, что в реку Большую Ижорку происходит сброс канализационных вод без очистки (СК), а в реку Кузьминку сбрасываются только дождевые воды (табл. 3).

Качество воды в более чем половине водотоков на юго-западе города относится к классам «грязная», «очень грязная» и «экстремально грязная» (рис. 5).

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ...

Таблица 3.

Загрязненность рек южной части СПб по данным ГУП «Водоканал СПб»

Название водотока	Средний расход воды [4], м ³ /с	Класс качества воды по значению УКИЗВ (РД 52.24.643–2002) по данным ГУП «Водоканал СПб»	Длина водотока в черте СПб [4], км	Сбрасываемые ГУП «Водоканал СПб» воды						
				Общий объем сброса в год/длину водотока (тыс. м ³ /км)	Типы сбросов (в % от общего объема)					
					СК		ЛВ		СД	
					без очистки	с очисткой	без очистки	с очисткой		
р. Ижора	11,7	3а–4а (загрязн.-грязная)	13,9	1012,4	<1	99	<1	0	0	
р. Славянка	4,0	3б–4а (оч.загрязн.-грязн.)	31,6	605,5	6	91	3	0	0	
р. Кузьминка	0,9	1 (условно чистая)	26,9	29,1	0	0	100	0	0	
р. Большая Ижорка	1,0	4а (грязная)	12,3	2,1	99	0	1	0	0	
р. Мурзинка	0,2	4б (грязная)	5,0	1825,1	0	0	0	0	100	

Самыми загрязненными водотоками являются реки Ивановка, Волковка и Новая (табл. 4). Самые загрязненные реки имеют минимальный средний расход воды и максимальный показатель объема сброса на единицу длины реки среди всех водотоков на юго-западе города. Только в реку Волковку осуществляет выпуски Волковская водопроводная станция (СД), в остальные водотоки сбрасывается лишь только дождевые воды (ЛВ). Несмотря на то, что в водотоки отсутствуют самые загрязненные из всех сбросов - канализационные, вода в реках является «грязной» и «загрязненной» по причине того, что реки являются малыми, расход воды в них низкий, поэтому разбавление сточных вод происходит с невысокой интенсивностью. Как видно из таблицы 4, самые протяженные водотоки (р. Дудергофка, Лиговский канал) рассматриваемой части города, с большим чем у других водотоков расходом воды являются и менее загрязненными среди всех рек юго-запада города по причине лучшего разбавления сточных вод природными.

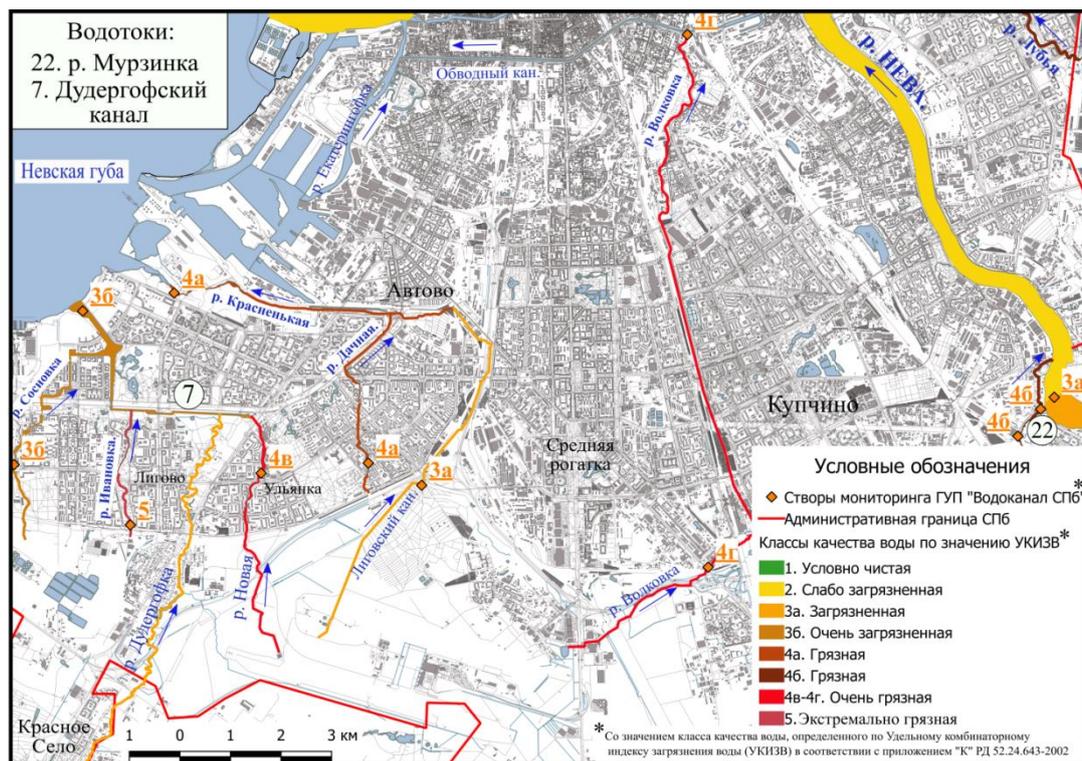


Рис. 5. Карта-схема загрязненности водотоков на юго-западе Санкт-Петербурга по данным ГУП «Водоканал СПб»

Таблица 4.
Загрязненность рек на юго-западе города по данным ГУП «Водоканал СПб»

Название водотока	Средний расход воды [4], м ³ /с	Класс качества воды по значению УКИЗВ (РД 52.24.643-2002) по данным ГУП «Водоканал СПб»	Длина водотока в черте СПб [4], км	Сбрасываемые ГУП «Водоканал СПб» воды за 2018 год					
				Общий объем сброса в год на длину водотока (тыс. м ³ /км)	Типы сбросов (в % от общего объема)			СД	
					СК		ЛВ		
				без очистки	с очисткой	без очистки	с очисткой		
р. Волковка	0,5	4г (очень грязная)	16,6	572,9	0	0	32	0	68
Лиговский кан.	1,2	3а (загрязненная)	23,0	54,7	0	0	100	0	0

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ...**

р. Красенькая	2,2	4а (грязная)	6,9	14,1	0	0	100	0	0
р. Дачная	1,0	4а	3,4	45,5	0	0	100	0	0
р. Новая	0,5	4в (очень грязная)	4,8	187,8	0	0	100	0	0
Р. Дудергофка	2,5	3а	21,3	14,8	0	0	100	0	0
р. Ивановка	0,5	5 (экстремал. грязная)	2,7	330,1	0	0	100	0	0
р. Сосновка	<1	3б (очень загрязненная)	4,2	69,8	0	0	100	0	0
Дудергофски й канал	0,5	3б (очень загрязненная)	4,9	10,1	0	0	100	0	0

ВЫВОДЫ

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Водотоки с низким средним расходом воды (менее 5–10 м³/с) и небольшой протяженностью (до 5–10 км) более загрязнены, чем реки с большим расходом воды и протяженностью при сопоставимых объемах сброса из-за менее интенсивного разбавления сточных вод природными.
2. По этой причине на юге и юго-западе СПб расположены самые загрязненные водотоки - малые реки (р. Ивановка, Новая, Волковка)
3. Реки Ждановка и Смоленка сходны по морфометрическим показателям и по суммарному объему сброса, но воды р. Ждановки грязнее вод р. Смоленки из-за сброса канализационных стоков (СК) без очистки. Река Смоленка не имеет канализационных стоков.
4. Максимальный уровень загрязненности среди рек юга города отмечен в р. Мурзинке. В реку сбрасывается максимальный объем сточных вод в год на единицу длины реки. При этом у реки минимальный средний расход воды среди всех рек южной части города.
5. Не только в Санкт-Петербурге, но и в других регионах РФ данные региональных предприятий Водоканала о качестве воды в водных объектах могут являться очень ценным и часто единственным источником информации о действительном уровне загрязненности воды в водном объекте. Используемая методика может быть применена в любом другом городе России.

Список литературы

1. Большая советская энциклопедия / Прохоров А. М. и др. М.: Советская энциклопедия, 1977. Т.24. 573 с.
2. Сайт федеральной службы государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/>
3. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: РД 52.24.643-2002: утв. Росгидрометом: введ. в действие с 03.12.2002. М.: 2002. 19 с.
4. Нежиховский Р. А. Река Нева и Невская губа. Ленинград: Гидрометеиздат, 1981, 84 с.

5. Резолюция круглого стола «Роль муниципалитетов в регионе – Локальные планы по Выполнению Плана действий ХЕЛКОМ по Балтийскому морю (ПДБМ)» [Электронный ресурс]. URL: http://www.helcom.ru/baltic_sea_day/2018
6. Frumin G.T., Gildeeva I.M. Eutrophication of water bodies-a global environmental problem // Russian Journal of General Chemistry. 2014. Vol. 84, № 13, pp. 2483–2488.
7. Stepanova E.V., Frumin G.T. Background nitrogen concentrations in the unmonitored and partially monitored rivers of the gulf of Finland basin // Russian journal of general chemistry. 2014. Vol. 84, № 13, pp. 2592–2595.
8. Потапова Т.М., Джиноридзе Е.Н., Королева В.П., Богданов В.Л., Шмелева И.В. Новые сведения о развитии процессов эвтрофикации литоральной зоны восточной части Финского залива // Вестник СПбГУ. 2005. Сер. 7. Вып. 4. С. 76–86
9. Лачининский С.С., Семенова И.В. Позиционирование мирового приморского города Санкт-Петербурга в Балтийском регионе // Балтийский регион. 2015. №3 (25). С. 62–75.
10. Мосин О.В. Основные экологические проблемы Балтийского моря и пути их решения // Балтийский регион. 2011 №1 (7). С. 41–53.
11. Косов Ю.В., Грибанова Г.И. Стратегия ЕС для региона Балтийского моря: проблемы и перспективы международного сотрудничества // Балтийский регион. 2016. Т.8. №2. С. 48–66
12. HELCOM Baltic Sea Action Plan, 2007. HELCOM Ministerial Meeting. Krakow, Poland, 15 November 2007 [Электронный ресурс]. URL: <http://portal.helcom.fi>
13. Серебрицкий И.А., Григорьев И.А. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге. Санкт-Петербург: Сезам-принт, 2018. 448 с.
14. Об утверждении Порядка ведения собственниками водн. объектов и водопользователями учета объема забора водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества: приказ МПР РФ №205 от 08.07.2009 [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90990/
15. Вода. Общие требования к отбору проб: ГОСТ 31861–2012 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097520>
16. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохоз. значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Министерства сельского хозяйства РФ №552 от 13.12.2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420389120>
17. Об утверждении статистического инструментария для организации Росводресурсами федерального статистического наблюдения об использовании воды: Приказ Росстата № 230 от 19.10.2009 [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93393/
18. Открытая карта мира [Электронный ресурс]. URL: <https://www.openstreetmap.org/>
19. Никаноров А.М. Справочник по гидрохимии. Л.: Гидрометеоздат, 1989. 390 с.

**ASSESSMENT OF WATER POLLUTION OF RIVERS OF ST. PETERSBURG
USING THE REPORTING MATERIALS SUE "VODOKANAL ST.
PETERSBURG" IN 2018**

Klubov S.M., Tretyakov V.Yu.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State University", Saint-Petersburg, Russia

E-mail: klubov_stepan@mail.ru, v_yu_tretyakov@mail.ru

The hydrographic network of St. Petersburg has about 47 watercourses. All streams of the city belong to the catchment area of the Baltic sea, the pollution assessment of which in recent decades is actively engaged in the Baltic region. The state of the waterways of St. Petersburg affects the pollution of the Baltic sea.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ...

North-West Department of Hydrometeorology and monitoring of environment conducts research on water quality of 13 streams within the boundaries of the St. Petersburg monthly. The network of water quality monitoring stations of North-West Department of Hydrometeorology and monitoring of environment covers less than half of the city's watercourses. Therefore, to assess the pollution of watercourses it makes sense to use the data of regular observations of water quality of the largest water user of the city—the state unitary enterprise sue «Vodokanal St. Petersburg» (more than 1000 issues). The responsibility of the organization, in accordance with the decisions on the provision of water bodies for use, is to conduct regular monitoring of the water quality of 38 watercourses of the city.

Quarterly reports of sue «Vodokanal St. Petersburg» for 2018 in the Committee on nature management, environmental protection and environmental safety of St. Petersburg were studied for this research. According to the results of regular observations of «Vodokanal St. Petersburg» for water quality, the author has designed the specific combinatorial index of water pollution for each target of water sampling. To assess the impact of sue «Vodokanal SPb» releases on the pollution of watercourses, the hydrochemical composition and volumes of discharged water were analyzed.

According to the study, the most polluted rivers of the city, according to sue «Vodokanal St. Petersburg» are the rivers Ivanovka, Volkovka, New (extremely and very dirty water). The least polluted river of the city is the Kuzminka river (conditionally clean water). The water in the Neva river is "slightly polluted".

To a greater extent than other types of releases, sewage releases without treatment have a negative impact on water quality. Such issues are in the minority. Most releases into the city's water bodies are rainwater without treatment.

The study found that watercourses with a low average flow rate (less than 5–10 m³/s) and a small length (up to 5-10 km) are more polluted than rivers with a large flow rate and length at comparable discharge volumes, due to less intensive dilution of wastewater by nature.

Keywords: pollution of urban watercourses, impact of urbanization on surface water quality

References

1. Bol'shaya sovetskaya enciklopediya (Big Soviet encyclopedia). A. M. Prohorov. Moscow: Sovetskaya enciklopediya (Publ.), 1977, Vol. 24, 573 p. (in Russian).
2. Sajt federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki RF (Website of the Federal state statistics service of the Russian Federation) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.gks.ru/> (in Russian).
3. Metod kompleksnoj ocenki stepeni zagryaznenosti poverhnostnyh vod po gidrohimicheskim pokazatelyam: RD 52.24.643–2002: utv. Rosgidrometom: vvod v dejstvie s 03.12.2002. (The method of complex assessment of the degree of contamination of surface water by hydrochemical parameters: RD 52.24.643–2002: approved. The Roshydromet was put into effect since 03.12.2002.). Moscow: 2002. 19 p. (in Russian).
4. Nezhihovskij R. A. Reka Neva i Nevskaya guba (Neva river and Neva Bay). Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1981, 84 p. (in Russian).
5. Rezolyuciya kruglogo stola «Rol' municipalitetov v regione – Lokal'nye plany po Vypolneniyu Plana dejstvij HELKOM po Baltijskomu moryu (PDBM)» (Round table resolution " the Role of municipalities

- in the region-Local plans For the implementation of the HELCOM Baltic sea action Plan (BSAP)» [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.helcom.ru/baltic_sea_day/2018 (in Russian).
6. Frumin G.T., Gildeeva I.M. Eutrophication of water bodies-a global environmental problem // Russian Journal of General Chemistry, 2014, Vol. 84, № 13, pp. 2483–2488. (in English).
 7. Stepanova E.V., Frumin G.T. Background nitrogen concentrations in the unmonitored and partially monitored rivers of the gulf of Finland basin // Russian journal of general chemistry. 2014, Vol. 84, № 13, pp. 2592–2595. (in English).
 8. Potapova T.M., Dzhinoridze E.N., Koroleva V.P., Bogdanov V.L., SHmeleva I.V. Novye svedeniya o razvitii processov evtrofikacii litoral'noj zony vostochnoj chasti Finskogo zaliva (New information on the development of eutrophication processes in the littoral zone of the Eastern part of the Gulf of Finland). Vestnik SPbU, 2005, Vol. 7. no. 4, pp. 76–86 (in Russian).
 9. Lachininskij S.S., Semenova I.V. Pozicionirovanie mirovogo primorskogo goroda Sankt-Peterburga v Baltijskom regione (Positioning of the world seaside city of St. Petersburg in the Baltic region). Baltic region, 2015, no. 3(25), pp. 62–75. (in Russian).
 10. Mosin O.V. Osnovnye ekologicheskie problemy Baltijskogo morya i puti ih resheniya (The main environmental problems of the Baltic sea and ways to solve them). Baltic region, 2011, no. 1 (7). pp. 41–53. (in Russian).
 11. Kosov YU.V., Gribova G.I. Strategiya ES dlya regiona Baltijskogo morya: problemy i perspektivy mezhdunarodnogo sotrudnichestva (EU strategy for the Baltic sea region: problems and prospects of international cooperation). Baltic region, 2016, vol. 8. no. 2, pp. 48–66 (in Russian).
 12. HELCOM Baltic Sea Action Plan, 2007. HELCOM Ministerial Meeting. Krakow, Poland, 15 November 2007 [Elektronnyj resurs]. URL: <http://portal.helcom.fi> (in English).
 13. Serebrickij I.A., Grigor'ev I.A. Ohrana okruzhayushchej sredy, prirodopol'zovanie i obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti v Sankt-Peterburge (Environmental protection, nature management and environmental safety in St. Petersburg). Saint-Petersburg: Sezam-print (Publ.), 2018, 448 p. (in Russian).
 14. Ob utverzhdenii Poryadka vedeniya sobstvennikami vodn. ob"ektov i vodopol'zovatelyami ucheta ob"ema zabora vodnyh resursov iz vodnyh ob"ektov i ob"ema sbrosa stochnyh vod i (ili) drenaznyh vod, ih kachestva: prikaz MPR RF №205 ot 08.07.2009 (On approval of the procedure of the owners water. objects and water users of the account of volume of a fence of water resources from water objects and volume of discharge of sewage and (or) drainage waters, their quality: the order of the Ministry of natural resources and ecology of the Russian Federation No. 205 of 08.07.2009) [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90990/ (in Russian).
 15. Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob: GOST 31861–2012 (Water. General requirements for sampling GOST 31861–2012) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097520> (in Russian).
 16. Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnyh ob"ektov rybohoz. znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednyh veshchestv v vodah vodnyh ob"ektov rybohozyajstvennogo znacheniya: prikaz Ministerstva sel'skogo hozyajstva RF №552 ot 13.12.2016 (About the approval of standards of quality of water of water objects of fishery value, including standards of maximum permissible concentrations of harmful substances in waters of water objects of fishery value: the order of the Ministry of agriculture of the Russian Federation No. 552 of 13.12.2016) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (in Russian).
 17. Ob utverzhdenii statisticheskogo instrumentariya dlya organizacii Rosvodresursami federal'nogo statisticheskogo nablyudeniya ob ispol'zovanii vody: Prikaz Rosstata № 230 ot 19.10.2009 (On approval of statistical tools for the organization of the Federal water resources Agency Federal statistical data about water use: the Order of Rosstat No. 230 dated 19.10.2009) [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93393/ (in Russian).
 18. Otkrytaya karta mira (Open street map) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.openstreetmap.org/> (in Russian).
 19. Nikanorov A.M. Spravochnik po gidrohimii (Handbook of hydrochemistry). Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1989, 390 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 16.09.2019

УДК 502.7:571

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ НАУКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Васильев Ю.И., Беляков А.М., Назарова М.В.

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Российская Федерация

E-mail: turkosvetlana73@mail.ru, docham49@mail.ru, mn1967@list.ru

В статье рассматриваются исторические этапы развития науки о природе. Делается анализ каждого из периодов этого развития, отмечаются современные подходы, принципы в построении научных изысканий. Отмечается также необходимость внедрения в практику цифровых технологий, системных оценок, прогнозов деятельности человека. Основная парадигма – предсказание результатов принятия тех или иных решений в деятельности человека.

Ключевые слова: природа, наука, системный анализ, моделирование, прогнозы, цифровая технология, программирование, оценка, среда, стабильность.

ВВЕДЕНИЕ

В науке, как и в повседневной жизни, происходит процесс усложнения и совершенствования, приспособления к новым условиям. Если раньше было достаточно оценивать отдельные стороны явлений, то теперь нужно знать, как работает весь объект, в увязке с различными процессами. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, нарастанием деградации природной среды, а во-вторых, появлением задач по безопасности жизнедеятельности и ускорению научно-технического прогресса, а также потребностями разработки методов управления, перевода экономики, и в целом деятельности человека, на интенсивный путь развития, рационального использования производств, всемерной экономии всех видов ресурсов. Всему этому должна соответствовать и современная наука, которая складывалась не сразу. Собственно об этом и говорит данный исторический экскурс, где отражаются отдельные периоды развития науки, ее цели и задачи. Убедительно показывается, что на современном этапе развития науки ее роль значительно повышается. В то же время, констатируется о тех трудностях, которые возникают, из-за определенных несовершенств разного рода инструмента, и в первую очередь по причине того, что традиционно используемые методы и структуры, не обеспечивают решение поставленных задач современности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В процессе рассмотрения истории развития науки и современных требований к ней использованы литературные источники, отражающие проблемы каждого периода развития науки. При этом дается характеристика каждого периода с использованием обычных методов анализа. Что же касается цифровых методов и системного анализа, то здесь использованы обычные, принятые в данных отраслях, методики изучения сложных, открытых систем, моделирования и программирования.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Известно, что наука – это двигатель прогресса. Это, несомненно, так. Вопрос лишь состоит в том, какая наука. За свою историю наука ведь прошла множество этапов развития и по своей форме и назначению, постоянно изменялась [1].

Зародилась наука, как известно, в Древней Греции. Основной целью её было накопление научного материала о процессах, происходящих в природе. Причем, все объяснения велись на уровне суждений, без подтверждения экспериментами. Одним словом, все делалось на уровне натуральной философии. Поэтому этот период и назывался собственно «натурфилософским».

Наиболее известными представителями того времени были: Фалес (625–547 гг. до н.э.), Анаксимандр (610–540 гг. до н.э.), Гераклит (490–430 гг. до н.э.), Анаксагор (500–428 гг. до н.э.), Эмпедокл (490–430 гг. до н.э.), Демокрит (460–370 гг. до н.э.), Аристотель (384–320 гг. до н.э.) [1]. При этом Фалес был первым, кто создал и достоверно объяснил сведения по электричеству и магнетизму. Анаксагор причастен к формулировке закона сохранения материи, дав первоначальную идею об эволюции всего живого. Гераклит впервые сформулировал идею о саморазвитии природы. Анаксагор сформулировал идею и представил картину образования всех космических тел. О естественном отборе в эволюции живого вещества высказал идею Эмпедокл. Демокрит же и Аристотель обобщили всю натурфилософскую науку, хотя и пришли к разным умозаключениям по вопросу мироздания. Демокрит, можно считать, является сторонником корпускулярной теории мироздания, а Аристотель – континуальной.

Надо отметить, что особенностью натурфилософского периода формирования науки было отсутствие экспериментальной проверки тех или иных утверждений. С другой стороны, человек в это период еще не имел того колоссального давления на природу, которое появилось впоследствии. Он гармонично вписывался в нее, т. е. проблем природопользования тогда не существовало.

Становление естествознания, как науки, произошло в середине эпохи Возрождения [1]. В этот период был создан научный метод исследования, появилось экспериментирование. Здесь следует отметить таких корифеев как Коперник, Галилей, Декарт, Ньютон и др. Нельзя забывать, конечно, и нашего соотечественника М.В. Ломоносова.

Коперник (1468–1543 гг.) доказал несостоятельность существовавшей со времен Аристотеля геоцентрической системы мира, а также обосновал гелиоцентрическую систему мироздания.

Галилео Галилей (1564–1642 гг.) знаменит в области физики и механики. Кроме того, он оставил большой след и в области астрономии. В физике и механике он стал основателем экспериментирования, создал кинематическую теорию движения, установил принцип относительности движения. В области же астрономии он был первым ученым, взглянувшем на небо с помощью сконструированной им подзорной трубы. Это дало ему возможность подтвердить учение Коперника о мироздании.

Рене Декарт внес серьезный вклад в развитие научного метода исследования (экспериментального). Он внес большой вклад в математизацию науки, в создание

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ НАУКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

космологической теории, а также в фундаментальные законы движения (механики).

Исаак Ньютон (1643–1727 гг.) – один из гениальнейших математиков, физиков, астрономов и философов того времени. В области математики он создал важнейшие разделы современной высшей математики – дифференциальное и интегральное исчисление. В области астрономии он сделал выдающееся открытие – закон всемирного тяготения, который явился научной основой всей небесной механики. В области физики он получил исключительно ценные результаты в оптике и сформулировал основные законы механики. С именем И. Ньютона связана целая эпоха создания и завершения классической механики.

Огромный вклад во все сферы науки внес М.В. Ломоносов. Он оставил свой след во многих отраслях знания. В частности, его работы продвинули знания в области физической химии, атмосферных и тепловых явлений, в литературе, молекулярной физике, астрофизике и др. направлениях. Он создал целый ряд оптических приборов, открыл атмосферу на Венере, объяснил многие природные явления, происхождение многих полезных ископаемых, молекулярного строения тел и природы тепла. Он причастен к созданию закона сохранения материи и движения и еще великого множества чего. Всего не перечислить.

По сути, в эпоху Возрождения начала формироваться вторая стадия развития науки, когда стали выделяться отдельные направления исследований – физика, химия, биология, астрономия и др. дисциплины. Это имело в своей основе не только плюсы, но и массу противоречий. С одной стороны, разделение наук и их углубление позволяло существенно продвигаться в знании отдельных природных законов. С другой же стороны такое положение дел способствовало большему техногенному воздействию на природу, причем без четкого выделения конечного состояния природного объекта. Иначе говоря, такой подход может приводить к деградации природной среды, что и наблюдается на всем протяжении техногенного развития общества на Земле, во всех без исключения ее территориях.

Первые признаки несостоятельности такого подхода проявились уже в середине XX-го века. Некоторые дисциплины стали решать двойственные задачи. Это синтетический период становления науки. Появились: биофизика, биохимия и другие спаренные дисциплины. Последнее, конечно, существенно расширило наше представление о природе, позволило лучше понимать различные процессы. Однако в корне такой подход не решал проблемы комплексной оценки человеческой деятельности. К тому же, на дворе превалировал все тот же техногенный тип экономики, во главе которого стояли экономические, а не экологические предпочтения. Природа, конечно, сразу же «напомнила» о нерациональности такого подхода, деградацией природной среды. Стало ясно, что такой путь ведет в тупик.

Это заставило человечество искать новые подходы в решении проблемы рационализации природопользования. Появилась на свет новая парадигма – дифференциально-интегральная. Она породила дифференциально-интегральную стадию развития науки. Вернадский В.И. охарактеризовал ее как неосферную. Естествознание же в современном понимании является «наукой о природе, как единой целостности».

Возвращаясь к афоризму «наука – это двигатель прогресса», резонно снова

задать вопрос – какая это наука и каков двигатель прогресса. В этом собственно, и состоит проблема сегодняшнего дня, когда жизнь заставляет человечество не только эксплуатировать природные объекты, но и в определенной мере, сохранять их. А это значит, что при любых действиях человека, нужно знать – к чему они приведут. И совершенно не случайно, возникли разговоры о внедрении в современную науку цифровых технологий, о широком использовании математического моделирования и комплексного анализа процессов, с использованием биофизических и климатообразующих законов при анализе [2, 3]. Причина заключается и в том, что сейчас совершенствуется вычислительная техника, математический аппарат, возникают новые общественные потребности, происходит смена хозяйственных укладов, создаются новые информационные системы, средства хранения, переработки и передачи информации, вкупе с вычислительной техникой [4]. Одним словом, создается все, чтобы можно было обеспечивать, анализировать и прогнозировать результаты деятельности человека. При этом, конечно, повышается и производительность труда.

Естественно, наукоемкость новых, современных технологий зависит от обоснованности и фундаментальности разрабатываемых технологий, т.е. определяется обоснованностью триады «модель – алгоритм – программа». Модель при этом должна быть в формализованном виде, с привязкой к большим базам данных, способных к обработке на ЭВМ. Для идентификации формальных соотношений, входящих в модели должна быть отдельная опытная информация с множеством прецедентов для диагностики отдельных подсистем моделей. Отсюда, опыт сейчас приобретает несколько иную функцию. Он остается единственным критерием оценки пригодности тех или иных математических построений и моделирования явлений. Это, конечно, другая, главная функция опытного материала, и ее нельзя сбрасывать со счетов.

Надо сказать, что при введении любых новшеств, в том числе и в науке, должно соблюдаться три условия: 1) непротиворечивость современным концепциям развития; 2) заинтересованность в реализации; 3) возможность реализации.

Что касается первой позиции, то здесь, на сегодня, однозначный ответ – не противоречит. Положительный ответ представляется и по двум остальным позициям. Действительно, общество заинтересовано в решении прогностических экологических задач. И такие возможности, как технически, так и инструментально, имеются. Более того, для сельскохозяйственной отрасли решение вопросов прогноза изменения состояния окружающей среды является крайне насущной задачей, ибо она ранее системно не рассматривалась. Конечно, сейчас имеется достаточно много сведений по отдельным процессам (фотосинтез, химические процессы в листьях, ветвях, стеблях, корнях и т.д. [5, 6, 7]), но они достаточно слабо отражают процессы во взаимодействии, в рамках сложной открытой системы. Не рассматриваются в них (в полной мере) процессы с привязкой к пространству и времени.

Все это говорит о важности подобных исследований, особенно в сфере сельского хозяйства, где неопределенность явлений очень высока. Отсюда, и степень риска высочайшая. И совершенно не случайно то, что в последнее время, особенно в развитых странах мира, стали создаваться ситуационные центры. Задача их, как раз,

и состоит в прогнозировании последствий принимаемых решений. Первоосновой же подобных структур, послужила организация, созданная по распоряжению бывшего министра обороны США Роберта Макнамары (в период Карибского кризиса) [8]. В дальнейшем же, подобные структуры начали создаваться для чисто гражданских сфер. В настоящее время, этот процесс получил дальнейшее развитие, связанное с усилением деградационных процессов в природе и глобальным изменением климата.

В нашей стране, к сожалению, данное направление развивается слабо и очень медленно. Даже во вновь организованных научных центрах такие структуры, как правило, не предусмотрены. Но, не факт, что так будет всегда. Деградационные процессы в природной среде заставят и нас повернуться лицом к этой проблеме. Но уже сейчас, нужно было бы задуматься об этом, даже в том случае, если государство, на сегодняшний день, не имеет возможности осилить создание таких центров у нас в стране. Может быть, на данном этапе есть смысл создавать пока подобные структуры в малогабаритном формате (либо малые предприятия, либо лаборатории в существующих образованиях). Подчинение же их, могло бы быть напрямую либо Минсельхозу, либо академии, либо министерству науки и образования вкупе с региональными администрациями. Отсюда, могли бы быть оговорены: финансирование, штат специалистов, решаемые задачи, тематика, ответственность и система отчетности, а также другие организационные вопросы.

Не будем распыляться, и углубляться во всем множестве сегодняшних проблем, а остановимся лишь на тех, которые были ближе нам по прежней научно-исследовательской работе, а именно, на тех, которые мы лучше знаем.

Одной из таких инновационно-ситуационных структур могло бы быть малое предприятие или лаборатория при Федеральном научном центре агроэкологии РАН, связанное с продовольственной, экологической и энергетической сферами человеческой деятельности, причем в увязке с лесонасаждениями. Такое подразделение или лаборатория, в основе своей работы, обязательно должно базироваться на использовании эффектов от лесомелиорации, принципов защиты почв от дефляции, конъюнктуры рынка и основ цифровых (информационных) технологий, с использованием прогнозного моделирования. Это, в перспективе, позволило бы вести компьютерно-прогнозную оценку эффективности лесной мелиорации в условиях вариации климатических факторов. Причем это нужно делать как в разрезе вегетационного периода, так и будущего изменения глобального климата.

Одно из вышеизложенных направлений человеческой деятельности, которое могло бы реализовывать обозначенное инновационно-ситуационное подразделение или лаборатория, это решение функциональной проблемы оценки рисков сельхозпроизводителей, связанных с изменением погодных и дефляционных процессов, урожайности сельскохозяйственных зерновых культур, а в конечном итоге – с продовольственной безопасностью. Все это также должно рассматриваться как в современных условиях, так и при глобальном изменении климата. Для реализации последней задачи, должны быть разработаны цифровые компьютерные технологии прогнозов на сценарной основе изменения параметров климата.

С агролесомелиоративной точки зрения должна планироваться разработка принципов оценки роли агролесомелиорации в снижении указанных рисков.

Одной из функциональных задач обозначенного инновационно-ситуационного подразделения или лаборатории, предположительно, должно быть – установление закономерностей в контрастности и изменчивости, по годам, условий погоды и дефляционных процессов, в рамках их влияния на риски и снижение продовольственной безопасности.

И еще на двух моментах следует остановиться. Во-первых, это использование лесонасаждений, сейчас и в будущем, в ветроэнергетике. Во-вторых, использование лесонасаждений для сбережения энергоресурсов, при совмещении их с отопляемыми и кондиционируемыми строениями. В первом случае используется эффект вертикального перераспределения воздушных потоков, под воздействием пористых преград, типа лесонасаждений [9, 10], а во втором – эффект от снижения инсоляции и трансформации теплообмена между строением и окружающей средой. Здесь, как и ранее, должно предполагаться создание цифровых информационных технологий, позволяющих решать ситуационные задачи, с привязкой к конкретным природным условиям, сейчас и в будущем, с учетом того, или иного, сценария глобального изменения климата. Иначе говоря, в планы должны входить не только разработка оценочной составляющей, но и прогнозный компонент, причем, последний должен увязываться с местом и временем проявления процесса, а точнее – в функции пространства и времени, т.е. в динамике. Что же касается предварительных, прогнозных, осредненных расчетов, то можно отметить, что по ветроэнергетике можно ожидать повышения энергоотдачи ВЭУ в среднем до 40%, а в совмещении лесонасаждений с отопляемыми и кондиционируемыми объектами (строениями) – снижения потерь энергоресурсов примерно до 27%.

Следует указать и еще одну, возможную сферу деятельности отмеченного предприятия, конечно после получения соответствующей аккредитации. Речь идет о возможности государственной оценки различных проектов и принимаемых различными управленческими структурами, решений (с позиций их влияния на экологическую среду).

ВЫВОДЫ

Современная наука – это результат длительной эволюции в познании, совершенствовании научных приемов. Она вызвана к жизни несколькими причинами. Во-первых, это связано с необходимостью узнавать конечные результаты человеческой деятельности и усложняющимися оценками поведения многокомпонентных систем. Во-вторых, это все большая деградация природной среды, из-за нерационального природопользования. В-третьих, это повышающиеся возможности анализа из-за внедрения всевозможного моделирования и вычислительной техники. На смену абстрактному анализу приходит цифровая (информационная) система обработки больших массивов данных, на основе определенных, специально организованных, научных процедур, позволяющих объективно (в цифровом выражении) предсказывать конечные результаты. Одним

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ НАУКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

словом, современная наука определяет научный прогресс и является двигателем последнего, да и то с некоторыми ограничениями правового характера.

Список литературы

1. Недельский Н.Ф., Олейников Б.И., Тулинов Н.Ф. Концепции современного естествознания (учебное пособие). М.: Московский ордена дружбы народов университет потребительской кооперации, 1996. 151 с.
2. Самарский А.А., Можеев Н.Н., Петров А.А. Математическое моделирование (методы описания сложных систем). М.: Наука, 1989. 272 с.
3. Музыкин С.Н., Родионова Ю.М. Моделирование динамических систем. Ярославль: Верхневолжское издательство, 1984. 304 с.
4. Франс Дж., Торнли Дж. Х. М. Математические модели в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1987. 399 с.
5. Hesketh J.D. and Jones J.W. Predlating photosynthesis for ecosystem models.. Florida: CRC Press, Inc. Boca Raton, 1980. 402 p.
6. Thornley J.H.M. A model to describe the partitioning of photocynthate during vegetative plant growth // Annuals of Botany. 1972. Vol. 36. no 145, pp. 419-430.
7. Thornley J.H.M. Root shoot inter actions // Symposium of the society for Experimental biology, 1977. pp. 357–389.
8. Аргументы недели. 2016. № 51(542) от 29.12.
9. Долгилевич М.И., Васильев Ю.И., Сажин А.Н. Лесные полосы и ветровая эрозия. М.: Лесная промышленность, 1981. 160 с.
10. Турко С.Ю., Петров В.И., Васильев Ю.И. Использование лесонасаждений для повышения эффективности ветроэнергетических установок. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2011. 162 с.

HISTORY OF FORMATION OF THE SCIENCE OF NATURE USE, ITS MODERN TRENDS AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

Vasiliev Yu.I., Belyakov A.M., Nazarova M.V.

Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences” (Federal Scientific Center for Agroecology RAS), Volgograd, Russian Federation

E-mail: turkosvetlana73@mail.ru, docbam49@mail.ru, mn1967@list.ru

It is known that science is the engine of progress. This is undoubtable. The only question is what kind of science, because in its history, science has gone through many phases of development. It began with Greece, i.e. nature-philosophy, then it came through the analytical stage, being divided into separate disciplines, entered the synthetic stage, with the unification of some areas of knowledge, finally came to the integral-differential stage of development, when natural science turned into a science of nature, as a single whole. Actually, the present days' problem is what kind of science able to be taken as a basis, when life makes mankind not only exploit nature, but also preserve it. And it does mean that with any actions of mankind, you need to know what they will lead to. And it is no coincidence that there was talk about the introduction of digital technologies, modeling and forecasting and about the creation of situational centers. This article is presented in such context. It highlights the ideas and approaches to the establishment of such structures

in our country. Some of their activities are disclosed in more detail. The article also indicates their approximate subordination, as well as other issues of activities in the field of environmental management.

Keywords: nature, science, systems analysis, modeling, forecasts, digital technology, programming, assessment, environment, stability.

References

1. Nedel'skij N.F., Olejnikov B.I., Tulinov N.F. *Koncepcii sovremennogo estestvoznaniya (uchebnoe posobie)* (Concepts of modern science (study guide)). M.: Moskovskij ordena druzhby narodov universitet potrebitel'skoj kooperacii (Publ.), 1996, 151 p. (in Russian).
2. Samarskij A.A., Mozheev N.N., Petrov A.A. *Matematicheskoe modelirovanie (metody opisanija slozhnyh sistem)* (Mathematical modeling (methods for describing complex systems)). M.: Nauka, (Publ.), 1989, 272 p. (in Russian).
3. Muzykin S.N., Rodionova Ju.M. *Modelirovanie dinamicheskikh system* (Dynamic System Modeling). Jaroslavl: Verhne-volzhscoe izdatel'stvo (Publ.), 1984, 304 p. (in Russian).
4. Frans Dzh., Tornli Dzh. H. M. *Matematicheskie modeli v sel'skom hozjajstve* (Mathematical models in agriculture). M.: Agropromizdat (Publ.), 1987, 399 p. (in Russian).
5. Hesketh J.D. and Jones J.W. *Predloting photosynthesis for ecosystem models*. Florida: CRC Press, Inc. Boca Raton, 1980, 402 p.
6. Thornley J.H.M. A model to describe the partitioning of photocynthate during vegetative plant growth // *Anuals of Botany*, 1972, Vol. 36. no 145, pp. 419–430.
7. Thornley J.H.M. Root shoot inter actions // *Symposium of the society for Experimental biology*, 1977, pp. 357–389.
8. *Argumenty nedeli* (Arguments of the week). 2016. № 51(542) ot 29.12. (in Russian).
9. Dolgilevich M.I., Vasil'ev Ju.I., Sazhin A.N. *Lesnye polosy i vetrovaja jerozija* (Forest stripes and wind erosion). M.: Lesnaja promyshlennost'(Publ.), 1981, 160 p. (in Russian).
10. Turko S.Ju., Petrov V.I., Vasil'ev Ju.I. *Ispol'zovanie lesonasazhdenij dlja povyshenija jeffektivnosti vetrojenergeticheskikh ustanovok* (Use of afforestation to increase the efficiency of wind power plants). Volgograd: VNIALMI (Publ.), 2011, 162 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 17.10.2019

УДК 631.1

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Паиков С.В.

*Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск,
Казахстан*

E-mail: sergp2001@mail.ru

Статья посвящена изучению экологических механизмов формирования устойчивого сельскохозяйственного землепользования в Северо-Казахстанской области в условиях интенсификации растениеводства. В результате экстенсивного развития зернового хозяйства за постцелинный период почвы области лишились 30–40% запасов гумуса, активизировались эрозионные процессы, вследствие невосполнимого выноса биогенов агрофон большинства хозяйств оказался ниже агрохимических норм. Распашка новых земель и экспоненциальный рост, в последнее пятилетие, площадей под почвоистощающими масличными культурами, ставят под угрозу экологическую устойчивость землепользования в средне- и долгосрочной перспективе. Эвентуальным сценарием экологически приемлемого развития агросферы области должен стать переход на ландшафтно-контурное и целостное сберегающее земледелие в сочетании с использованием органоминеральных удобрений на основе местного сырья.

Ключевые слова: землеустройство, агрофон, дегумификация, органические удобрения, Северо-Казахстанская область, экологическая устойчивость, биогены, адаптивно-ландшафтное земледелие

ВВЕДЕНИЕ

Под экологической устойчивостью дефинируется способность экосистемы противостоять воздействию экзогенных факторов, сохраняя целостность структуры и свои функциональные особенности. Экологическая устойчивость является сегодня категорическим императивом пространственно-функциональной организации сельскохозяйственного землепользования. Одной из его актуальнейших задач являются количественная (экономическая) и качественная (экологическая) оценка использования земельных ресурсов. Устойчивое сельскохозяйственное землепользование определяется как гарантированная возможность получения определенных объемов сельскохозяйственной продукции при достижении максимальной рентабельности производства, но в сочетании с расширенным воспроизводством естественного плодородия (положительный баланс). Сельскохозяйственное землепользование базируется на агроэкологическом и ландшафтном принципах его организации.

Агроэкологический принцип основывается на изучении агроэкологических условий (факторов окружающей среды – света, тепла, воды, питательных веществ) территории по отношению к определенным видам или группам культивируемых растений с дальнейшим типологическим районированием (выделением групп, видов и типов земель). Ландшафтный принцип предполагает дифференциацию территории с учетом морфологических единиц: фаций, подурочищ, урочищ, местностей. Данный подход, учитывая ландшафтные особенности территории (мезорельеф, почвенные разнородности и т.д.), предусматривает выделение ландшафтно-

экологических зон и последующее районирование территории повыше названным таксономическим геосистемам.

Экологическая устойчивость земледелия достижима лишь при синергии ландшафтного и агроэкологического принципов организации агроландшафтов, поможет улучшить пространственно-временную организацию разнотипных пахотных угодий, повысить их воспроизводственный потенциал.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Северный Казахстан, обладающий огромными массивами плодородных почв (черноземы и каштановые) в период целинного освоения подвергся тотальной распашке, охватившей, наряду с высокопродуктивными, земли с низким агро- и биоэкологическим потенциалом. Из всех областей региона, наиболее распашанной на начало освоения была Северо-Казахстанская область, где доля пашни в структуре сельхозугодий достигала 30%.

Северо-Казахстанская область (в современных границах образована в 1999 г. путем слияния с территорией бывшей Кокчетавской области, за исключением Щучинского, Зерендинского и Энбекшилдерского районов; далее – область) является типичным аграрным регионом, где, благодаря преимущественно равнинному рельефу, самым плодородным в стране почвам (96% - черноземы) и летнему максимуму осадков, аграрный профиль экономики с каждым годом усиливается. В 2018 г. доля агропродукта превысила половину ВРП, достигнув абсолютного показателя (518,6 млрд. тенге/1,3 млрд. долларов). Однако экономические успехи последних лет все чаще коррелируют с экологическими проблемами сельскохозяйственного землепользования, где важнейшим их следствием выступают дигрессивное развитие геосистем пашни, дегумификация почв и вынос биогенов. Бытующее еще мнение о снижении доли пашни в структуре сельхозугодий, как единственной панацее экологической устойчивости землепользования, является рудиментом прежней *консервативной* модели землепользования. Доминирующий ныне системно-синергетический подход стал следствием установления разумного экологического баланса, когда интересы Человека и Природы неизбежно выстраиваются в модель *рационального* (устойчивого) землепользования.

Аграрное освоение современной территории области имеет 265-летнюю историю и началось вскоре после присоединения Казахстана к Российской империи. Чередую периоды «затишья» с этапами «залповой» распашки земель (введение в действие «Временных правил по переселению в киргизские степи сельских обывателей» от 1881 г., столыпинская аграрная реформа, коллективизация), оно наибольших масштабов достигло в период целинной кампании в середине прошлого столетия. За рекордно короткий срок (1954-1959 гг.) площадь пашни была увеличена в 2,3 раза, охватив, помимо прочего, малопродуктивные земли III категории пахотнопригодности (почвы легкого механического состава, бедные органическими веществами или с включением солонцов до 25%). К 1964 г., когда площадь пашни достигла своего абсолютного исторического максимума (4641 тыс. га), область выделялась самой «неэкологичной» структурой сельскохозяйственной угодий –

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

площадь залежей обвалилась в сравнении с доцелинными показателями в 9 раз – с 451 до 51 га, а доля пашни в структуре сельскохозяйственных угодий возросла до 62%. Последствия фронтальной распашки легких почв проявились еще до официального завершения целинной эпопеи, выразившись в пыльных бурях, участвовавших в южных районах области до 22 дней в году [1].

Наименьшей экологической устойчивостью обладают эрозионные ландшафты различной степени сложности. Дигрессивные процессы получили значительное развитие на склоновых землях долины р. Ишим и его притоков, водосборных бассейнах озер левобережной части области (Мамлютский, Шал акына районы). Именно на последних максимальная густота линейного эрозионного расчленения, в итоге, достигает 100 и более м/км² (Мамлютский район) [2].

Для борьбы с дигрессивными факторами развития земледелия в настоящее время все активнее в Северном Казахстане (как и во всем мире) набирает обороты система нулевой обработки почвы (целостное сберегающее земледелие, «no-till» технология). Данная система обработки почвы была разработана и экспериментально обоснована русским агрономом И. Овсинским еще в конце XIX в. [3], однако масштабного распространения в России, а позже и в СССР, не получила, ввиду нехватки специальных знаний и слабой материально-технической базы. Ее внедрение позволяет значительно сократить затраты на сельскохозяйственные работы, но, главное, почва не обрабатывается традиционным, механическим способом при помощи вспашки, а покрывается мульчей, что имеет ряд важных экологических преимуществ перед традиционным земледелием. Путем многочисленных производственных опытов хозяйств Северного Казахстана [4], внедривших технологию «no-till», доказано: мульчирование соломой, сохранение пожнивных остатков в верхнем почвенном слое для новообразования гумуса при целостном сберегающем земледелии равносильно внесению 10-15 т/га органических удобрений. Также, результатом внедрения технологии станет повышение содержания в почве агрономически ценных структурных агрегатов и микробиологической активности, что благотворно сказывается на урожайности и, главное, агрофоне полей.

Наиболее полновесным инструментарием анализа экологичности нулевой обработки почвы выступает SWOT-анализ – универсальный метод, используемый для оценки явлений и факторов, оказывающих влияние на тот или иной объект. Все явления и факторы, в какой-либо степени относящиеся и вытекающие из внедрения нулевого земледелия в области, мы подразделили на 4 категории: сильные стороны (Strengths), слабые стороны (Weaknesses), возможности (Opportunities), угрозы (Threats) (табл. 1).

Однако, у данной технологии есть и ряд недостатков. Детерминирующим фактором ограничения целостного земледелия является обязательная ровная поверхность полей для равномерного распределения семян и закладывания их на одинаковую глубину. Именно поэтому в левобережной части области, с преобладанием гривно-ложбинного рельефа, данная технология земледелия невозможна. Помимо этого, переход на нулевую обработку почвы приводит к резкому снижению процесса нитрификации аммонийного азота, а это чревато

угнетением корневой системы возделываемых культур, особенно в начале вегетации.

Таблица 1

Экологический SWOT-анализ целостного сберегающего земледелия в условиях лесостепи Северного Казахстана

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (W)
<ul style="list-style-type: none"> - сохранение запасов влаги в почве за счет мульчирования; - образование активной микрофлоры с обилием микро- и макроэлементов; - отсутствие угрозы возникновения очагов водной и ветровой эрозии; - депонирование углерода в почве и снижение выбросов CO₂; - уменьшение выбросов в атмосферу от работы сельскохозяйственной техники 	<ul style="list-style-type: none"> - обязательная предпосевная и вегетационная обработка поля гербицидами-глифосатами
Возможности (O)	Угрозы (T)
<ul style="list-style-type: none"> - естественное повышение гумуса и биогенов (расширенное воспроизводство плодородия); - улучшение агрофизических и агрохимических свойств почвы; -внедрение, на основе целостного земледелия, новых ресурсосберегающих технологий 	<ul style="list-style-type: none"> - высокий риск появления проблем с вредителями и болезнями;

Структурно-функциональная организация земель сельскохозяйственного назначения области считается наиболее динамичной в стране. Причиной тому – диверсификация структуры посевных площадей в последнее десятилетие: переход на масличные культуры, а, начиная с текущего года – на сою. В итоге, некогда казавшаяся незыблемой монокультура – пшеница – «потеряла» до 30% площади (рис. 1) возделывания и должна, по планам, «потерять» еще 1 млн. га до 2025 г.

Диверсификация растениеводства в пользу масличных объясняется высокой рентабельностью (в сравнении с пшеницей – до 2 раз), поскольку высокая засухоустойчивость и низкий транспирационный расход дают рапсу важнейшие биологические преимущества в условиях рискованного земледелия. В то же время переход на масличные культуры, при нынешних объемах внесения удобрений, неизбежно приведет к отрицательному балансу органического вещества и биогенов (табл. 2).

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

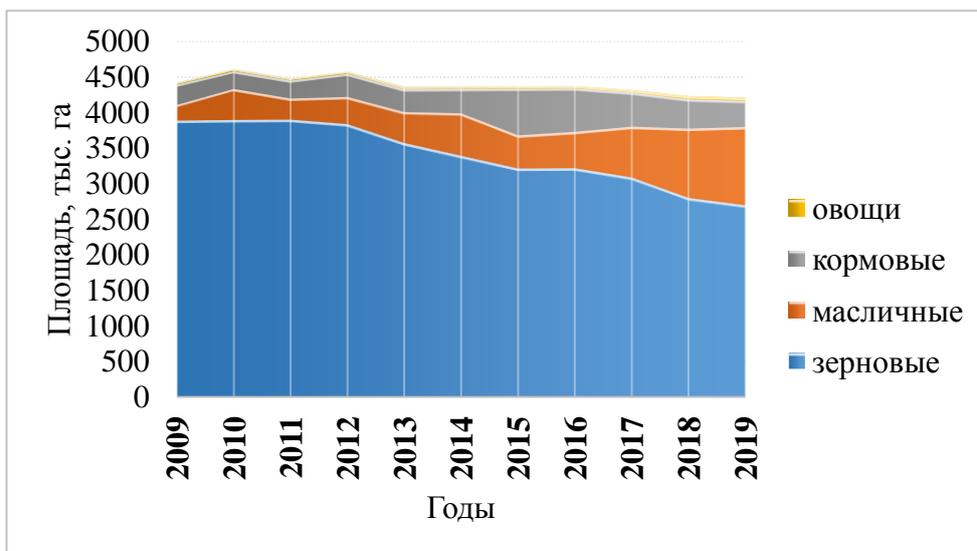


Рис. 1. Динамика структуры посевных площадей Северо-Казакстанской области в 2009-2019 гг. (Составлено по: [5])

Таблица 2

Вынос биогенных элементов с урожаем основных сельскохозяйственных культур области (Составлено по: [6])

Культура	на 1 т основной продукции с учетом побочной (в кг)		
	N	P2O5	K2O
Пшеница яровая	35	12	25
Рапс	55	30	60

По всем биогенам наблюдается больший вынос с урожаем рапса по сравнению с еще традиционной культурой – яровой пшеницей (1,6-2,35 раза), что свидетельствует об угрозе ускоренного истощения пахотных земель и экологической устойчивости землепользования уже в ближнесрочной перспективе.

Практиковавшиеся ранее кормовые севообороты с многолетними травами и сидеральными культурами обеспечивали лишь простое воспроизводство почвенного плодородия (нулевой баланс). При переходе на масличные культуры они показывают довольно низкую экологическую эффективность и, соответственно, экономическую рентабельность, что инициировало поиск альтернативных путей решения проблемы деградации почв региона.

Новым направлением борьбы с деградацией пахотных земель региона является отказ от минеральных удобрений в пользу органических (органоминеральных). Учеными области, в ходе многочисленных производственных опытов, доказана высокая эффективность и экологическая целесообразность

применения органических удобрений, изготовленных из местного сырья. В регионе имеются огромные ресурсы мелководных эвтрофных озер, изобилующих торфом, сплавной и сапропелем. Наиболее заметные результаты были получены местными учеными при использовании органоминеральных удобрений на основе сапропеля – донных илов, содержащих $\geq 15\%$ органических веществ в пересчете на сухую массу. Помимо активизации гумусообразующих процессов, влияющих на прибавку к урожаю, применение сапропеля способствует улучшению механической структуры почвы, влагопоглощательной и влагоудерживающей способности и аэрации, что доказано экспериментальными полевыми исследованиями [7]. Помимо этого, одним из главных апгрейдов землепользования становится органическое земледелие, предполагающее производство биогумуса (путем вермикомпостирования) в специальных сырьевых зонах (вблизи крупных животноводческих комплексов). Данный вид гумусного и микробиологического удобрения помимо катализации процесса органогенеза, ускоряет распад пестицидов в растениях и почве, являясь мощным биорекультиватором [8]. Использование биогумуса в качестве органического удобрения не только позволит решить проблему выпханности почв, но и создает предпосылки для возникновения в области органического земледелия – наиболее высокостойкого уровня биологической производительности сельскохозяйственных растений в агроклиматических условиях области.

Примером постепенного установления экологического баланса землепользования является перевод малопродуктивной пашни (земель III категории пахотнопригодности) в другие, более экологически устойчивые виды угодий. Первые шаги подобной селективной экстенсификации сельского хозяйства сделаны в хозяйствах умеренно-засушливой и сухой степи юго-востока области. Там, преимущественно, в Уалихановском районе, и без того, имеющим в области минимальную долю пашни в структуре сельхозугодий (29%), за последние два года ее площадь обвалилась на $\frac{1}{3}$, трансформировавшись в залежи или улучшенные пастбища. Это объясняется пестротой и разнокачественностью почвенного покрова, неблагоприятными агроэкологическими условиями, самыми низкими в области баллом бонитета почв (42,3 в 2014 г.) и среднемноголетними урожаями. Данный район в агроклиматическом районировании области выделяется как засушливый, с минимумом осадков (175-200 мм), но директивно был распахан в целинные годы. После распада СССР произошло трехкратное снижение площади пахотных земель III и IV категорий пахотнопригодности низкого природно-технологического состояния. В начале нулевых годов часть залежей была вновь распахана и лишь сейчас сделан окончательный выбор в сторону развития животноводства. Крупнейший в области ареал вторичных степей (восстановительно-сукцессионный ряд типчаково-овсецово-ковыльных степей) демутировался южнее оз. Силетытениз. Там сформировался (точнее, воссоздался) район адаптивного животноводства с разведением районированной породы скота мясного направления казахская белоголовая (зональный тип герефордской породы), с использованием естественных кормовых угодий с апреля по октябрь. Однако это еще один пример, когда лишь экономическая (не)целесообразность остановила дигрессивное развитие геосистем пашни. На момент прекращения земледельческой деятельности там был

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

зафиксирован постцелинный максимум падения плодородия почв области – темно-каштановые почвы потеряли свыше 40% первоначальных запасов гумуса (суммарный вынос с урожаем и эрозией).

В связи с выпашанностью высококультурных почв староосвоенных и целинных территорий, решающая диагностическая роль отводится комплексному геомониторингу земель. В настоящее время сеть стационарных и полустационарных экологических площадок (СЭП, ПСЭП), для континуальных наблюдений за состоянием пахотных угодий покрывает чуть более 15% территории. Однако даже такой нерепрезентативной сети площадок достаточно для выявления тревожной картины дегумификации и выпашанности почв. За 24-летний интервал наблюдений (1994-2018 гг.) зафиксировано падение гумусированности пахотного горизонта от 12-24% на СЭП земельных участков лесостепной зоны, за 20-летний (1998-2018 гг.) на СЭП и ПСЭП земельных участков степной зоны дегумификация составила 22-27% от первоначальных показателей.

Деградация земель, наряду с техническими трудностями аграриев, имеет вполне реальное стоимостное выражение. По оценкам экспертов Организации по экономическому сотрудничеству и развитию, объединяющей 36 наиболее развитых стран мира, только сама деградация почв приносит от 6 до 11 трлн. долларов убытков ежегодно, не говоря уже об упущенной прибыли сельхозтоваропроизводителей [9]. Для области суммарный экономический ущерб от потери гумуса при выносе с урожаем и эрозии с начала освоения целины превысил 22 млрд. долларов [10].

Низкая экологическая устойчивость земледелия области дополняет общую неблагоприятную картину по стране. Важнейшим интегральным показателем состояния окружающей среды любого государства является индекс экологической эффективности (Environmental Performance Index - EPI).

На страновом уровне биеннальный доклад по EPI формирует Центр экологической политики и права при Йельском университете, индикаторы которого рассчитываются на основе 22 показателей в 10 категориях. Высшим достижением Казахстана является 69 место (из 178 стран, представленных в докладе) в 2016 г. с 73,29 баллами, сделав за десятилетие качественный рывок на 25,8%. В 2018 г. страна заняла привычное место во второй сотне, скатившись на 101-ю позицию (из 180 государств) с 54,56 баллами, пропустив вперед такие страны СНГ, как Беларусь, Россия, Азербайджан, Армения, Грузия, Кыргызстан (44-е, 52-е, 59-е, 63-е, 94-е и 99-е места, соответственно) [11]. Подобный обвал говорит о крайней неустойчивости антропогенных (агрогенных) и дигрессивном развитии естественных ландшафтов страны, включая показатели жизнеспособности экологических систем, сохранения биоразнообразия, низкий уровень противодействия изменению климата и т.д. В полной мере это относится к агроландшафтам области, отличающимся высоким биоэкологическим потенциалом, но значительно деградировавших за постцелинный период. Ниже представлены основные экологические проблемы, характерные для соответствующих отраслей сельскохозяйственного производства региона (табл. 3).

Таблица 3

Агрогенные экологические проблемы Северо-Казахстанской области

№	Направления агрохозяйственной деятельности	Сопутствующие экологические проблемы
1	Животноводство	
1.1	пастбищное	Упрощение и деградация растительного покрова
1.2	Промышленное (стойловое)	Загрязнение сточных вод органическими отходами, гормонами, стероидами, антибиотиками
2	Растениеводство	
2.1	Поливное земледелие (овощеводство)	Истощение, загрязнение вод нитратами; водная эрозия; вторичное засоление и заболачивание почв
2.2	Зерновое хозяйство	Дегумификация, вынос биогенов; загрязнение почв гербицидами; водная эрозия
2.3	Производство масличных культур	Дегумификация, вынос биогенов; рост патогенных микроорганизмов в почвах

Путем сопряжения ландшафтной неоднородности территории области с основными видами сельскохозяйственной деятельности, с учетом анализа данных геомониторинга пахотных земель, нами создана оценочно-синтетическая карта пространственной локализации идентифицированных проблем агрогенного характера (рис. 2).

Наиболее деградированными являются пахотные угодья *лесостепного равнинно-западного лугово-черноземного и колючостепного пологоволнистого черноземов обыкновенных* природно-земледельческих районов – самых староосвоенных в области (с 1752 г.). Близость областного центра (анклавное положение), наличие самых плодородных почв в области и самые благоприятные агроклиматические условия обусловили развитие поливного земледелия в пригородной зоне, интенсивное производство зерновых и масличных культур. Для посевных площадей района характерен весь спектр экологических проблем агросферы области: водная эрозия, вторичное засоление и заболачивание, дегумификация и вынос биогенов, загрязнение гербицидами.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ



Рис. 2. Экологические проблемы земледелия Северо-Казакстанской области

Одновременно с этим участились случаи селективной целинной распашки и введение в оборот парцеллярных земель пригородных агроформирований (рис. 3).



Рис. 3. Распашка межкочечного участка целинной богаторазнотравной луговой степи южной лесостепи (Кызылжарский район, май 2018 г.)

На землях степного равнинно-западного черноземов карбонатных природно-земледельческого района расположены крупнейшие в области площади, занятые под масличными культурами, что уже спровоцировало экспоненциальную дегумификацию и сильный вынос биогенов. Помимо этого, пахотные угодья района считаются наиболее загрязненными гербицидами.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных обследований территории области можно предметно констатировать возникшие экологические проблемы и риски сельскохозяйственного землепользования, связанные с деградацией агроландшафтов, прежде всего, пашни. В связи с диверсификацией структуры посевных площадей и переходом на технические (масличные) культуры, ускорились дегумификация и вынос биогенов. Земледелие на склоновых землях спровоцировало эрозионные процессы, особенно, водную эрозию, что обусловило не только потерю плодородных земель, но и ухудшило природно-технологическое состояние пашни. Распашка новых земель, зачастую, целинных, свидетельствует о неустойчивости структуры сельскохозяйственных угодий и подверженности влиянию экономических детерминант в ущерб экологической устойчивости. Экономика быстрых выгод, имеющая место в последнее пятилетие, неминуемо обернется быстрым истощением пахотных угодий и потерей биозэкологического потенциала черноземов.

Кроме назревшей (и отчасти реализованной) программы оптимизации площади и структуры пашни, отказа от пшеницы в пользу высокодоходных масличных культур, необходимо одновременно актуализировать ландшафтно-экологический принцип организации землепользования, активировав переход на органические туки на основе местного сырья.

Комплексный анализ геоморфологических литологических условий (особенно степень расчлененности рельефа и крутизны склонов) в совокупности с идентификацией деградированных и подверженных дигрессии участков позволят минимизировать экологические риски землепользования, снизить угрозу возникновения очагов овражной эрозии, предотвратить вынос гумуса и биогенов.

Экологическая адаптация сельскохозяйственного землепользования области в условиях его пространственно-временной динамики становится важнейшим инструментом снижения хозяйственной нагрузки на агроландшафты. Внутрихозяйственная типология земель с разделением на агротехнологические группы с целью оптимизации структуры угодий и посевных площадей послужит подготовкой базиса для последующего межхозяйственного районирования на ландшафтной основе с параллельной реабилитацией деградированных земель.

Список литературы

1. Пашков С.В., Пигалев А.В. Дефляция почв Северо-Казахстанской области// Вест. Заб. гос. ун-та. 2016. Т.22. №2. С.14-25.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

2. Пашков С.В., Тайжанова М.М. Детерминанты овражной эрозии в Северном Казахстане// Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. №4. С. 50-63.
3. Овсинский И.Е. Новая система земледелия. М.: Директ-Медиа, 2014. 167 с.
4. Тулаев Ю.В., Двуреченский В.И., Ершов В.Л. Адаптивная система сберегающего земледелия в условиях Северного Казахстана// Вестник Бурятской гос. сельскохозяй. академии им. В.Р. Филиппова. 2014. №4(37). С. 144-148.
5. Посевные площади сельскохозяйственных культур Северо-Казахстанской области в 2009-2019 гг.// Официальный сайт Управления земельных отношений акимата Северо-Казахстанской области. Режим доступа: <http://yzo.sko.gov.kz>
6. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агроэкология. М.: Колос, 2000. 536 с.
7. Белецкая Н.П., Малибаева Г.Е. Перспективы использования местных органических ресурсов// Актуальные научные исследования в современном мире. 2017. №11-1 (31). С. 71-75.
8. Пашков С.В., Серикова А. Детерминанты органического земледелия в Северо-Казахстанской области// Вестник Московского городского педагогического университета. Естественные науки. 2018. №3(31). С. 43-55.
9. Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action// A report prepared by the OECD for the French G7 Presidency and the G7 Environment Ministers' Meeting, 5-6 May 2019. OECD.2019. 96 p.
10. Пашков С.В., Байбусинова С.Б. Природно-агрогенная обусловленность плодородия почв Северного Казахстана// Вестн. Забайкал. гос. ун-та. Т.23. №2. 2017. С. 16–27. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-2-16-27
11. Индекс экологической эффективности//Официальный сайт «Samuel Centre for Social Connectedness». Режим доступа: <http://socialconnectedness.org/2016-environmental-performance-index-launch>

ECOLOGICAL SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL LAND USE IN NORTH KAZAKHSTAN REGION

Pashkov S.V.

*North Kazakhstan state university named after M. Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan
E-mail: sergp2001@mail.ru*

Environmental sustainability nowadays is the categorical imperative of the spatial and functional organization of agricultural land use. Ecological sustainability of agriculture is achievable only with the synergy of landscape and agrarian and ecological principles of agrarian landscapes organizing.

The least environmental sustainability is possessed by erosive landscapes of various degrees of complexity. Digressive processes were significantly developed on the slope lands of the river valley of the Ishim and its tributaries, watersheds of lakes of the left-bank part of the region. To combat digressive factors in the development of agriculture, a system of zero tillage (holistic conservation agriculture, "no-till" technology) is being introduced more and more actively. Its implementation can significantly reduce the cost of agricultural work, but, most importantly, the soil is not processed in the traditional, mechanical way using plowing, but covered with mulch, which has a number of important environmental advantages over traditional agriculture.

The structural and functional organization of agricultural land in the region is considered the most dynamic in the country due to the large scale transition from crops to oilseeds (oilseed rape). This culture is very cost-effective in the conditions of Northern

Kazakhstan, but, at the same time, leads to excessive soil depletion. For the 24-year observation interval (1994-2018) at stationary and semi-stationary ecological sites of land plots of the forest-steppe zone, a drop in humus content of the arable horizon from 12-24% was recorded, for a 20-year (1998-2018) at stationary ecological sites of land sections of the steppe zone, dehumification amounted to 22-27% of the initial indicators.

A new direction in the fight against dehumification of arable lands in the region is the rejection of mineral fertilizers in favor of organic (organic and mineral) fertilizers. The most notable results were obtained using organic fertilizers based on spropel - bottom sludge containing $\geq 15\%$ organic matter, calculated on dry weight. In addition to the activation of humus-forming processes that affect the increase in yield, the use of spropel helps to improve the mechanical structure of the soil, moisture-absorbing and water-holding ability and aeration. In addition, one of the main land-use upgrades is organic farming, which involves the production of vermicompost (by means of vermicomposting) in special raw material zones (near large livestock complexes). This type of humus and microbiological fertilizer, in addition to catalyzing the process of organogenesis, accelerates the decay of pesticides in plants and soil, being a powerful bioregulator. Using biohumus as an organic fertilizer will not only solve the problem of soil plowing, but also create the prerequisites for the emergence in the field of organic farming - the highest value level of biological productivity of agricultural plants in the agro-climatic conditions of the region.

By combining the landscape heterogeneity of the territory of the region with the main types of agricultural activity, taking into account the analysis of the geomonitoring of arable land, we determined that the main environmental problems of farming in the region are: dehumification and removal of nutrients, soil pollution by herbicides, water erosion, secondary salinization and waterlogging. In addition, there is a plowing of virgin plots of interforests meadow steppes in the suburban area.

Ecological adaptation of agricultural land use in the region in terms of its spatial and temporal dynamics is becoming an important tool to reduce the economic burden on agricultural landscapes. An on-farm typology of lands with division into agrotechnological groups in order to optimize the structure of lands and sown areas will serve as a basis for subsequent inter-farm zoning on a landscape basis with parallel rehabilitation of degraded lands.

Keywords: land management, agrarian background, dehumification, organic fertilizers, North Kazakhstan region, ecological sustainability, biogenes, adaptive and landscape farming

References

1. Pashkov S.V., Pigalev A.V. Defljacija pochv Severo-Kazahstanskoj oblasti (Deflation of soils of the North Kazakhstan region). Vest. Zab. gos. un-ta. 2016, Vol..22, no. 2, pp.14-25. (in Russian).
2. Pashkov S.V., Tajzhanova M.M. Determinanty ovrazhnoj jerozii v Severnom Kazahstane (Determinants of ravine erosion in Northern Kazakhstan). Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle. 2016. no. 4, pp. 50-63. (in Russian).
3. Ovsinskij I. E. Novaja sistema zemledelija (New farming system). M.: Direkt-Media (Publ.), 2014. 167 p. (in Russian).

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

4. Tulaev Ju.V., Dvurechenskij V.I., Ershov V.L. Adaptivnaja sistema sberegajushhego zemledelija v uslovijah Severnogo Kazahstana (Adaptive system of conservation agriculture in the conditions of Northern Kazakhstan). Vestnik Burjatskoj gos. sel'skhoz. akademii im. V.R. Filippova. 2014. no. 4(37), pp. 144-148. (in Russian).
5. Posevnye ploshhadi sel'skhozjajstvennyh kul'tur Severo-Kazahstanskoj oblasti v 2009-2019 gg. (Sown area of agricultural crops of the North Kazakhstan region in 2009-2019). Oficial'nyj sajt Upravlenija zemel'nyh otnošenij akimata Severo-Kazahstanskoj oblasti. Rezhim dostupa: <http://yzo.sko.gov.kz> (in Russian).
6. Chernikov V.A., Aleksahin R.M., Golubev A.V. i dr. Agrojekologija (Agroecology). M.: Kolos (Publ.), 2000. 536 p. (in Russian).
7. Beleckaja N.P., Malibaeva G.E. Perspektivy ispol'zovanija mestnyh organicheskikh resursov (Prospects for the use of local organic resources // Actual scientific research in the modern world). Aktual'nye nauchnye issledovanija v sovremennom mire. 2017. no.11-1 (31), pp. 71-75. (in Russian).
8. Pashkov S.V., Serikova A. Determinanty organicheskogo zemledelija v Severo-Kazahstanskoj oblasti (The determinants of organic farming in the North Kazakhstan region). Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogičeskogo universiteta. Estestvennye nauki. 2018. no. 3(31), pp. 43-55. (in Russian).
9. Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action// A report prepared by the OECD for the French G7 Presidency and the G7 Environment Ministers' Meeting, 5-6 May 2019. OECD.2019. 96 p. (in English)
10. Pashkov S.V., Bajbusinova S.B. Prirodno-agrogennaja obuslovlennost' plodorodija pochv Severnogo Kazahstana (Natural and agrogene conditionality of soils fertility in Northern Kazakhstan). Vestn. Zabajkal. gos. un-ta. Vol..23. no. 2. 2017. pp. 16–27. DOI: 10.21209/2227—9245--2017--23--2—16-27 (in Russian).
11. Indeks jekologičeskoj jeffektivnosti (Index of ecological effectiveness). Oficial'nyj sajt «Samuel Centre for Social Connectedness». Rezhim dostupa: <http://socialconnectedness.org/2016-environmental-performance-index-launch> (in English).

Поступила в редакцию 15.10.2019

РАЗДЕЛ 4.
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ.
ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ.
ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 550.832.542

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ МЕЖФЛЮИДНЫХ КОНТАКТОВ
В НЕФТЕГАЗОВЫХ ПЛАСТАХ НА ПРИМЕРЕ IV-ГО ГОРИЗОНТА
АНАСТАСИЕВСКО-ТРОИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Захарченко Е.И.¹, Коноплев Ю.В.²

¹ *ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация*

² *ООО «Нефтегазовая производственная экспедиция», г. Краснодар, Российская Федерация
E-mail: evgenia-zax@yandex.ru, nre@mail.ru*

Работа посвящена обоснованию геофизических критериев оценки межфлюидных контактов в нефтегазовых пластах на примере IV-го горизонта Анастасиевско-Троицкого месторождения. С целью снижения рисков в оценке текущего положения газонефтяного контакта проведены расчеты нейтронных параметров пластов и предложена технология повышения точности выделения газовых пластов от жидкостных на основе нейтронных параметров пластов. Рассмотрены условия выделения разнофазных пластов путем определения критериев, т.е. некоторых количественных характеристик изучаемого разреза в зоне перемещения воды, нефти и газа.

Ключевые слова: нейтронные параметры, импульсный нейтронный каротаж, выделение разнофазных пластов, геофизические критерии, IV-го горизонт Анастасиевско-Троицкого месторождения, среднее время жизни тепловых нейтронов, коэффициент диффузии.

ВВЕДЕНИЕ

Анастасиевско-Троицкое месторождения является крупнейшим объектом нефтегазодобычи на юге России, оно по величине запасов нефти и газа относится к категории крупных, а по условиям их залегания – к уникальным нефтегазовым месторождениям России.

Анастасиевско-Троицкое месторождение открыто в 1952 году, расположено в западной части Краснодарского края. Промышленная нефтегазоносность месторождения связана с отложениями киммерийского, понтического и меотического ярусов, при этом при распределении газа и нефти по разрезу, наблюдается следующая закономерность: в киммерийских и понтических отложениях имеются только чисто газовые залежи (I горизонт – киммерийский, II и III – понтические горизонты), в верхней части меотического яруса находится газонефтяная залежь IV горизонта, нижняя часть меотических отложений содержит только нефтяные залежи (IV-а, V, VI, VI-а, VII горизонты). Из отложений нижнего сармата, карагана и чокрака были получены небольшие притоки нефти с водой, но

промышленные объекты не установлены.

Все залежи нефти и газа на Анастасиевско-Троицком месторождении приурочены к песчано-алевритовым коллекторам. Условия залегания нефти и газа контролируются сводом складки, характером распространения коллекторов и в ряде случаев, разрывными нарушениями и диапировым ядром.

Уникальность месторождения – в приуроченности его основной залежи в IV горизонте верхнеюрских отложений к высокопроницаемым коллекторам небольшой мощности, ограниченным обширной газовой шапкой и активной подошвенной водой, содержащим крупные запасы нефти ценного качества. Основные запасы Анастасиевско-Троицкого месторождения содержатся в залежи IV горизонта.

По своей характеристике разрез IV горизонта состоит из двух частей: верхней песчано-глинистой части (ВПГЧ) и основной песчаной части (ОПЧ), которые отличаются не только толщинами, но, в основном, литологическим составом коллекторов и их физическими свойствами.

Коллекторы ОПЧ могут расчленяться и переходить в состав верхней песчано-глинистой части и наоборот, коллекторы ВПГЧ, сливаясь, переходят в основную песчаную часть. Некоторые глинистые разделы имеют значительное площадное распространение и играют роль местных изолирующих экранов при разработке нефтяного слоя в ВПГЧ.

По данным исследования кернов и промыслово-геофизическим материалам верхняя песчано-глинистая часть представлена чередованием глинистых алевролитов, алевритов и песков с глинами.

Коллекторы основной песчаной части – это, главным образом, пески рыхлые, в основном кварцевые, мелкозернистые и тонкозернистые, иногда крупнозернистые, с прослоями алевритов. Пески и алевриты почти полностью слагают основную песчаную часть. Прослой глини и крепких карбонатных песчаников (толщиной 15–20 см с содержанием карбонатного цемента до 35%) имеют небольшие ареалы распространения. Пористость уплотненных пород из основной части IV горизонта составляет в среднем 30,7 %. Проницаемость коллекторов основной песчаной части горизонта колеблется от 2,2 до 3999,8 мкм²·10⁻³.

В процессе разработки этого горизонта происходит обводнение пластов и вытеснение газа нефтью. Наличие газа в пластах приводит к его возможному прорыву при перфорации, причиной этого является неоднородное выделение газовых пластов стандартными нейтронными методами, в том числе из-за отсутствия стандартизации аппаратуры.

В связи с неоднозначностью выделения текущего положения газонасыщенных пластов в нефтегазовом разрезе методом нейтронного гамма-каротажа (НГК), представляется целесообразным изучить возможность разделения разнофазных пластовых флюидов другими способами. Настоящая работа связана с решением этой задачи путем обоснования двух нейтронных параметров, регистрируемых методом импульсного нейтронного каротажа (ИНК).

1. ОЦЕНКА МЕЖФЛОИДНЫХ КОНТАКТОВ В НЕФТЕГАЗОВЫХ ПЛАСТАХ

Основными особенностями разработки IV горизонта Анастасиевско-Троицкого месторождения являются:

- многофазность (одновременная фильтрация нефти, газа и воды);
- низкая минерализация пластовых вод;
- взаимное проникновение газа в нефть, нефти в газ;
- необходимость одновременной оценки в разрезе положения водоносных, нефтяных и газовых пластов.

В процессе разработки IV горизонта, помимо интенсивного обводнения пластов, происходит вытеснение газа нефтью и необходимость выделения невыработанных пластов толщиной 1,5–2 м. Наличие газа в пластах приводит к его возможному прорыву при перфорации, причиной этого является неточное выделение газовых пластов стандартными нейтронными методами, в том числе из-за отсутствия стандартизации применяемой аппаратуры.

На рис. 1 в качестве примера представлены диаграммы временных измерений в скважине №368 Анастасиевско-Троицкого месторождения одной и той же аппаратурой НГК, но с разными скоростями подъема прибора (100 м/ч и 400 м/ч).

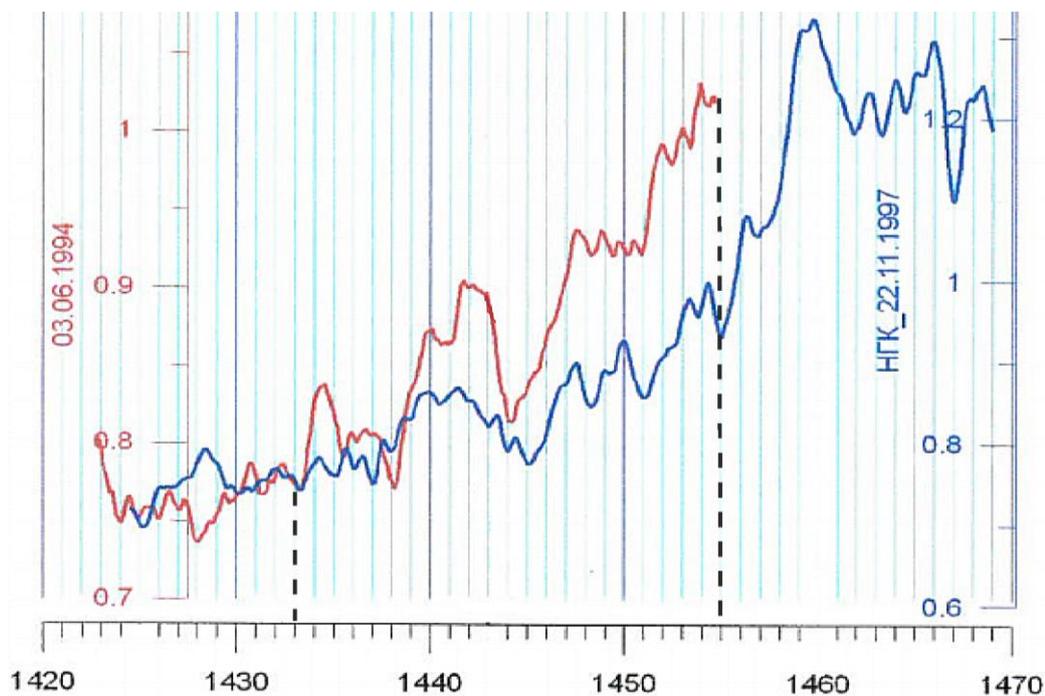


Рис.1. Диаграммы временных измерений НГК в скважине №368 Анастасиевско-Троицкого месторождения.

В табл. 1 представлены технологические параметры по скважине №368.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ МЕЖФЛЮИДЕЫХ
КОНТАКТОВ В НЕФТЕГАЗОВЫХ ПЛАСТАХ...

Таблица 1

Технологические параметры по скважине №368
Анастасиевско-Троицкого месторождения

Технологические параметры	Значения	
Дата исследования	03.06.1994	22.11.1997
Прибор	НГК-42	НГК-42
Диаметр зонда, мм	42	42
Скорость замера, м/ч	100	400
Тип счетчиков	Си-31Г	Си-31Г
Состав флюида в стволе	нефть	нефть
Тип скважины (действующая или остановленная)	остановленная	остановленная

Из рис. 1 не следует однозначного вывода об изменении контакта нефть – газ, поскольку совмещенные разновременные диаграммы отличаются друг от друга против пластов в интервале 1433–1455 м. Создаются риски неоднозначного выделения текущего положения газонефтяного контакта (ГНК). На месторождении применяется метод ИНК, позволяющий одновременно оценивать несколько параметров.

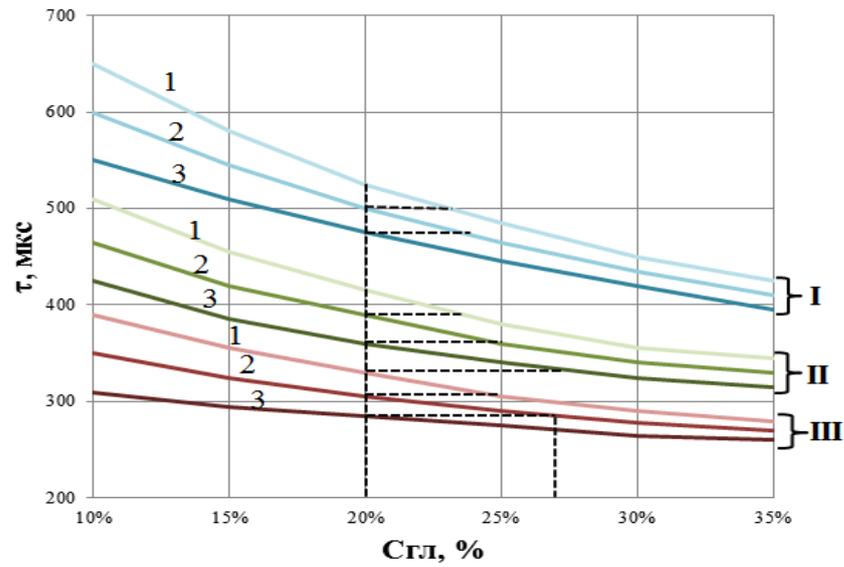
С этой целью были проведены расчеты нейтронных параметров пластов и предложена технология повышения точности выделения газовых пластов от жидкостных [4]. Рассмотрены условия выделения разнофазных пластов путем определения критериев, т.е. некоторых количественных характеристик изучаемого разреза в зоне перемещения воды, нефти и газа.

Рассмотрим основные нейтронные параметры пластов [3] IV горизонта:

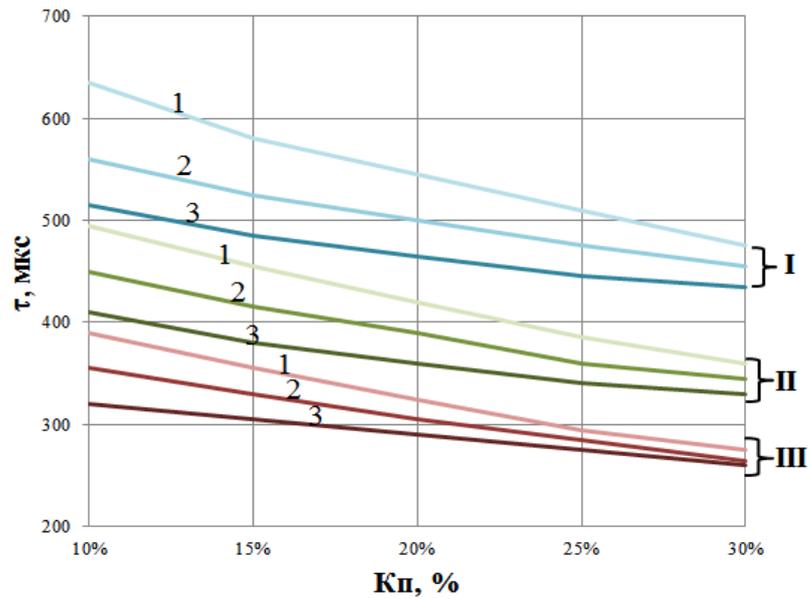
– среднее время жизни тепловых нейтронов ($\tau_{пл}$), зависящее от поглощающих свойств разреза;

– коэффициент диффузии (D), зависящий от водородосодержания разреза и, прежде всего, от наличия газа в пластах, скорости распространения нейтронного потока, величина которого обратна сечению рассеяния тепловых нейтронов.

С целью оценки измерений указанных параметров на рис. 2 и 3 представлены зависимости расчетного времени жизни тепловых нейтронов τ от их глинистости $C_{гл}$ и пористости $K_{п}$.



1, 2, 3 – пористость пластов (в %) соответственно 15, 20, 25;
газонасыщенность пластов (в %): I – 80%; II – 50%; III – водонасыщенные пласты
Рис.2. Зависимость расчетного времени жизни тепловых нейтронов τ от их глинистости $C_{гг}$.



1, 2, 3 – глинистость пластов (в %) соответственно 15, 20, 25;
газонасыщенность пластов (в %): I – 80%; II – 50%; III – водонасыщенные пласты
Рис.3. Зависимость расчетного времени жизни тепловых нейтронов τ от их пористости $K_{п}$.

С увеличением пористости (водородосодержания) и глинистости пластов среднее время жизни тепловых нейтронов уменьшается вследствие роста содержания водорода в единице объема пласта. В определенных диапазонах изменения глинистости (пористости) пластов значения τ постоянны. Так, например, при коэффициенте пористости $K_p = 15 - 20\%$ и глинистости пластов $C_{гп} = 20 - 25\%$ время жизни тепловых нейтронов $\tau = \text{const}$, что объясняется постоянным водородосодержанием пластов [2].

Значения τ не изменяются также против водоносных пластов разной пористости и глинистости. При $C_{гп} = 15\%$ и $K_p = 25\%$ время жизни тепловых нейтронов τ имеют примерно такие же величины, как и против пластов с $C_{гп} = 25\%$ и $K_p = 15\%$ [2].

Следовательно, в коллекторах, где между глинистостью и пористостью существует корреляционная зависимость, изменения среднего времени жизни тепловых нейтронов τ незначительны. Это относится, прежде всего, к водоносным и слабогазонасыщенным пластам, изменения τ против которых в зависимости от литологической неоднородности разреза значительно ниже, чем против газонасыщенных пластов с коэффициентом глинистости $K_g > 60 - 80\%$.

Влияние газонасыщенности пластов на изменение среднего времени жизни тепловых нейтронов ($\tau_{гп}$) тем выше, чем меньше глинистость пластов и выше пористость, т.е. чем лучше коллекторские свойства. С уменьшением газонасыщенности пластов при прочих равных условиях увеличивается их общее водородосодержание за счет замещения порового пространства пласта водой [1].

Отмеченные изменения средних времен жизни тепловых нейтронов τ в зависимости от колебаний коллекторских свойств пластов IV горизонта снижают эффективность оценки текущего насыщения пластов, насыщение которых изменяется в процессе разработки [4]. Степень вытеснения газа нефтью (водой) зависит от многих факторов, учесть которые сложно.

Рассмотрим распределение потока нейтронов во времени на задержках равных (или больше) 1000 мкс, при которых это распределение совпадает с миграцией нейтронов в однородной среде с параметрами $\tau_{гп}$ и коэффициента диффузии D [1].

Расчеты проведем при длине миграции равной

$$M = \sqrt{D \cdot \tau},$$

где D – коэффициент диффузии, τ – среднее время жизни нейтронов.

При отношении скоростей счета на зондах (φ) равном

$$\varphi = \frac{nL_M}{nL_B} \sim e^{-\frac{L_B - L_M}{M^2}},$$

где L_B и L_M – длины большого и малого зонда, M – длина миграции.

При реальных значениях показаний на зондах АИНК [3]:

- длина большого зонда $L_B = 54$ см;
- длина малого зонда $L_M = 32$ см;
- среднее время жизни нейтронов в горных породах $\tau_{гп} = 400$ мкс;
- среднее время жизни нейтронов в водонасыщенных породах $\tau_{гп} = 200$ мкс;
- коэффициент диффузии в горных породах $D_{гп} = 1,3 \cdot 10^5$ см²/сек,

что характерно для пластов IV горизонта.

Тогда для газового пласта отношение скоростей счета на зондах $\varphi = e^9$, а для водонасыщенного, либо нефтяного пласта эти отношения увеличиваются до $\varphi = e^{182}$. Из расчетов следует, что значение параметра φ резко увеличивается против пластов, насыщенных жидкостью и снижаются при замене жидкости на газ в пластовых условиях. Это происходит из-за существенных различий коэффициентов диффузии нейтронов в горных породах $D_{гп}$ и в водонасыщенных породах $D_{вп}$:

$$D_{гп}/D_{вп} = 10.$$

Отмеченное отличие нейтронных параметров, связанное с текущим насыщением пластов, позволяет использовать отношения скоростей счета на зондах φ как критерий для выделения пластов переменного насыщения.

Использование двух параметров (среднего времени жизни нейтронов и отношения скоростей счета на двух зондах, пропорционального коэффициенту диффузии) связывает эти значения против пластов однородного насыщения, поскольку следует одному тренду – снижению показаний с увеличением водородосодержания изучаемого разреза, связанного, например, с глинистостью пластов.

Для нефтяных либо обводненных пластов величина среднего времени жизни тепловых нейтронов связана с хлоросодержанием разреза (нефтенасыщенностью) в отличие от диффузии, величина которой связана с плотностью среды и скоростью оттока нейтронов от источника. Последнее приводит к ослаблению (нарушению) связи $\tau(\varphi)$ и характеризует либо обводненные, либо нефтяные пласты.

В качестве примера на рис. 4 представлено значение средних времен жизни тепловых нейтронов и параметр φ при временных исследованиях разреза по скважине №1705 Анастасиевско-Троицкого месторождения. Визуально отношение скоростей счета отмечается против газонасыщенных пластов и они тем меньше, чем выше их газонасыщенность.

В качестве примера в табл. 2 представлены значения $\tau_{пл}$ и параметра φ по скважине №1705 Анастасиевско-Троицкого месторождения при измерениях аппаратурой АИНК-43.

После вытеснения газа водой значение среднего времени жизни тепловых нейтронов τ снижается от 182–308 мкс (в 2015 году) до 163–202 мкс (в 2017 году). Отношение показаний на зондах φ увеличивается от 4–8,3 усл.ед. против газовых пластов до 7,7–10,3 усл.ед. в зависимости от остаточной водонасыщенности пласта и его глинистости, что подтверждает расчетные изменения величин отношений зондов.

Против газонасыщенных пластов имеет место распределение нейтронов с одновременной диффузией нейтронов в этих же пластах и соответствующие этому распределению высокие значения τ и низкие значения φ . При снижении газонасыщенности пластов (например, при вытеснении газа жидкостью) снижается скорость оттока нейтронов и их коэффициент диффузии.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ МЕЖФЛЮИДЕНЫХ
КОНТАКТОВ В НЕФТЕГАЗОВЫХ ПЛАСТАХ...

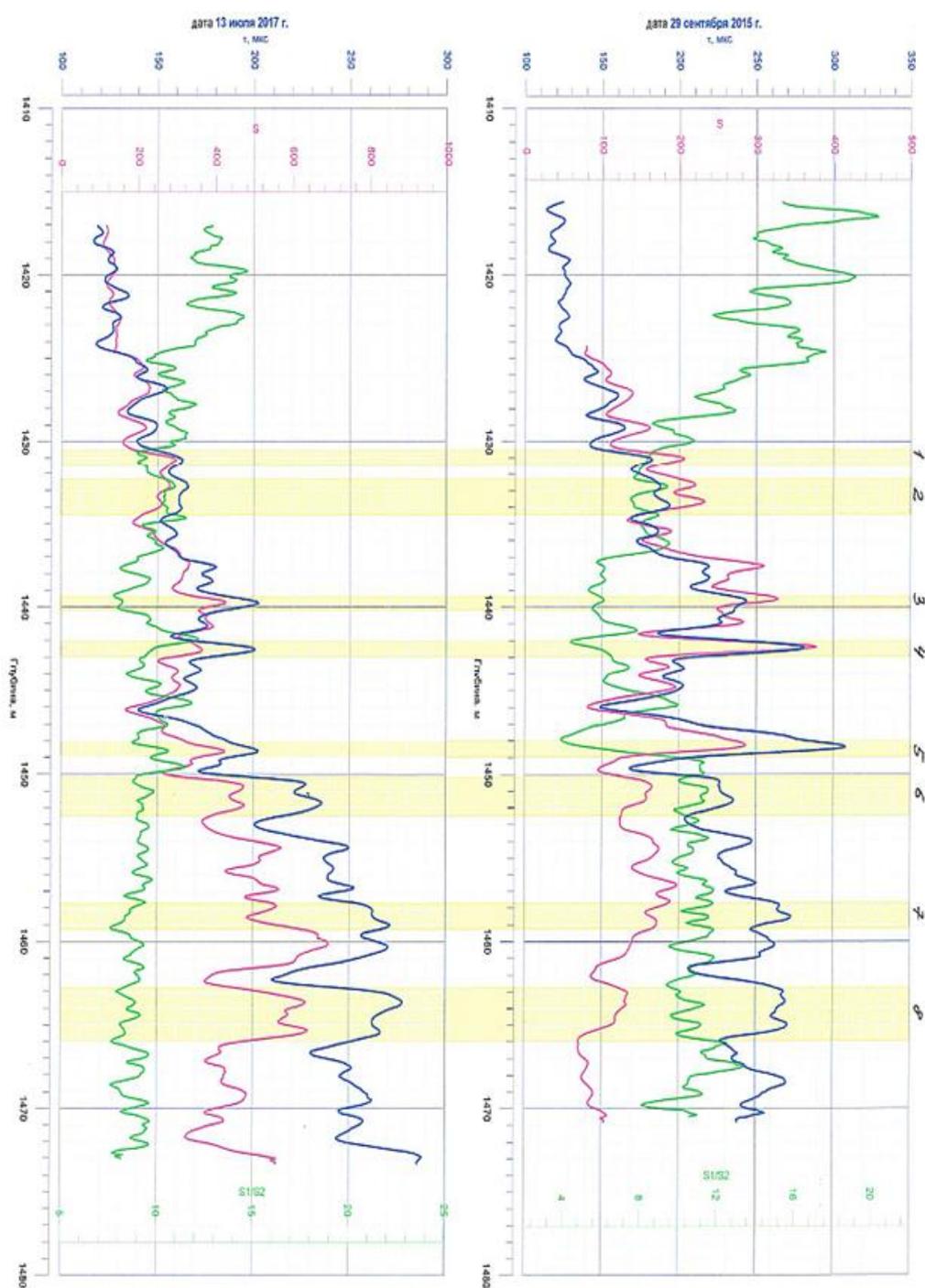


Рис. 4. Диаграммы двухзондового импульсного нейтрон-нейтронного каротажа по скважине №1705

Изменение значений средних времен жизни тепловых нейтронов **Ошибка!**
Источник ссылки не найден. и параметра **Ошибка!** **Источник ссылки не найден.**
 при временных исследованиях разреза по скважине №1705
 Анастасиевско-Троицкого месторождения

Интервал, м	IV горизонт	Временные исследования, год						Коэффициент газонасыщенности начальный Кг нач, %	Коэффициент газонасыщенности текущий Кг тек, %	Глинистости пластов Ошибка! Источник
		2015 г.			2017 г.					
		τ	Φ	насыщение	τ	Φ	насыщение			
1430,5-1431,5	ВПГЧ	182	8,3	газ	163	9	вода	51,4	0,82	26
1432,3-1434,5	ВПГЧ	192	7,6	газ	164	10,3	вода	53,7	0,75	22,5
1439,4-1440,2	ВПГЧ	224	5,7	газ	202	7,7	вода	69	0,67	18,5
1442-1443	ВПГЧ	281	4,4	газ	200	9,2	вода	66	0,63	16,5
1448-1449	ОПЧ	308	4	газ	202	8,8	вода	67,6	0,63	16,5

При высоких значениях водородосодержания пластов (например, из-за глинистости) поток нейтронов снижается как за счет их замедления и рассеивания в пластах, так и за счет переменного газосодержания. Поэтому в обводненных интервалах, пластах с остаточным газосодержанием, следует ожидать наименьшие значения средних времен жизни тепловых нейтронов при высоких значениях параметра Φ . Область низких значений τ и высоких Φ определяет неоднозначность показаний связи $\tau(\Phi)$ и требует дополнительных критериев.

2. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ФЛЮИДОВ В ПЛАСТАХ

В качестве критериев выделения флюидов в пластах [4] (на примере IV горизонта Анастасиевско-Троицкого месторождения) используются:

- НГК (относительный параметр) – предварительные данные по движению и вытеснению газа жидкостью на качественном уровне;
- τ – изменение нефтегазонасыщенности, включая количественную оценку;

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ МЕЖФЛЮИДЕВЫХ
КОНТАКТОВ В НЕФТЕГАЗОВЫХ ПЛАСТАХ...**

- ϕ – оценка изменения параметра, характеризующая текущий тип флюида в пласте (газ, жидкость);
- интегральная кривая – качественные изменения газосодержания пласта, близкие к показаниям НГК.

На рис. 5 в качестве примера представлена диаграмма импульсного нейтронного каротажа (ИНК) по скважине №329 Анастасиевско-Троицкого месторождения, здесь положение газонефтяного контакта (ГНК) находится на отметке 1498 м, ниже располагается нефтенасыщенный пласт. В табл. 3 представлены критерии выделения текущего положения газовых и жидкостных пластов по этой же скважине.

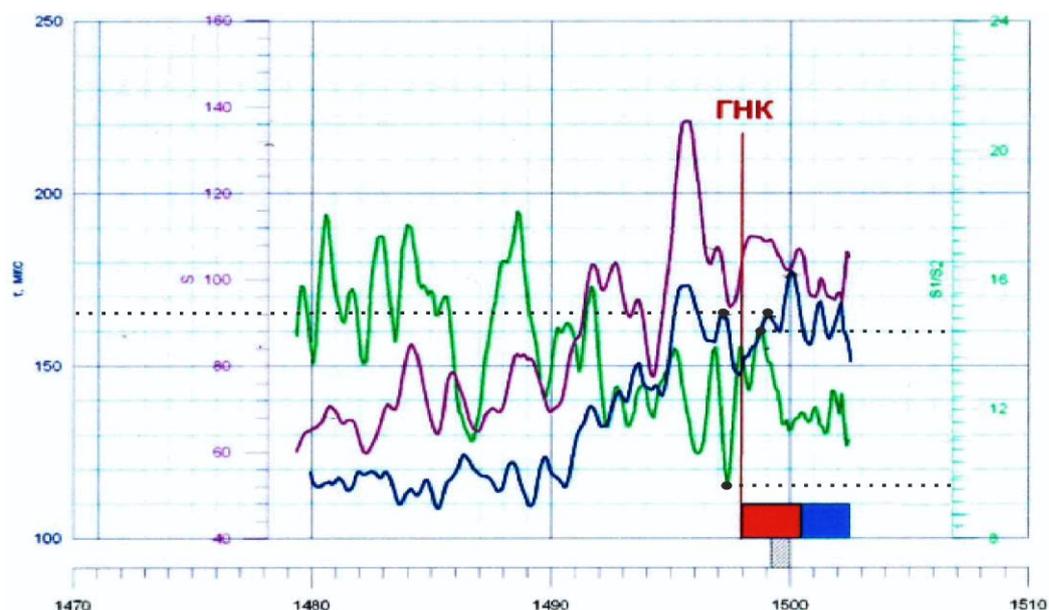


Рис. 3. Диаграмма ИНК по скважине №329 Анастасиевско-Троицкого месторождения

Таблица 3

Критерии выделения текущего положения газовых и жидкостных пластов по скважине №329 Анастасиевско-Троицкого месторождения

Пласты	Среднее время жизни тепловых нейтронов Ошибка! Источник ссылки не найден., мкс	Отношение показаний на зондах Ошибка! Источник ссылки не найден., усл.ед.	Интегральная кривая Ошибка! Источник ссылки не найден.
Газовый	165	9,5	1,6–2
Нефтяной	165	>14	<1,6

С увеличением объема исследований геофизические критерии могут измениться из-за влияния степени обводненности пластов и точности оценки неоднородности разреза (глинистости), изменений также могут быть связаны с размерами зондов (параметр **Ошибка! Источник ссылки не найден.**) и типа аппаратуры ИНК.

ВЫВОДЫ

Путем расчетов и физических предпосылок изучена возможность одновременного использования двух нейтронных параметров ИНК для разделения разнофазных флюидов (газ, жидкость) в нефтегазовом пласте на примере IV горизонта Анастасиевско-Троицкого месторождения.

Представлены диаграммы фактического использования нейтронных параметров ИНК для совместного применения при выделении разнофазных флюидов в нефтегазовом разрезе.

Определены геофизические критерии разделения газонасыщенных и жидкостных пластов с использованием показателей нейтронных методов на нефтегазовом объекте.

Список литературы

1. Кантор С.А., Кожевников Д.А., Поляченко А.Л., Шимелевич Ю.С. Теория нейтронных методов исследования скважин. М.: Недра, 1985. 241 с.
2. Шимелевич Ю.С., Кантор С.А., Школьников А.С., Попов Н.В., Иванкин В.П., Кедров А.И., Миллер В.В., Поляченко А.Л. Физические основы импульсных нейтронных методов исследования скважин. М.: Недра, 1976. 160 с.
3. Кожевников Д.А. Нейтронные характеристики горных пород и их использование в нефтегазопромисловой геологии. М.: Недра, 1974. 184 с.
4. Коноплев Ю.В. Геофизические методы контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений: Учеб. пособие. Краснодар: Изд-во Кубанский гос. ун-т, 2006. 207 с.

GEOPHYSICAL CRITERIA FOR ASSESSMENT OF FLUID CONTACTS IN PETROLEUM RESERVOIRS ON THE EXAMPLE OF THE IV HORIZON ANASTASIEVSKO-TROITSK FIELD

Zakharchenko E.I.¹, Konoplev Y.V.²

¹ *Kuban state University, Krasnodar, Russian Federation*

² *Oil and gas production expedition, Krasnodar, Russian Federation*

E-mail: evgenia-zax@yandex.ru, npe@mail.ru

The work is devoted to the substantiation of geophysical criteria for assessing inter-fluid contacts in oil and gas reservoirs on the example of the IV horizon of the Anastasievo-Troitskoye field.

Anastasievsko-Troitskoye field is the largest object of oil and gas production in the South of Russia, under the conditions of occurrence of layers it belongs to the unique oil and gas

fields of Russia. Due to the ambiguity of the allocation of the current position of gas-saturated layers in the oil and gas section by neutron gamma-ray logging, it seems appropriate to study the possibility of separation of multiphase reservoir fluids in other ways that are associated with the solution of this problem by substantiating the two neutron parameters recorded by pulsed neutron logging, such as the average lifetime of thermal neutrons and the ratio of counting rates on the two probes, proportional to the diffusion coefficient.

The possibility of simultaneous use of two neutron parameters and for separation of different-phase fluids (gas, liquid) in the oil and gas reservoir on the example of the IV horizon of the Anastasievsko-Troitskoye field is studied by calculations and physical assumptions. Diagrams of the actual use of neutron parameters of INC for joint application in the isolation of multiphase fluids in the oil and gas section are presented. Geophysical criteria of separation of gas-saturated and liquid formations using neutron methods at the oil and gas facility are determined.

Keywords: neutron parameters, pulsed neutron logging, isolation of various layers, geophysical criteria, IV horizon of Anastasievsko-Troitsky field, average lifetime of thermal neutrons, diffusion coefficient..

References

1. Kantor S.A., Kozhevnikov D.A., Poljachenko A.L., Shimelevich Ju.S. Teorija nejtronnyh metodov issledovaniya skvazhin (Theory of neutron methods of research of wells). Moscow, Izdatelstvo Nedra, 1985, 241 p. (in Russian).
2. Shimelevich Ju.S., Kantor S.A., Shkol'nikov A.S., Popov N.V., Ivankin V.P., Kedrov A.I., Miller V.V., Poljachenko A.L. Fizicheskie osnovy impul'snyh nejtronnyh metodov issledovaniya skvazhin (The physical basis of pulsed neutron methods of research of wells). Moscow, Izdatelstvo Nedra, 1976, 160 p. (in Russian).
3. Kozhevnikov D.A. Nejtronnye harakteristiki gornyh porod i ih ispol'zovanie v neftegazopromyslovoj geologii (Neutron characteristics of rocks and their use in oil and gas geology). Moscow, Izdatelstvo Nedra, 1974, 184 p. (in Russian).
4. Konoplev Ju.V. Geofizicheskie metody kontrolja za razabotkoj nefjtjanyh i gazovyh mestorozhdenij (Geophysical methods of control over the development of oil and gas fields). Krasnodar, Izdatelstvo Kuban state University, 2006, 207 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 31.06.2019

УДК 550.834.07 (26)

МОРСКАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ НА АКВАТОРИЯХ

Гуленко В.И.¹, Захарченко Е.И.¹, Самсонов Е.А.²

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация

² ЗАО «Российская морская навигационно-геодезическая компания «Ромона», г. Южно-Сахалинск, Российская Федерация

E-mail: evgenia-zax@yandex.ru, v_gul@mail.ru, esamsonov@romona.ru

Работа посвящена актуальной задаче – повышению эффективности высокоразрешающей морской сейсморазведки при инженерных изысканиях на площадках установки морских буровых платформ. Целью работы является сравнительная оценка эффективности модификаций инженерной высокоразрешающей морской сейсморазведки (ВРС), а также анализ возможности применения атрибутов сейсмических волновых полей для интерпретации полученных данных.

Ключевые слова: высокоразрешающие морские сейсмические исследования, групповой пневмоисточник, атрибуты сейсмической записи.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России и во всём мире активно осваиваются месторождения углеводородов шельфовой зоны. В этой связи активно развиваются технологии, связанные с морским бурением, создаются новые, все более высокотехнологичные, но и более тяжелые морские буровые и нефтегазодобывающие платформы, что в свою очередь увеличивает и стоимость бурения и риски при аварии. Поэтому перед постановкой морских буровых и нефтегазодобывающих платформ проведение инженерных изысканий становится все более актуальным.

Для изучения разреза до глубины 1000 м, для выявления объектов, которые могут привести к аварии при бурении (газовых карманов, тектонических нарушений) применяется высокоразрешающая сейсморазведка (ВРС). В настоящее время для детального изучения разреза при инженерных изысканиях на акваториях все чаще применяется перспективный и более высокочастотный сейсмоакустический метод с более высокой разрешающей способностью – ультравысокоразрешающая сейсморазведка (Ультра-ВРС).

Целью работы является сравнительная количественная оценка эффективности двух модификаций инженерно-геофизических методов высокоразрешающей морской сейсморазведки, а также анализ возможности применения сейсмических атрибутов для интерпретации данных ВРС и Ультра-ВРС, полученных на одном и том же профиле.

В работе [2] было показано, что необходимая эффективность анализа на основе атрибутов сейсмической записи возможна лишь при кардинальном расширении спектра частот полезных отраженных волн, что может быть достигнуто при использовании методики высокоразрешающей сейсморазведки.

Такой подход открывает новые возможности видения строения геологической

МОРСКАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ НА АКВАТОРИЯХ

среды: технология применения атрибутов сейсмических волновых полей, например, в наземной инженерной сейсморазведке методом преломленных волн (МПВ) позволяет решать задачи по локализации участков с нарушенными прочностными и деформационными свойствами горных пород верхней части геологического разреза и других неоднородностей среды [1]. В этой связи применение атрибутивного анализа для интерпретации данных морской сейсморазведки ВРС и Ультра-ВРС также представляет большой интерес.

1. АППАРАТУРА И МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Все данные, рассматриваемые в настоящей работе, были получены аппаратурой ЗАО «Ромона» на научно-исследовательском судне «Иван Киреев» на шельфе Охотского моря. Основные параметры методики наблюдений для каждой модификации высокоразрешающей сейсморазведки – ВРС и УВРС – были выбраны в процессе морских опытно-методических работ и приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные параметры методики для ВРС и УВРС

Характеристики приемной группы	
ВРС	192 канальная цифровая коса с шагом группирования 6,25 м (1200 м); заглубление косы 4 м; шаг дискретизации 1 мс
Ультра-ВРС	48 канальная цифровая коса с шагом группирования 6,25 м (300 м); заглубление косы 1 м; шаг дискретизации 0,25 мс
Характеристики пневмоисточников	
ВРС	Пневматический источник 2 x 90 in ³ GI Gun, 2000 psi; интервал пунктов возбуждения 12,5 м; заглубление источника 3 м
Ультра-ВРС	Пневматический источник 1 x 10 in ³ Sleeve Gun, 2000 psi; интервал пунктов возбуждения 6,25 м; заглубление источника 1 м

Для цифровой регистрации данных применялась телеметрическая сейсморегистрирующая система Geometrics Geo Eel. Дифференциальная система GPS, применявшаяся в ходе работ, обеспечивала необходимую точность определения координат.

В районе работ исследуемый разрез от дна моря до времени 200 мс представлен неоген-четвертичными терригенными отложениями (илы, суглинки, глины), ниже залегают глинистые породы верхнего мела-палеоцена. В качестве опасных объектов в разрезе могут присутствовать газовые карманы, тектонические нарушения и связанные с ними ослабленные зоны с повышенной трещиноватостью горных пород. В качестве примера на рис. 1 приведены фрагменты сейсмограмм ОПВ, полученных методами ВРС (а) и Ультра-ВРС (б), а также осредненные амплитудные спектры донных отражений.

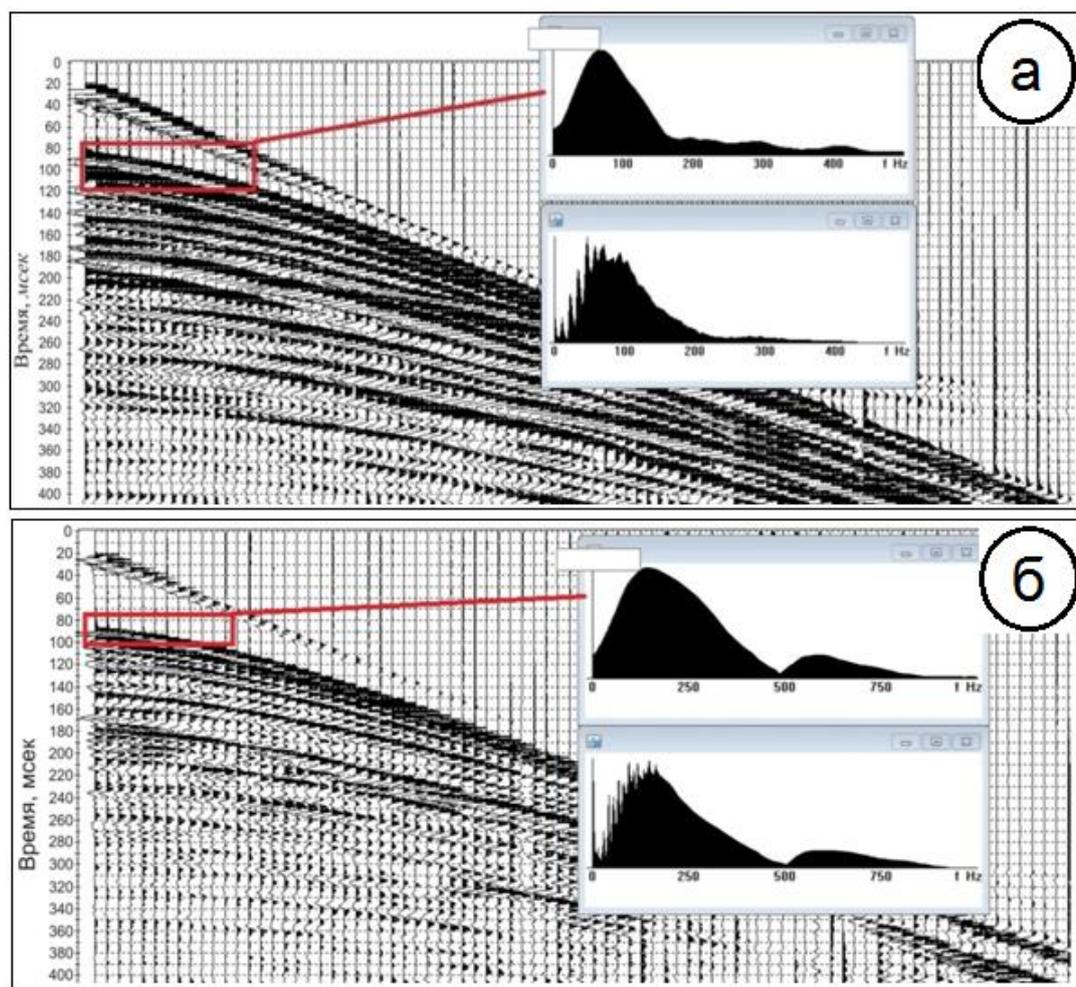


Рис.1. Сейсмограммы ОПВ: а) ВРС; б) Ультра-ВРС [3].

На рис. 2 представлены фрагменты временных разрезов, полученных методом ВРС (а) и Ультра-ВРС (б) после стандартной обработки по алгоритму ОГТ.

МОРСКАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРИ
ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ НА АКВАТОРИЯХ

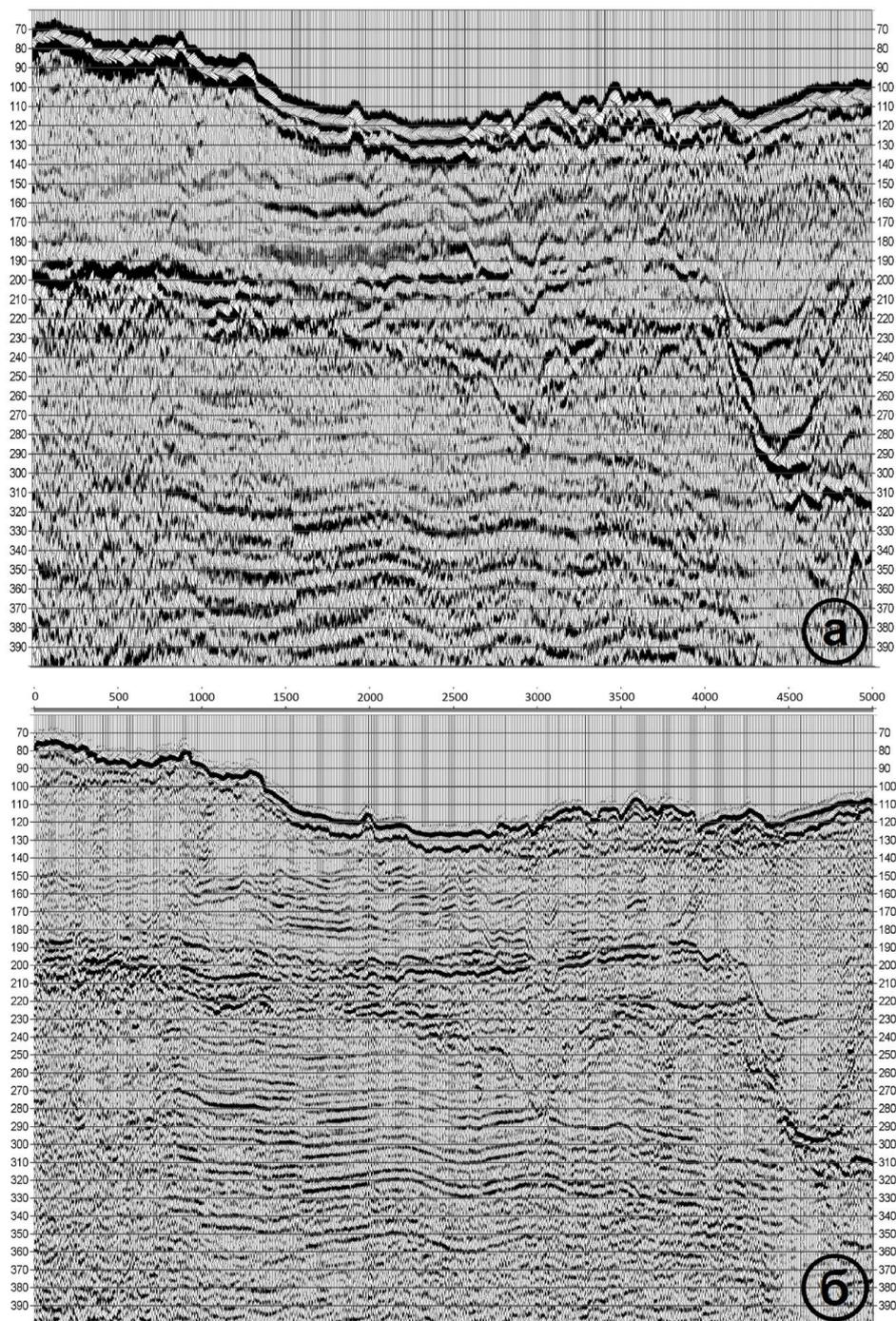


Рис. 2. Фрагменты временных разрезов ОГТ, полученных методом ВРС (а) и Ультра-ВРС (б) на акватории Охотского моря.

2. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Как видно из сопоставления представленных выше сейсмограмм, осредненных амплитудных спектров донных отражений и временных разрезов, записи, полученные методами ВРС и Ультра-ВРС, существенно различаются по амплитуде и длительности зондирующих импульсов, а также по их спектральному составу. Разрез ВРС, полученный с более мощным источником, имеет более низкочастотный спектральный состав, характеризуется существенно большей глубиной, однако заметно уступает разрезу Ультра-ВРС по разрешенности записи.

Анализируя особенности отображения на этих разрезах различных геологических структур, можно отметить, что в совокупности они несут гораздо больше геологической информации, чем каждый из них в отдельности.

Для количественных оценок были рассмотрены следующие атрибуты сейсмической записи по каждому из временных разрезов, представленных на рис.2:

1. Амплитудно-взвешенные параметры: кажущаяся полярность (Amplitude-Weighted Apparent Polarity), мгновенная частота сигнала в скользящем временном окне (Amplitude-Weight Instantaneous Frequency, определяемая как скорость изменения мгновенной фазы), мгновенная фаза (Amplitude-Weighted Instantaneous Phase).

2. Статистические и спектральные характеристики записи: среднее квадратическое отклонение частоты (Standard Deviation of frequency), среднее квадратическая частота (RMS frequency), средняя частота (Average Frequency), преобладающая частота (Dominant Frequency), мгновенная добротность Q (Instantaneous Q). Все спектральные характеристики при этом рассчитываются в скользящих временных окнах в диапазоне помехоустойчивых составляющих и осредняются по m трассам ($m = 10-20$).

Алгоритмы расчета атрибутов в основном соответствуют описанным в известной работе Птецова С.Н. [2]. Расчет атрибутов выполнен с помощью программного обеспечения Epos Data Management фирмы Paradigm по временным разрезам МОВ ОГТ, полученным при стандартной обработке в пакете ProMax.

В ходе расчетов по каждому из разрезов были получены карты всех перечисленных выше атрибутов волновых полей. Все эти карты атрибутов характеризуются разной степенью информативности.

Так, наиболее информативными являются все амплитудно-взвешенные параметры: кажущаяся полярность (рис. 3), мгновенная частота сигнала (рис. 4), а также мгновенная фаза (рис. 5). Представленные на этих рисунках атрибуты, вероятно, могут быть использованы для выявления в разрезе загазованных интервалов, характеризующихся локальными понижениями скорости упругих волн и более высоким поглощением.

Признаками наличия в разрезе таких зон могут быть аномалии амплитудно-взвешенных атрибутов, как это, например, наблюдается в интервале координат 2800–3200 м на временах 150–200 мс с одновременным локальным уменьшением скорости упругих волн, приводящим к появлению в разрезе небольших фиктивных синклинальных складок – см. рисунок 2(б) в том же интервале времен и координат.

МОРСКАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРИ
ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ НА АКВАТОРИЯХ

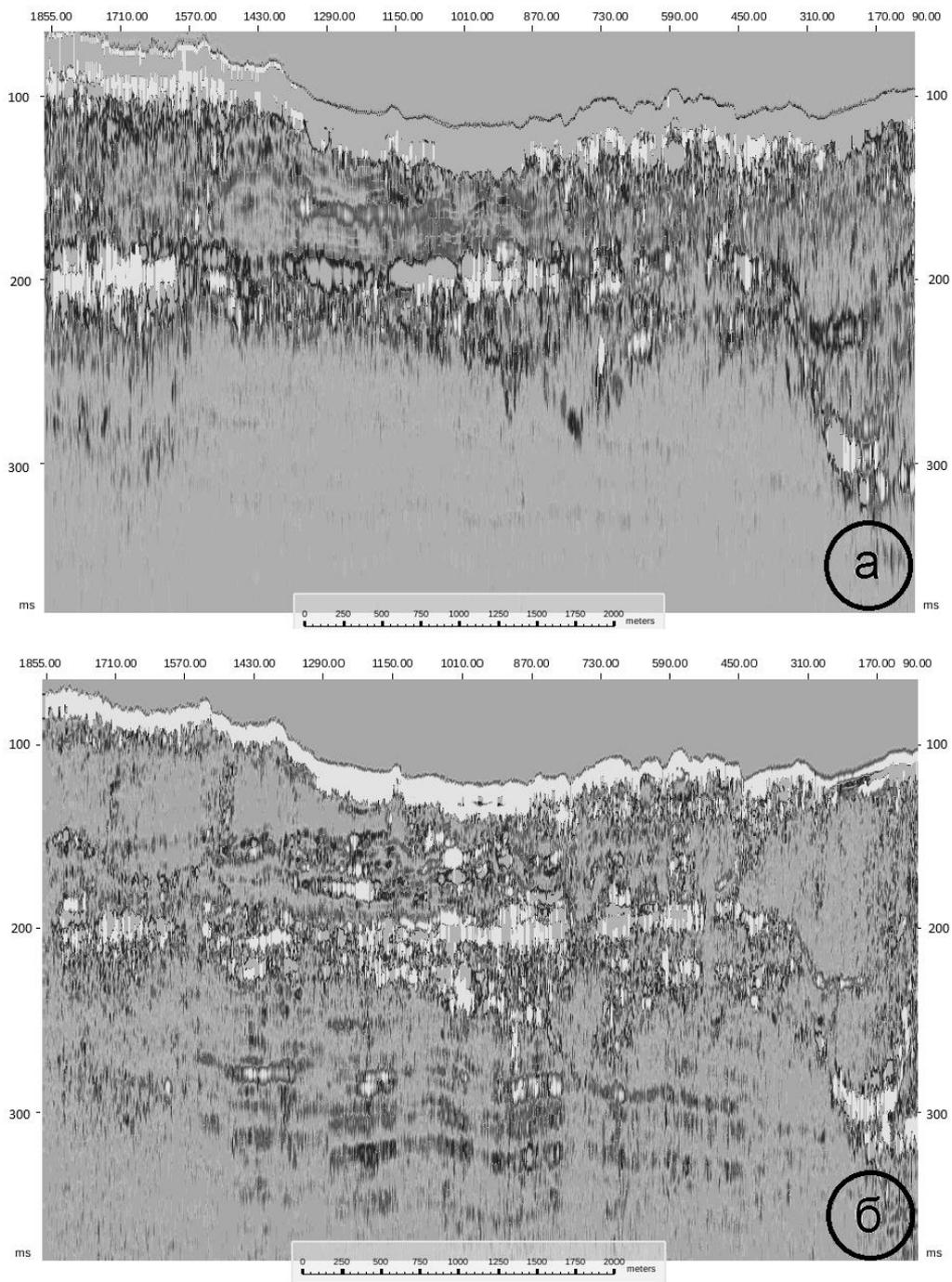


Рис.3. Амплитудно-взвешенная кажущаяся полярность (Amplitude-Weighted Apparent Polarity), полученная по временным разрезам ВРС (а) и Ультра-ВРС (б).

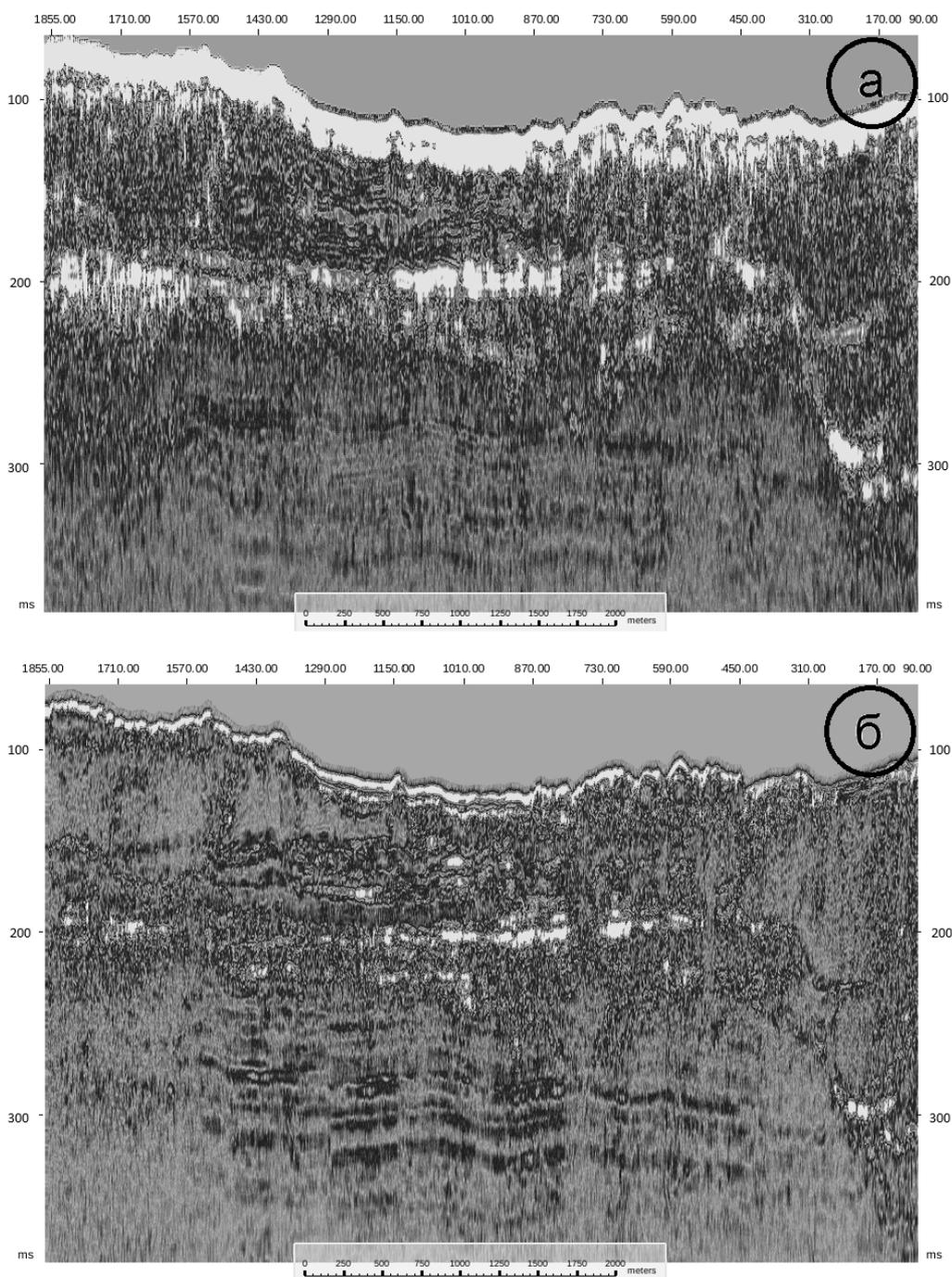


Рис.4. Амплитудно-взвешенная мгновенная частота сигнала (Amplitude-Weight Instantaneous Frequency), полученная по временным разрезам ВРС (а) и Ультра-ВРС (б).

МОРСКАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРИ
ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ НА АКВАТОРИЯХ

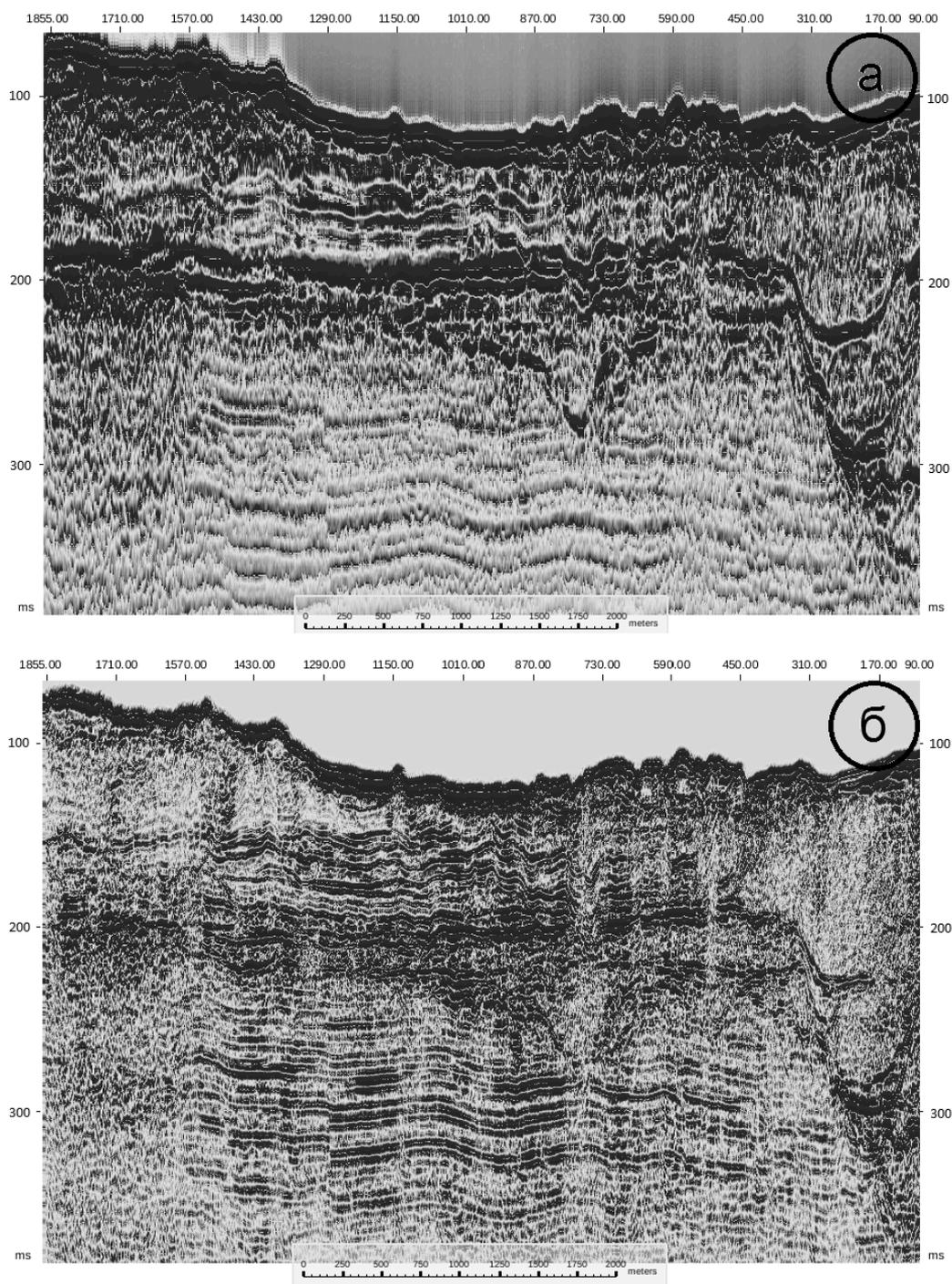


Рис. 5. Амплитудно-взвешенная мгновенная фаза (Amplitude-Weighted Instantaneous Phase), полученная по временным разрезам ВРС (а) и Ультра-ВРС (б).

Несогласно залегающая граница в верхней части разреза, особенно отчетливо прослеживаемая на разрезах амплитудно-взвешенной мгновенной фазы, вполне может быть приурочена к залежи газогидратов в криолитозоне в донных отложениях.

Оценки спектральных характеристик – средние, а также преобладающие частоты в скользящем m -окне вследствие небольшой дифференциации значений этого параметра оказались менее информативными. Сравнение полей преобладающих и средних частот спектра в скользящем окне Хемминга показывает лишь общее различие в спектральных характеристиках исходных временных разрезов, визуально наблюдаемое и на рисунке 2.

Неоднозначными и сложными для анализа являются поля статистических характеристик частотного состава записи – среднеквадратическое отклонение частоты в скользящем окне и среднеквадратическая частота, а также и такой параметр, как мгновенная добротность Q . Подобный результат свидетельствует, скорее всего, лишь о необходимости совершенствования методики атрибутного анализа, а также применения и других атрибутов, таких, например, как отношение энергий спектров в разных частотных диапазонах, с помощью которого можно было бы выявить наличие зон с аномально высоким поглощением и уточнить их положение в разрезе.

ВЫВОДЫ

Рассматривая выполненную работу как первый этап исследований, можно отметить следующее:

1. Выполнена сравнительная оценка эффективности двух модификаций высокоразрешающей морской сейсморазведки (ВРС) применительно к решению задач инженерной геологии.
2. Выполнен расчет атрибутов сейсмических волновых полей по временным разрезам ВРС и Ультра-ВРС, полученным при инженерных изысканиях на акватории Охотского моря.
3. По результатам анализа полученных результатов намечены пути совершенствования методики атрибутного анализа для решения задач инженерной геологии на основе применения высокоразрешающей сейсморазведки.

Список литературы

1. Крылаткова Н.А. Атрибуты сейсмических волновых полей и их использование при решении задач инженерной геологии: Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург: УГГУ, 2008. 24 с.
2. Птецов С.Н. Анализ волновых полей для прогнозирования геологического разреза. М.: Недра, 1989. 135 с.
3. Самсонов Е.А. Сравнительная характеристика высокоразрешающей сейсморазведки при инженерных изысканиях на акваториях // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей. Материалы 39-ой сессии Международного научного семинара им. Д.Г. Успенского, Воронеж, 2012. С. 247–250.

HIGH-RESOLUTION MARINE SEISMIC SURVEY IN ENGINEERING

SURVEYS IN THE WATERS

Gulenko V.I.¹, Zakharchenko E.I.¹, Samsonov E.A.²

¹ *Kuban state University, Krasnodar, Russian Federation*

² *Russian sea navigation and geodetic company Romona, Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation*

E-mail: evgenia-zax@yandex.ru, v_gul@mail.ru, esamsonov@romona.ru

This work is devoted to the actual task: increasing in efficiency of high-resolution marine seismic for engineering researches on sites of installation of offshore platforms.

The purpose of the work is comparative evaluation of efficiency to two modifications of engineering high-resolution marine seismic and analysis of the possibility of applying to seismic wave fields attributes for interpretation of the data. Valuation is made with the help of Epos Data Management program Paradigm's company by time section of Common depth point reflection profiling received by «Romona» development works in Sea of Okhotsk water areas.

The paper provides a comparative assessment of the effectiveness of two modifications of high-resolution marine seismic (HRV) applied to solving problems of engineering Geology. The calculation of attributes of seismic wave fields was performed using time sections of HRV and Ultra-HRV obtained during engineering surveys in the water area of the sea of Okhotsk. Based on the results of the analysis of the obtained results, ways to improve the methods of attribute analysis for solving the problems of engineering Geology based on the use of high-resolution seismic.

Keywords: high-resolution marine seismic survey, air gun array, the attributes of seismic records.

References

1. Krylatkova N.A. Atributy seismicheskikh volnovykh polej i ih ispol'zovanie pri reshenii zadach inzhenernoj geologii (The attributes of seismic wave fields and their use in solving problems of engineering Geology). PhD thesis. Ekaterinburg, 2008, 24 p. (in Russian).
2. Ptetsov S.N. Analiz volnovykh polej dlja prognozirovaniya geologicheskogo razreza (Analysis of wave fields for prediction of geological section). M.: Izdatelstvo Nedra, 1989, 135 p. (in Russian).
3. Samsonov E.A. Sravnitel'naja harakteristika vysokorazreshajushhej sejsmorazvedki pri inzhenernykh izyskaniyah na akvatorijah (Comparative characteristics of high-resolution seismic exploration in engineering surveys in water areas). Problems of theory and practice of geological interpretation of geophysical fields. Proceedings of the 39th session of the International scientific seminar D.G. Uspensky, Voronezh, 2012, pp. 247–250 (in Russian).

Поступила в редакцию 10.08.2019

УДК 666.1

**ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО
МАТЕРИАЛА «ДИАТОМИК» В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ЕГО УКЛАДКИ В ДОРОЖНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Мельников В.П.^{1,2,3}, Галлямов Д.Р.^{1,2,3}, Иванов К.С.^{1,2,3}

¹Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень, Российская Федерация

*²Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН, г. Тюмень,
Российская Федерация*

³АНО «Губернская академия», г. Тюмень, Российская Федерация

E-mail: melnikov@ikz.ru, sillicium@bk.ru, denis.galliamov1@yandex.ru

В регионах Российской Федерации со сложными природно-климатическими и грунтово-геологическими условиями существует проблема пучения грунтов земляного полотна автомобильных и железных дорог при глубоком промерзании. Строительство инженерных сооружений в районах с сезонным промерзанием требует специальных мероприятий по снижению глубины промерзания грунтов в основаниях. Морозное пучение грунтов вызывает серьезные деформации и разрушения дорожных конструкций. Исходя из этого, изучение процессов промерзания грунтов и поиск методов борьбы с морозным пучением весьма актуален. В работе освещаются меры снижения сезонного промерзания и морозного пучения грунтов. Одной из мер по снижению морозного пучения является теплозащита грунтов, т.е. устройство теплоизоляционных (морозозащитных) слоёв в конструкциях оснований инженерных сооружений [1]. Произведена промышленная апробация исследуемой модели с применением гранулированного теплоизоляционного материала «ДиатомИК» (далее - ГТМ «ДиатомИК») при строительстве опытно-экспериментального участка автомобильной дороги.

Ключевые слова: гранулированный строительный материал, морозное пучение, дорожные конструкции.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство инженерных сооружений в районах с сезонным промерзанием требует специальных мероприятий по снижению глубины промерзания грунтов в основаниях [2]. В Швеции, затраты, связанные с ежегодной ликвидацией последствий морозного пучения земляного полотна автодорог, достигают 25 % от общего бюджета национального Управления автомобильных дорог (Swedish Road Administration).

Одной из мер по снижению морозного пучения является теплозащита грунтов, т.е. устройство теплоизоляционных (морозозащитных) слоёв в конструкциях оснований инженерных сооружений. На практике с этой целью в основном применяются плиты из экструзионного пенополистирола (ЭППС) [3] и пеностекло в виде щебня (в основном за рубежом) (Yan HY, 2015), (Auvinen T, 2013) и (M-Lapage, 2013). Данные слои снижают глубину промерзания, что особенно важно при строительстве на пучинистых и обводнённых грунтах (Минько Н.И., 2013). В последнем случае подток воды к фронту промерзания может существенно увеличить деформации пучения за счёт образования линз льда.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является инновационный гранулированный теплоизоляционный строительный материал на основе диатомита «ДиатомИК».

Методология предполагаемых исследований применения ГТМ «ДиатомИК» в дорожных конструкциях базируется на современных подходах к мониторингу опытно-экспериментальных дорожных конструкций: метаматематическое моделирование, лабораторные и полевые исследования, визуальный мониторинг (Невзоров А.Л., 2013). Методика проведения исследований базируется на современных методах изучения структуры и свойств материалов, а также классических методах инженерных расчётов при проектировании производств (теория подобия, общая химическая технология, расчёты процессов) (Коротков Е.А., 2015).

Разработка нового гранулированного строительного материала, позволит строить прочные и долговечные автомобильные и железные дороги в регионах со сложными климатическими условиями (Мельникова А.А., 2015).

Мониторинг дорожной конструкции позволяет проводить следующее:

1. Исследование возможности регулирования водно-теплового режима дорожных конструкций с помощью устройства теплоизоляционно-дренирующих слоев из ГТМ «ДиатомИК».
2. Апробация разработанных технологий и методик в полевых условиях.
3. Разработка рекомендаций для последующего коммерческого использования материала в дорожном строительстве.

Новизна ГТМ «ДиатомИК» состоит в следующем.

Предлагаемый материал не имеет аналогов в России. Есть материал на основе боя стекла, но он требует больших объемов сырья. Использование легких материалов в дорожном строительстве является сравнительно молодым направлением во всем мире. В сравнении с производимым в России пеностеклом, ГТМ «ДиатомИК» имеет более высокие прочностные характеристики и неограниченную сырьевую базу, как в Западной Сибири, так и на территории РФ (Смирнов П.В., 2013), (Смирнов П.В., 2015) и (Смирнов П.В., 2015). Применение ГТМ «ДиатомИК» при строительстве автомобильных и железных дорог позволяет:

1. повысить прочность и устойчивость земляного полотна;
2. обеспечить надежность и ровность дорожного покрытия;
3. получить значительный экономический эффект за счет резкого уменьшения объема привозных строительных материалов;
4. сократить сроки строительства за счет простой технологии устройства слоя, в сравнении с конкурентными плиточными теплоизоляционными материалами;
5. снизить стоимость дорожных объектов; повысить долговечность конструкции и сократить межремонтные сроки;
6. снизить эксплуатационные затраты на ремонт и содержание и т.д.

Ни одна из современных используемых дорожных конструкций не обеспечивает одновременную реализацию всех вышеперечисленных пунктов (Иванов К.С., 2011).

2. ПРОМЫШЛЕННАЯ АПРОБАЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГТМ «ДИАТОМИК»

По результатам проведенных исследований для промышленной апробации конструкций грунтового основания с применением ГТМ «ДиатомИК» было определено два опытно-экспериментальных участка автомобильных дорог:

- на юге Тюменской области, Голышмановский район (дорожно-климатическая зона – III, дорожно-климатическая зона – III₁, тип местности по рельефу – равнинные районы;

- на севере – Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Новый Уренгой (дорожно-климатическая зона – I, дорожно-климатическая зона – I₁, тип местности по рельефу – равнинные районы (ОДН 218.046-01, 2001). Опытно-экспериментальные участки были разделены на 2 секции: традиционная конструкция, применяемая в данном регионе, без теплоизоляционного слоя и конструкция с теплоизоляционным слоем из ГТМ «ДиатомИК».

По проекту дорожная одежда опытно-экспериментальных участков имеет следующее строение (рис. 1):

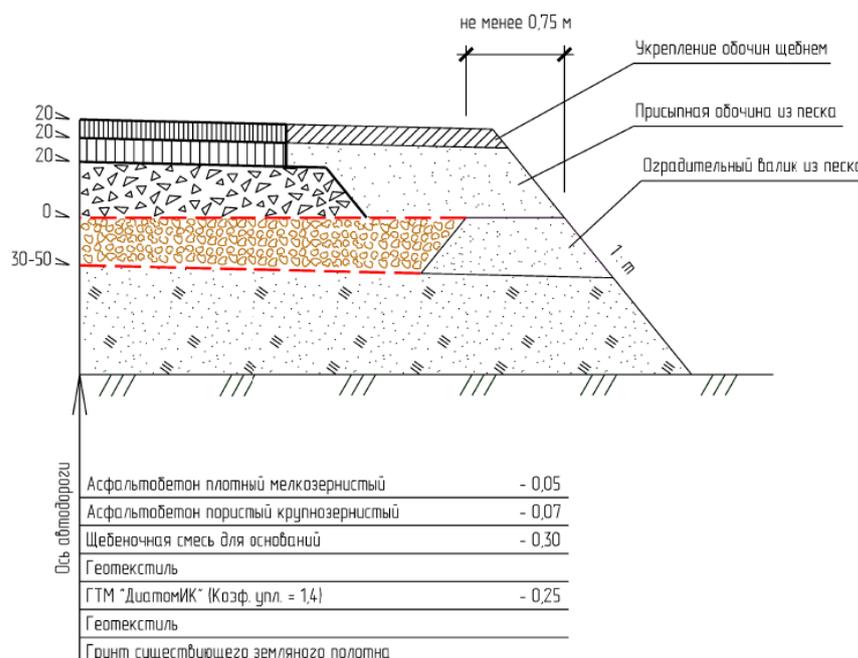


Рис. 1. Конструкция дорожной одежды, принятая для опытно-экспериментальных участков

1. Верхний слой покрытия из асфальтобетонной смеси марки II, тип Б, толщина 5 см.

2. Нижний слой покрытия из крупнозернистой асфальтобетонной смеси марки II, толщина 7 см.

3. Верхний слой основания из щебня, толщина 15 см.
4. Нижний слой основания из щебня, толщина 15 см.
5. Дополнительный слой основания дорожной одежды из строительного песка природного для первой секции толщиной 30 см. Для второй секции теплоизоляционный слой из ГТМ «ДиатомИК» толщиной 25 см, прикрытый сверху и снизу прослойкой из НСМ «Дорнит-2» (геотекстиль).

3. ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Анализ проведенных исследований на опытно-экспериментальном участке автомобильной дороги в Голышмановском районе показал, что основной причиной появления деформаций на дорожном покрытии является пучение сезонно промерзающих пылеватых грунтов земляного полотна. Для обеспечения стабильной работы земляного полотна в рассматриваемых условиях необходимы мероприятия по снижению или полному исключению промерзания дорожной конструкции.

Сбор показаний на опытно-экспериментальных площадках проводится с помощью автономной многоканальной измерительной системы. Измерительная мониторинговая система, выполняемая с использованием комплекта оборудования (датчиков, регистраторов, установочных шкафов), является частью системы мониторинга дорожной конструкции. Схема установки устройства измерительной мониторинговой системы приведена на рисунке 2.

Общая схема мониторинговой системы

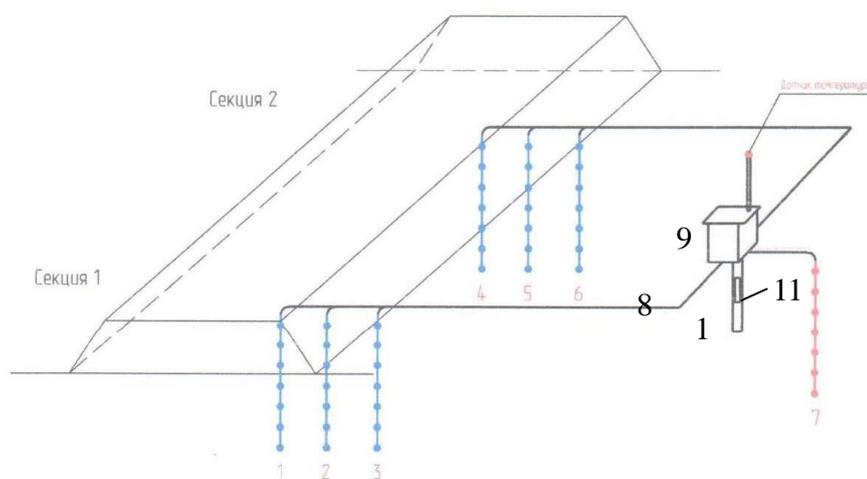


Рис. 2. Схема установки устройства измерительной мониторинговой системы на опытно-экспериментальных участках автомобильных дорог: 1,2,3,4,5,6,7 – термокосы; 8 – сигнальный кабель; 9 – шкаф коммутации; 10 – скважина; 11 – регистратор.

В результате снятия показаний с датчиков термокос с помощью мониторинговой системы, были построены кривые распределения температуры по глубине в двух разных секциях – без теплоизоляционного слоя и с теплоизоляционным слоем из ГТМ «ДиатомИК». Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Глубина промерзания дорожной конструкции на опытно-экспериментальном участке автомобильной дороги (Тюменская область, Голышмановский район)

Период времени	Секции дорожной конструкции	
	Без теплоизоляционного слоя, см	с ГТМ «ДиатомИК», см
19.10.2016г.	0	0
24.12.2016г.	76	24
21.02.2017г.	137,3	74
09.03. 2017г.	162,1	87,2
24.03. 2017г.	162,8	87,2
05.04. 2017г.	175,1	87,4
19.04. 2017г.	175,1	87,5
05.05. 2017г.	175,4	87,5
18.05. 2017г.	175,5	87,5
23.07.2017г.	0	0
03.08.2017г.	0	0

Как видно из данных таблицы 1, что при одинаковых условиях за период 7-8 месяцев глубина промерзания дорожной конструкции в секции без теплоизолятора значительно отличается от глубины промерзания в секции с ГТМ «ДиатомИК». Максимальная глубина промерзания наблюдается в секции без теплоизолятора – 175,5 см, когда в секции с ГТМ «ДиатомИК» в 2 раза меньше – 87,5 см. Глубина промерзания на участке с теплоизоляционным слоем составила - 87,5 см, толщина слоя промерзшего грунта под ГТМ «ДиатомИК» – 20 см. В случае в секции с традиционной конструкцией глубина промерзания на участке без теплоизолятора составила – 175,5 см, толщина слоя промерзшего грунта под щебнем – 130,5 см. При этом видно, что в секции с песком мелким промерзание происходит резкое – примерно за 3 месяца, когда в секции с ГТМ «ДиатомИК» – плавное на протяжении всего холодного периода года.

ВЫВОДЫ

По проведенным экспериментальным исследованиям для практической реализации предложена оптимальная модель дорожной конструкции с применением ГТМ «ДиатомИК» в основании дорожной одежды для предотвращения процессов морозного пучения в грунтах земляного полотна на пучинистых участках.

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «ДИАТОМИК» В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ...

Предложенная конструкция применима для ремонта, реконструкции, а также нового строительства автомобильных дорог и земляного полотна железных дорог. Всё вышеуказанное, свидетельствует о теплоизоляционных свойствах слоя из ГТМ «ДиатомИК» и эффективности применения материала для предотвращения промерзания грунтов в основаниях инженерных сооружений.

Список литературы

1. Мельников В.П., Мельникова А.А., Аникин Г.В., Спасенникова К.А. Инженерные решения в строительстве на вечной мерзлоте в плане повышения энергоэффективности сооружений // Криосфера Земли. 2014. Т. XVIII. №3. С.82-90
2. Чеврев В.Г., Бурнаев Р.С., Гагарин В.Е., Сафронов Е.В. Влияние внешней нагрузки на степень морозной пучинистости глинистых грунтов // Криосфера Земли. 2013. № 4. С. 45–51.
3. Российский рынок полистирольной теплоизоляции. Обзор агентства ABARUS Market Research [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stroyka.ru> (12.03.2016).
4. Yan HY, Zhao GT, Cai DG, et al., 2015. Investigation of insulation layer dynamic characteristics for high-speed railway. Sciences in Cold and Arid Regions, 7(4): 0430–0437.
5. Auvinen T., Pekkala J., Forsman J. Covering the highway e12 in the centre of Hämeenlinna – innovative use of foamed glass as light weight material of approach embankment // The XXVIII International Baltic Road Conference, 2013. Vilnius, Lithuania. 26-28 August 2013.10 p.
6. M-Lapage, J, Thermal Performance of the Permafrost Protection Techniques at Beaver Creek Experimental Road Site, Yukon, Canada. Personal correspondence with author, 2013.
7. Минько Н.И., Пучка О.В., Евтушенко Е.И., Нарцев В.М. Сергеев С.В. Пеностекло – современный эффективный неорганический теплоизоляционный материал // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-4. С. 849-854.
8. Невзоров А.Л., Коршунов А.А., Чуркин С.В. Методы оценки пучинистости грунтов с использованием современных приборов // Инженерные изыскания. 2013. № 5. С. 52 - 56.
9. Коротков Е.А., Константинов А.О., Смирнов П.В. Европейский опыт использования пеностекла в дорожном строительстве. Перспективы использования аналогичных материалов в РФ // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2015. №1. С. 58-61.
10. Мельникова А.А., Коротков Е.А. Новые материалы для строительства инженерных объектов..., ТюмГАСУ. 2015. С. 249-253.
11. Смирнов П.В. Западно-Сибирская провинция опал-кристобалитовых пород - минерально-сырьевая база многоцелевого назначения // Новые технологии - нефтегазовому региону: Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 50-летию ТИИ-ТюмГНГУ. Тюмень, 2013. С. 80-82.
12. Смирнов П.В. Литология пород туртасской свиты и возможности их использования в качестве сырья для производства пеностеклокерамики на примере Успенской площади (Тюменская область) // Известия Томского политехнического университета. 2015. № 7. С. 112-120.
13. Смирнов П.В. Объекты поисковых работ на кремнистые породы на юге Тюменской области / Изд-во СПбГУ, 2015. С. 42-44.
14. Иванов К.С. Новый изоляционный материал для термостабилизации грунтов // Криосфера Земли. 2011. Т. XV. №4. С. 120-122.
15. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. М.: Информавтор, 2001. 145 с.

THE USE OF GRANULAR HEAT-INSULATING MATERIAL «DIATOMIK» IN THE EXPERIMENTAL TECHNOLOGY OF ITS LAYING IN ROAD CONSTRUCTIONS

Melnikov V.P.^{1,2,3}, Gallyamov D.R.^{1,2,3}, Ivanov K.S.^{1,2,3}

¹*Tyumen scientific center SB RAS, Tyumen, Russian Federation*

²*Institute of Earth cryosphere Tyumen scientific center SB RAS, Tyumen, Russian Federation*

³*ANO "Provincial Academy", Tyumen, Russian Federation*

E-mail: melnikov@ikz.ru, sillicium@bk.ru, denis.gallyamov1@yandex.ru

In the regions of the Russian Federation with difficult climatic and soil and geological conditions there is a problem of swelling soil subgrade of roads and railways at deep freezing. Construction of engineering structures in areas of seasonal freezing requires special measures to reduce the depth of soil freezing at the bases. In Sweden, the costs associated with the annual liquidation of the consequences of frost heaving of subgrade of roads, reach 25% of the total budget of the National Roads Authority (Swedish Road Administration). Frost heave soil causes serious deformation and destruction of road constructions. Accordingly, the study of the processes of soil freezing and the search for ways to combat frost heave is highly relevant.

The paper highlights the measures to reduce the seasonal freezing and frost heaving soils. The object of the research is an innovative granular thermal insulating building material based on diatomaceous earth "DiatomIK". Methodology prospective trials of granular insulation material "DiatomIK" in road constructions based on the current approaches to monitoring of pilot road constructions: metamathematical modeling, laboratory and field studies, visual monitoring. Method research based on modern methods of studying the structure and properties of materials as well as classical methods engineering calculations at the design of production (similarity theory, general chemical technology processes calculations). Development of a new granular building material, allows to build a strong and durable roads and railways in regions with difficult climatic conditions. Monitoring road structure allows for the following:

- study possibility of regulating the water-heat mode of road constructions using the device the heat insulating-draining layers of GTM "DiatomIK".
- testing of the developed technologies and techniques in the field.
- develop recommendations for future commercial use of the material in road construction.

The proposed material has no analogues in Russia. There is a material based on glass breakage, but it requires large volumes of feedstock. The use of lightweight materials in road construction is a relatively new trend in the world. Compared with the cellular glass produced in Russia, GTM "DiatomIK" has higher strength characteristics and an unlimited source of raw materials, both in Western Siberia and the Russian Federation. Application GTM "DiatomIK" in the construction of roads and railways allows to:

- improve the strength and stability of the roadbed;
- to ensure the reliability and smoothness of the road surface;
- a significant economic effect due to a sharp decrease in the volume of imported building materials;
- shorten the construction time due to simple device layer technology, in comparison with competitive tiled insulating materials;
- reduce the cost of road facilities; improve durability and reduce turnaround time;
- lower operating costs for repairs and maintenance, etc. None of the modern use of road construction does not provide for simultaneous implementation of all the above items.

One of the measures for reducing the frost heaving soils is thermal protection, i.e. thermal insulation device (antifreeze) layers in constructions engineering structures bases. In practice for this purpose are mainly used slabs of extruded polystyrene (Epps), and foamed glass in the form of crushed stone (mainly abroad). These layers reduce frost penetration depth, which is particularly important in the construction and watered for heaving soils. In the latter case the inflow of water to the freezing front can substantially increase the swelling deformation due to the formation of ice lenses.

Produced industrial testing investigated model with granular insulation material "DiatomIK" (hereinafter - the GTM "DiatomIK").

Keywords: granular building material, frost heave, road construction.

References

1. Melnikov V.P., Melnikov A.A., G.V. Anikin, Spasennikova K.A. Engineering solutions in building on permafrost in terms of energy efficiency buildings. *Earth's Cryosphere*, 2014, Vol.VIII, no 3, pp.82-90.
2. Cheverev V.G. Influence of an external load on the degree of clay soil frost heaving / V.G. Cheverev, R. S. Burnaev, V.E. Gagarin E.V. Safronov. *Cryosphere Earth*, 2013, no 4, pp 45-51.
3. The Russian market of polystyrene insulation. Overview ABARUS Market Research Agency [electronic resource]. URL: <http://www.stroyka.ru> (accessed 12.03.2016).
4. Yan HY, Zhao GT, Cai DG, et al., 2015. Investigation of insulation layer dynamic characteristics for high-speed railway. *Sciences in Cold and Arid Regions*, 7(4): 0430–0437.
5. Auvinen T. Covering the highway e12 in the centre of Hämeenlinna – innovative use of foamed glass as light weight material of approach embankment / T. Auvinen, J. Pekkala, J. Forsman. The XXVIII International Baltic Road Conference, 2013, Vilnius, Lithuania, 26-28 August 2013. 10 p.
6. M-Lapage, J, Thermal Performance of the Permafrost Protection Techniques at Beaver Creek Experimental Road Site, Yukon, Canada. Personal correspondence with author, 2013.
7. Minko N.I. Foam glass - a modern efficient inorganic insulation material / N.I. Minko, OV Beam, EI Yevtushenko, VM Nartsev, SV Sergeev. *Basic Research*, 2013, no 6-4, pp. 849-854.
8. Nevzorov A.L., Korshunov A.A. Churkin S.V. Methods for assessing the heaving soils using modern instruments. *Engineering Survey*, 2013, no 5, p.52 - 56.
9. Korotkov E.A. The European experience of using foam glass in road construction. Prospects for the use of similar materials in RF / E.A. Korotkov, S.A. Konstantinov, P.V. Smirnov. *Scientific transport problems of Siberia and the Far East*, 2015, no 1, pp. 58-61.
10. Melnikova A.A. Korotkov E.A. New materials for civil engineering objects ... *State Architectonic Building University* 2015, p. 249-253.
11. Smirnov P.V. West Siberian province opal-cristobalite rocks - mineral resources, multi-purpose / P.V. Smirnov. *New technologies - oil and gas regions: Materials of All-Russian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists, devoted to the 50th anniversary of the TII-TSOGU. Tyumen*, 2013, pp. 80-82.
12. Smirnov P.V. Formation Lithology turtasskoy rocks and their possible use as a raw material for the production of the example penosteklokeramiki Assumption area (Tyumen region), *Tomsk Polytechnic University*, 2015, no 7, pp 112-120.
13. Smirnov P.V. Objects exploration in siliceous rocks in the south of the Tyumen Region. *St. Petersburg State University Publishing House*, 2015, pp. 42-44.
14. Ivanov K.S. The new insulation material for thermal stabilization of soils / K.S. Ivanov. *Cryosphere Earth*, 2011, Vol.XV, no 4, pp. 120-122.
15. ODN 218.046-01. Designing of nonrigid road clothes. Public service road of the Ministry of Transport. M.: Informavtodor, 2001, 145 p.

Поступила в редакцию 09.10.2019

УДК 553.08; 551.44

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

Червяцова О.Я.¹, Потапов С.С.², Киселева Д.В.³, Тищенко А.И.⁴,

Касаткин А.В.⁵, Токарев С.В.⁴, Амеличев Г.Н.⁴, Вахрушев Б.А.⁴

¹ФБГУ «Государственный природный биосферный заповедник «Шульган-Таш», д. Иргизлы, Башкортостан, Российская федерация; kittary@yandex.ru;

²Институт минералогии ЮУ ФНЦ МуГ УрО РАН, г. Миасс, Российская федерация, s_almazov@74.ru;

³Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Российская федерация, podarenka@mail.ru;

⁴Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация, tischenkoalex@rambler.ru;

⁵Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН, г. Москва, Российская федерация, kasatkin@inbox.ru

В статье представлены первые результаты исследований минеральных отложений пещеры Таврида (Предгорный Крым). Выявлено, что современный рыхлый заполнитель пещеры имеет преимущественно аллохтонное происхождение. Важным маркером его генезиса является железный монтмориллонит, преобладающий в составе красноцветных отложений. Описан специфический тип отложений (карбонатные пески), представляющий собой элювий вмещающих карбонатных пород, образованный в условиях физического выветривания и химической коррозии. Установлено, что эпигенетическое минералообразование в пещере в основном связано с диагенезом зоогенных отложений раннеплейстоценового возраста (костного детрита, гуано летучих мышей). Дана характеристика следующих вторичных минералов пещеры: гидроксилapatит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, витлокит $\text{Ca}_9\text{Mg}(\text{PO}_4)_6(\text{HPO}_4)$, гипс $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$, целестин SrSO_4 , барит BaSO_4 , тодорокит $(\text{Na,Ca,K})_2(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{3+})_6\text{O}_{12} \times 3-4.5 \text{H}_2\text{O}$. Изучены специфические процессы выветривания на стенах пещеры, сопровождающиеся накоплением вязко-пластичного материала, представляющего собой остаточный продукт избирательной коррозии известняков – предположительно, под действием химически активных конденсационных вод.

Ключевые слова: Предгорный Крым, гипогенный карст, пещера Таврида, пещерные отложения, минералы пещер, фосфаты, сульфаты, гидроксиды марганца.

ВВЕДЕНИЕ

Пещера Таврида была обнаружена при строительстве одноимённой федеральной трассы в Белогорском районе республики Крым в июне 2018 г. Она располагается на 17-м км дороги Симферополь-Керчь, на абсолютной отметке 330 м н.у.м. и представляет собой крупный горизонтальный лабиринт, протяженность которого на момент обследования составляла 1238 м. Пещера представляет собой классический объект крымского гипогенного карста, формировавшегося в палеоартезианских условиях, при восходящем перетоке напорных вод из отложений мазанской свиты в вышележащие эоценовые известняки [1]. Она является уникальным палеозоологическим объектом и одним из древнейших на территории

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

РФ пещерных местонахождений ископаемой фауны, содержащим костные остатки раннеплейстоценовых животных возрастом около 1,8-1,5 миллиона лет [2].

Данная статья посвящена результатам предварительного этапа исследований рыхлых отложений разного генезиса и минеральных образований пещеры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Минералогические наблюдения и отбор образцов выполнялись в июле и августе 2018 г. в рамках экспедиций по первичному документированию пещеры. Точки отбора образцов, обсуждающихся в настоящей статье, показаны на плане пещеры (рис. 1).

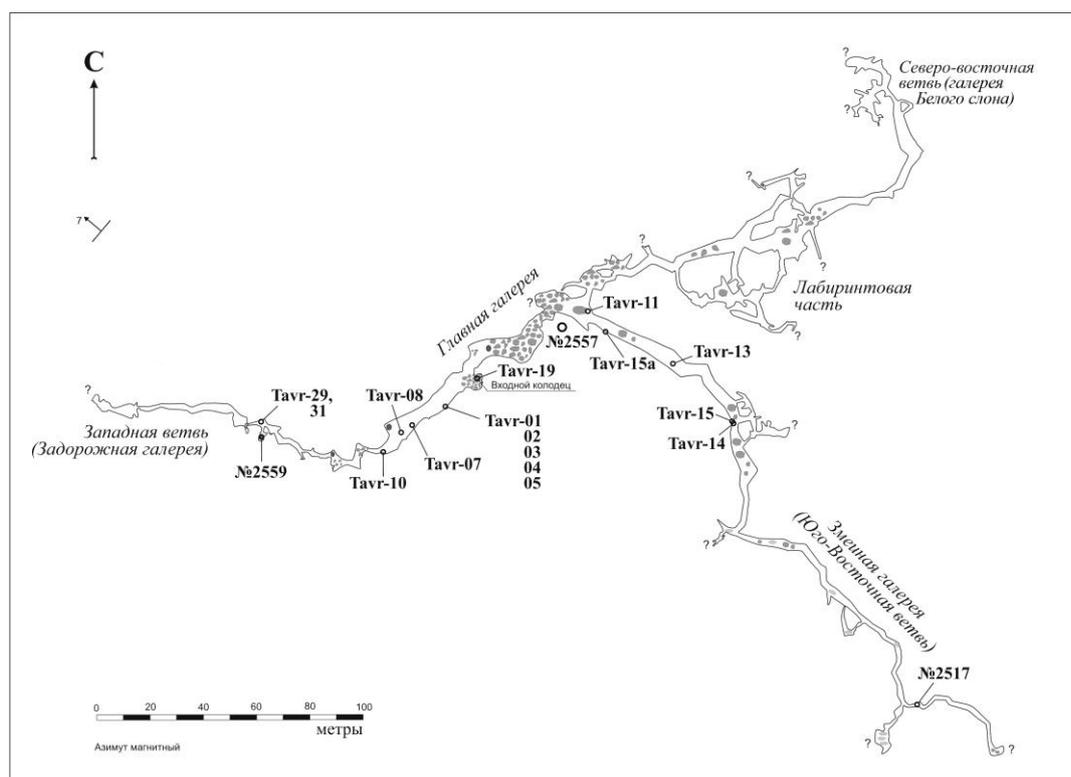


Рис. 1. План пещеры Таврида (составлен Г.В. Самохиным по данным экспедиций Крымского федерального университета, 2018 г.) с точками отбора минеральных образцов

Лабораторные исследования производились на базе Уфимского научного центра РАН, Института минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН (г. Миасс), ЦКП «Геоаналитик» Института геологии и геохимии УрО РАН (г. Екатеринбург), а также

в лабораториях Минералогического музея имени А.Е. Ферсмана РАН (г. Москва) и Департамента наук о Земле Университета Падуи (г. Падуя, Италия).

Для диагностики минеральных видов использовались рентгеновские дифрактометры XRD-7000 (Shimadzu, Япония) и ДРОН-2.0 (Россия), фильтрованное $\text{CuK}\alpha$ -излучение. Для более точной диагностики глинистых минералов проводилось дополнительное исследование ориентированных образцов в диапазоне углов $3-20^\circ$, а также после обработки их этиленгликолем и после отжига при 600°C в диапазоне углов $3-15^\circ$. Расчет содержания минеральных фаз (полуколичественное определение) проводился по программе SIROQUANT. Термоаналитические исследования (ДТА) глинистых минералов проводились на дериватографе Q-1500D (Венгрия). При количественных (полуколичественных) расчетах использовались эталонные кривые по литературным данным. Морфология и элементный состав минеральных образцов изучался методом сканирующей электронной микроскопии на микроскопе TESCAN Vega 3 с энергодисперсионным спектрометром X-АСТ (Oxford Instruments), а также на микроскопе CamScan-4D с использованием энергодисперсионного спектрометра и системой анализа INCA при ускоряющем напряжении 20 кВ, поглощенном токе 5 нА на эталоне – металлическом кобальте; диаметр электронного зонда на поверхности образца – 2 мкм. Аналитические рентгеновские линии и стандарты: $\text{MgK}\alpha$ – MgF_2 ; $\text{AlK}\alpha$ – Al_2O_3 ; $\text{SiK}\alpha$ – SiO_2 ; $\text{PK}\alpha$ – $\text{CsNdP}_4\text{O}_{12}$; $\text{KK}\alpha$ – микроклин; $\text{CaK}\alpha$ – волластонит; $\text{TiK}\alpha$ – PbTiO_3 ; $\text{MnK}\alpha$ – MnTa_2O_6 ; $\text{FeK}\alpha$ – Fe_2O_3 .

Рентгенодифракционные данные получены на монокристалльном дифрактометре Agilent Supernova с детектором Pilatus 200K Dectris, на $\text{MoK}\alpha$ – излучении при ускоряющем напряжении 50 кВ и силе тока 0.8 мА. Расстояние образец–детектор составляло 68 мм, время экспозиции 60 мин.

Для изучения вещественного состава рыхлых отложений применялось предварительное разделение на размерные фракции ситовым методом [3]. Фракция $< 0,1$ мм отделялась с промывкой водой, фракции 0,25-3 мм – сухим рассевом. Взвешивание производилось на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

Пещера заложена в нуммулитовых известняках ипрского-лютетского ярусов (симферопольский региоярус) нижнего-среднего эоцена (симферопольская свита). В районе пещеры осадконакопление происходило в условиях склона нуммулитовой банки [4], преобладают биодетритовые известняки с минимальным количеством микритового цемента – пакстоуны и грейнстоуны. Химический состав данных известняков приводится в табл. 1. Из таблицы видно, что породы характеризуются высокой химической чистотой (CaCO_3 94,58-97,89 % масс). В блоке пород, вмещающих пещеру, широко распространена гидроксидно-железистая и кварцевая минерализация в виде полых трубчатых тел и метасоматитов во вмещающих породах. Детальное описание этого типа минерализации и аргументация его карстогенного происхождения будет предметом отдельного рассмотрения.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА
(ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

Таблица 1

Химический состав нуммулитовых известняков симферопольской свиты [5]

Масс. %	CaCO ₃	MgCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Na ₂ O + K ₂ O	MnO	ппп	Влажность
Мин.	94,58	0,67	0,42	0,29	0,19	сл.	н.с	сл.	42,5	0,3
Макс.	97,89	1,61	2,21	0,7	0,68	сл.	н.с	0,091	43,5	0,07
Средн.	96,79	1,12	1,13	0,41	0,34	сл.	н.с	0,04	43,2	0,21

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЕЩЕРЫ

Важной особенностью пещеры Таврида является глубокая кольматация глинами трещин и карстовых каналов в перекрывающих породах – и как следствие, хорошая изолированность подземных полостей от проникновения воды и воздуха с поверхности. Незначительные притоки инфильтрационных вод наблюдаются только в дальней части северо-восточной ветви пещеры.

В ходе выполненных сразу после вскрытия пещеры маршрутных наблюдений установлено, что температура воздуха составляет 12 °С, а влажность достигает 96-97 %. Ввиду крайне затрудненного воздухообмена с поверхностью, в первые месяцы после открытия отмечалось пониженное (18 %) содержание кислорода, и повышенное (более 3 %) углекислого газа [1].

ХАРАКТЕРИСТИКА РЫХЛОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ПЕЩЕРЫ И ПРИУРОЧЕННОЙ К НЕМУ АУТИГЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Современная мощность рыхлого глинистого заполнителя в пещере может достигать нескольких метров. По результатам шурфовки, произведенной археологами в Главной галерее, мощность заполнителя в ней превышает 2,5 метра. На стенах пещеры вплоть до высоты нескольких метров от современного пола фиксируются следы утраченного в настоящее время палеозаполнителя – в частности, содержащие костные останки мелких животных (рис. 2).

На многих участках стратиграфическое положение отложений нарушено и наблюдаются следы суффозионных просадок в нижележащие полости. Видимо, эти просадки происходили при колебаниях уровня подземных вод за счет вымывания заполнителя через реликтовые питающие каналы-фидеры, расположенные в скальном полу галерей.

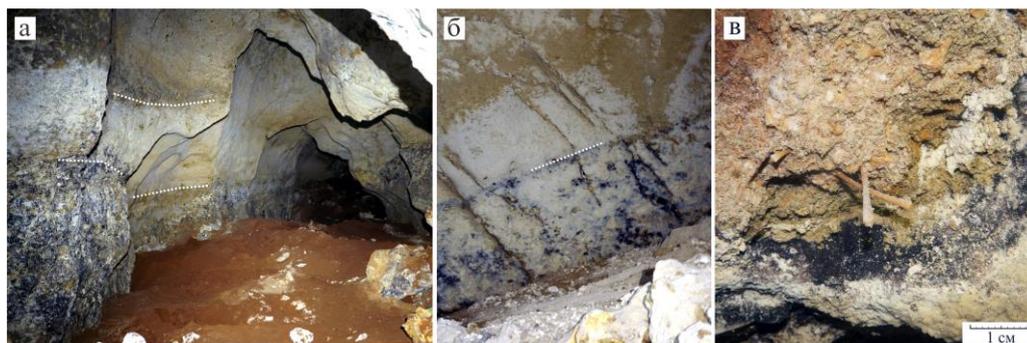


Рис. 2. Следы палеозаполнителя в Главной галерее: а, б) уровни палеозаполнителя, маркированные границами развития гидроксидно-марганцевой минерализации; в) реликт костеносного заполнителя на высоте около 2 метров

Подробное описание рыхлых отложений пещеры, в частности, их стратиграфических особенностей, планируется в рамках дальнейших работ. На данном предварительном этапе можно выделить три основных литологических типа рыхлых отложений, распространенных в пещере.

- 1) Наиболее распространенные в пещере макропористые отложения бурого, темно-бурого и охристо-бурого цвета характеризуются сложным смешанным составом (являются микститами). Они состоят из отдельных фрагментов (с размерами от первых мм до 2-3 см) пластичных тонкослоистых, иногда аргилитизированных, глин кирпично-красного, палевого и серого цветов с большим количеством обломочного материала гравийной и песчаной размерности. Мощность отложений этого типа по разрезу археологического шурфа в Главной галерее составляет около 1 метра, они являются костеносными и содержат большое количество ископаемого органического вещества (предположительно, гуано рукокрылых). В отложениях данного типа широко представлена аутигенная фосфатная минерализация, которая более подробно рассматривается ниже.
- 2) Плотные кирпично-красные глины, часто алевритистые, иногда содержащие прослойки карбонатного песка, характеризующиеся тонкой горизонтальной слоистостью.
- 3) Желто-серый алевритово-песчаный материал, содержащий большое количество карбонатных обломков гравийной размерности. Более детальное описание этого типа отложений будет представлено ниже (на примере образца Тавр-29).

Для минералогических исследований была отобрана серия образцов, характеризующая различные литологические типы заполнителя. Фотографии точек отбора образцов приводятся на рис. 3. Визуальные описания отобранного материала и результаты определения минералогического состава приводятся в табл. 2.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА
(ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

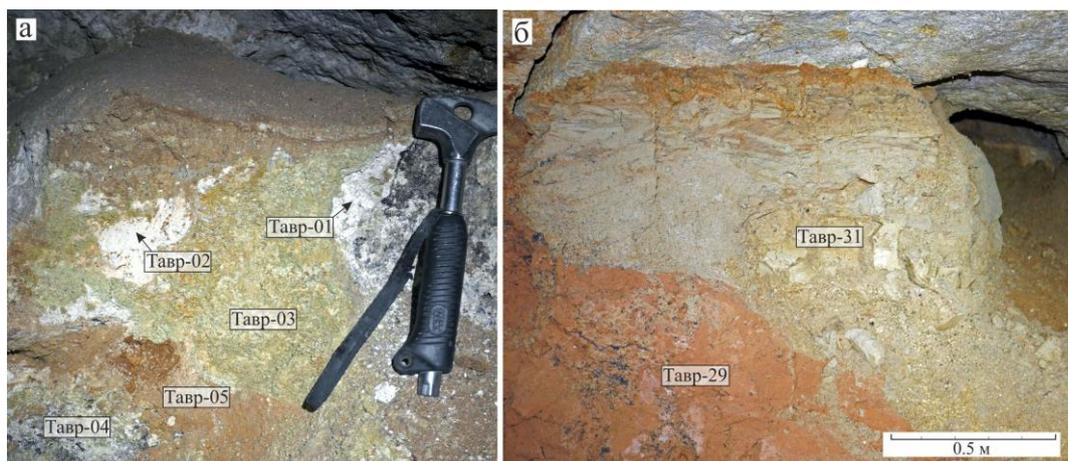


Рис. 3. Точки опробования рыхлых отложений: а) около юго-восточной стены в Главной галерее; б) середина Западной ветви

Таблица 2

Минеральный состав образцов рыхлых отложений

Образец	Визуальное описание	Минералогический состав (по данным рентгенофазового анализа и ТДА)
Тавр-01	Белый пелитоморфный материал на контакте глинистых отложений с вмещающими карбонатными породами	Кварц - до 10 %, апатит, вероятно, гидроксилapatит, плохо окристаллизованный - до 25 %; железный монтмориллонит — до 30 %; гидрослюда — до 35 %. Возможна небольшая примесь хлорита.
Тавр-02	Гнездовидные включения белого пелитоморфного материала	Гидроксилapatит – 96 %, кварц – 4 %, небольшая примесь неопределенного глинистого вещества.
Тавр-03	Комковатые алевритистые глины зеленовато-палевого цвета с включениями карбонатного песка.	Кварц - до 10 %, плохо окристаллизованный гидроксилapatит - до 30 %, железный монтмориллонит - до 30 %, гидрослюда - до 30 %. Возможна небольшая примесь хлорита.
Тавр-04	Белый пелитоморфный материал на контакте глинистых отложений с вмещающими карбонатными породами	Гидроксилapatит - до 35 %, кварц - до 5 %, железный монтмориллонит - до 30 %, гидрослюда - до 30 %. Возможна небольшая примесь хлорита.
Тавр-05	Пористые глинисто-алевритовые отложения тёмно-бурого цвета	Гидроксилapatит - до 55 %, кварц - до 5 %, железный монтмориллонит - до 20 %, гидрослюда - до 20 %
Тавр-29	Микрослоистые глины кирпично-красного цвета	Кварц - до 10 %, железный монтмориллонит - до 70 %, гидрослюда - до 20 %. Возможна небольшая примесь хлорита.

Тавр-31	Желто-серые песчанисто-алеуритистые отложения	Кварц — до 8 %, кальцит -32 %, монтмориллонит — до 30 %, гидрослюда - до 30 %. Возможна небольшая примесь хлорита.
---------	---	--

Анализ минерального состава распространенных в пещере красноцветных глин показывает, что основными минералами в них являются железный монтмориллонит и гидрослюда. Наиболее богаты железным монтмориллонитом (до 70 %) слоистые кирпично-красные глины (такая окраска обусловлена структурной примесью трехвалентного железа в этом минерале, изоморфно замещающим алюминий).

Железные монтмориллониты совершенно не характерны для элювия карбонатных толщ, поскольку их основные генетические механизмы образования – гальмиролиз вулканических пеплов и выветривание по породам основного состава [6, 7]. По мнению Добровольского [8], образование крымских красноцветов, сложенных преимущественно монтмориллонит-гидрослюдистыми минералами, происходило в палеогене за счет гумидного выветривания минералов (плагиоклаза, пироксена, амфибола, слюды) магматических силикатных пород Южного берега. Однако, такая точка зрения во многом противоречит палеогеографической обстановке палеогеновой эпохи. По всей видимости, источником железно-монтмориллонитовой минерализации являются красноцветные континентальные аллювиально-пролювиальные отложения таврской свиты (киммерийский и акчагыльский регионарусы), покрывавшие в прошлом массивы эоценовых известняков в районе пещеры. Причины присутствия железного монтмориллонита в глинах таврской свиты (особенности гипергенеза, области сноса и др.) требуют отдельного изучения.

Тем самым, распространение железного монтмориллонита в отложениях пещеры является индикатором аллохтонного происхождения основного заполнителя – за счет переотложения материала с поверхности.

Для описанных выше отложений микститового состава (к которым относятся и костеностные грунты) предполагается субаэральное переотложение за счет суффозионных и гравитационных процессов через проницаемые каналы в зоне кавернозности над пещерой. Флювиальный генезис можно предположить только для кирпично-красных глин, характеризующихся выдержанной горизонтальной микрослоистостью, частью – градационной. По наблюдениям в шурфе, заложенном в Главной галерее, подобные глины трансгрессивно залегают на микститовых отложениях, содержащих костный детрит и фосфориты, что аргументирует их накопление на относительно позднем этапе, в низкоэнергетических обстановках, без размыва нижележащих отложений – в условиях стоячих водоемов.

Желто-серый материал (см. рис. 3б: проба Тавр-31), предварительно классифицированный как элювий вмещающих карбонатных пород, был изучен с использованием ситового анализа с описанием вещественного состава зерен размерных фракций до 0,1 мм (в выборке 50-200 зерен из каждой фракции).

Кумулятивная кривая гранулометрического состава приводится на рис. 4. Медианный диаметр зерен (Md) составляет 0,33 мм. Коэффициент сортированности

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА
(ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

($S_o=Q_3 / Q_1$) составляет 7,72 – что свидетельствует о крайне низкой сортированности осадка.

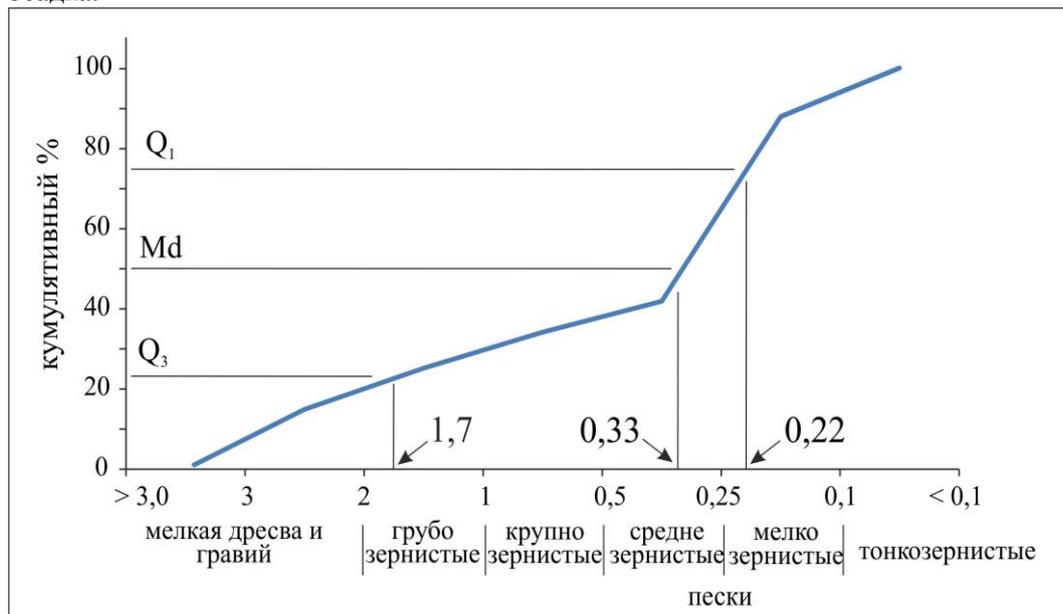


Рис. 4. Кумулятивная кривая гранулометрического состава (классификация по [10])

Для сравнения, в современных водных механических отложениях Красной пещеры коэффициент сортированности изменяется от 1,42 для сифонных отложений до 2,2 для сифонно-руслонных отложений [9]. По гранулометрической классификации [10] изученный материал представляет собой пески (преимущественно среднезернистые) с примесью дресвы и гравия.

Вещественный состав зёрен различных размерных фракций приводится в табл. 3, фотографии типичных зёрен различного состава – на рис. 5 и 6.

Важной закономерностью является последовательное уменьшение доли карбонатного материала и накопление нерастворимых компонентов по направлению от крупных к мелким фракциям, что согласуется с ранее описанными закономерностями [11, 12]. Особенно явно это наблюдается для фрагментов микритового матрикса (цемента), который доминирует в дресвяно-гравийной фракции (до 47,9 %) и практически исчезает во фракции мелкозернистого песка (2 %). Вместе с этим, доля кварцевых зёрен увеличивается в данных фракциях с 8,4 до 80,6 %. Увеличение степени корродированности фрагментов карбонатного цемента по мере уменьшения размерных фракций хорошо видно на рис. 5 и 6.

Таблица 3

Вещественный состав размерных фракций, %

Размер, мм	Массовый процент	Окатанные и полуокатанные зёрна кварца	Компоненты вмещающих карбонатных пород			Кварц-гетито-вые зёрна	Кварц-тодоритовые зёрна	Кристаллы кальцита
			Микритовый матрикс (цемент) известняка	Скелеты нуммулитов и фрагменты	Элементы скелета иглокожих			
> 3,0	7,2	8,4	47,9	40,8				
3,0-2,0	7,7	17,6	26,4	50,5		3,5		0,7
2,0-1,0	10,2	36,8	25,9	20,8	11,7	3,1	1,7	
1,0-0,5	9,0	34,4	18,7	19,4	11,6	5,5	2,8	7,6
0,5-0,25	7,7	29,8	13,1	28,7	19,6	2,2	6,7	
0,25-0,1	46,1	80,6	2,0	13,8	1,4	1,2	1,2	
< 0,1	12,1							

Для отложений характерно наличие большого количества обломочного карбонатного материала дресвяной и гравийной фракции часто без следов коррозии и хорошей сохранностью хрупких скелетов нуммулитов, что исключает дальний источник сноса. Вместе с тем, многие зёрна кварца хорошо окатаны, и для них характерна патинизация, связанная с окраской коллоидами железа.

Во всех размерных фракциях в подчиненном количестве (1,2-3,5 %) распространены обломки кварц-гетитовых агрегатов, происхождение которых связано с гидроксидно-железистой минерализацией, распространенной в блоке пород, вмещающих пещеру; а также фрагменты гидроксидно-марганцевых агрегатов (по химическому составу предполагается тодорокит), часто с кварцем. Единственным типом аутигенной минерализации являются гидроксиды марганца, образующие дендритообразные структуры на обломках известняка и зёрнах кварца.

В образце также были найдены частично корродированные удлиненные кристаллы кальцита и их агрегаты. Аналогичный кальцит был обнаружен в жеодах, вскрытых полостями Северо-восточной ветви пещеры. По всей видимости, этот кальцит имеет гидротермальное происхождение и был образован на допалеогенном этапе.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА
(ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)



Рис 5. Морфология и вещественный состав зёрен из пробы Тавр-31 (фракции +3 мм и -3...+2 мм)



Рис 6. Морфология и вещественный состав зёрен из пробы Тавр-31 (фракции -2...+1 мм и -1...+0,5 мм)

Среди карбонатных компонентов горных пород, наибольшую устойчивость к коррозии проявляют фаунистические остатки – элементы скелетов нуммулитов и иглокожих. Особенности коррозии скелета нуммулита показано на серии электронных микрофотографий на рис. 7.

Относительно генезиса изученного типа отложений можно сделать следующие выводы. Отсутствие сортировки и преобладание компонентов вмещающих известняков свидетельствует об элювиальном происхождении (остаточные отложения). При этом наличие большого количества угловатого обломочного материала свидетельствует о процессах активного физического выветривания, что может указывать на поступление материала из кор выветривания известняков на поверхности. На аллогенный принос материала указывает также распространение окатанных зёрен кварца, источником которых могли быть терригенные литологические разности сарматских отложений, местами перекрывающими в прошлом вмещающие карстовую полость нуммулитовые известняки

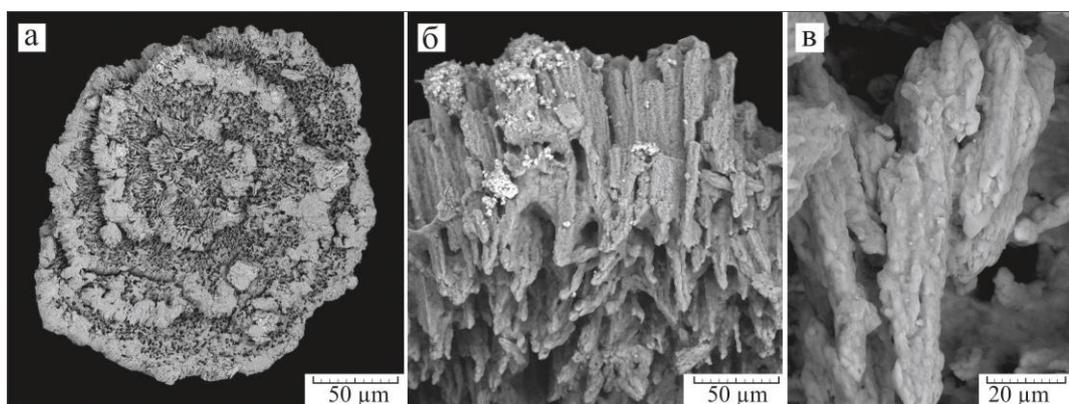


Рис. 7. Особенности коррозии скелета нуммулита:

а) общий вид; б) коррозия перегородок с освобождением столбчатых элементов; в) разрушение столбчатых элементов на гранулы

Широкое распространение в отложениях пещеры аутигенной фосфатной минерализации объясняется наличием в ней зоогенных отложений. Помимо костного детрита и копролитов крупных животных, в заполнителе также найдены многочисленные останки рукокрылых, (Д.Б. Старцев, личн. сообщ., 2018), что дает основание предполагать участие гуано в накоплении фосфоритов.

Наиболее распространенным фосфатом в отложениях пещеры является гидроксилapatит $Ca_5(PO_4)_3(OH)$. Он диагностирован по химическому составу и рентгенограмме.

По данным электронно-зондового анализа, химический состав минерала (мас. %, среднее значение по 10 анализам; содержание H_2O рассчитано по стехиометрии): CaO 55.80, MnO 0.69, P_2O_5 34.95, CO_2 3.90, SO_3 2.04, F 1.16, Cl 0.49, H_2O 1.12, -O =

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

F,Cl 0.60, сумма 99.55. Его эмпирическая формула (расчёт на 13 анионов): $\text{Ca}_{5.00}\text{Mn}_{0.05}\text{P}_{2.47}\text{C}_{0.44}\text{S}_{0.13}\text{O}_{12}[(\text{OH})_{0.62}\text{F}_{0.31}\text{Cl}_{0.07}]_{1.00}$

Гидроксилапатит чаще всего локализуется на контакте глинистых отложений и карбонатного субстрата (вмещающих пород и глыб известняка) в виде контактово-матасоматической каймы, что является типичным для аутигенных пещерных фосфоритов и является результатом воздействия фосфатных растворов на вмещающие карбонаты [13].

Морфология гидроксилапатита представлена на рис. 8. Ранняя генерация представлена преобладающими в массе вещества грануломорфными зёрнами (рис. 8а), а более поздняя генерация – нарастающими на них пластинчатыми и игольчатыми кристаллами (рис. 8б, в). Такие вариации морфологии интерпретируются [14], как результат первичного осаждения фосфата кальция из коллоидных растворов в виде аморфных гелей и метастабильных фаз-предшественников, являющихся источником вещества для устойчивых окристаллизованных форм.

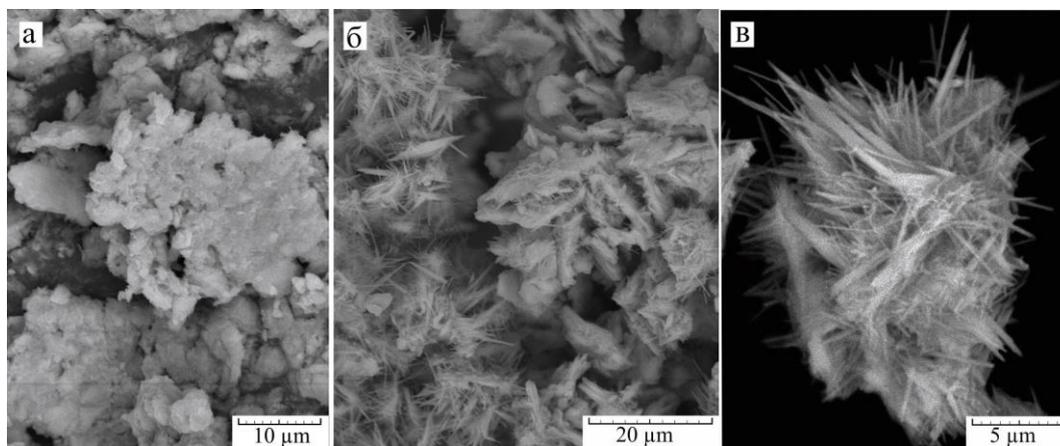


Рис. 8. Вариации морфологии гидроксилапатита (образец Тавр-1):

а) грануломорфные выделения; б) обрастание гранул пластинчатыми и игольчатыми кристаллами второй генерации; в) сросток игольчатых кристаллов

Гидроксилапатит является наиболее распространенным и устойчивым фосфатом, встречающимся в отложениях пещер. Наиболее часто он описывается как продукт минерализации гуано летучих мышей, птиц, копролитов [14, 15, 16, 17]. В пещерах, содержащих костные останки, при благоприятных физико-химических условиях может развиваться вторичная минерализация за счет переотложения костного апатита [12, 14, 18, 19]. В пещерах Крыма гидроксилапатит описан в пещерах Ени-Сала III, Скельская [20], Таврская и Змеиная [21].

Гидроксилапатит образуется в слабощелочных условиях – за счет нейтрализации кислых растворов карбонатным субстратом [15]. Его повсеместное распространение в отложениях пещеры вместе с отсутствием фосфатов –

индикаторов кислых растворов (брушит, таранакит, штрэнгит и др.), может аргументировать преимущественно щелочные условия минералообразующих палеорастворов.

В обстановке рыхлого заполнителя впервые в Крыму был также диагностирован относительно редкий кальциево-магниевый фосфат *витлокит* ($\text{Ca}_9\text{Mg}(\text{PO}_4)_6(\text{HPO}_4)$). Минерал диагностирован по химическому составу и рентгенограмме.

По данным электронно-зондового анализа, химический состав минерала (мас. %, содержание H_2O рассчитано по стехиометрии): MgO 3.74, CaO 47.77, P_2O_5 47.48, H_2O 0.86, сумма 99.85. Его эмпирическая формула (расчёт на 28 атомов O): $\text{Ca}_{8.95}\text{Mg}_{0.98}\text{P}_{6.03}\text{O}_{24}(\text{PO}_3\text{OH})$. Параметры тригональной элементарной ячейки, рассчитанные по порошкограмме, соответствуют витлокиту: $a = 10.2994(8)\text{Å}$, $c = 37.038(4)\text{Å}$, $V = 3402.53(56)\text{Å}^3$.

Он приурочен к монтмориллонитовым глинам, где образует белесые гнездовидные стяжения размером в первые сантиметры, массивные отложения цвета слоновой кости и псевдомицеллярные структуры (рис. 9а). Витлокит сложен сросшимися в агрегаты и отдельными плоскогранными ромбоэдрическими кристаллами размером до 10 мкм, часто с волокнистыми кристаллами-вискерами (рис. 9б, в).

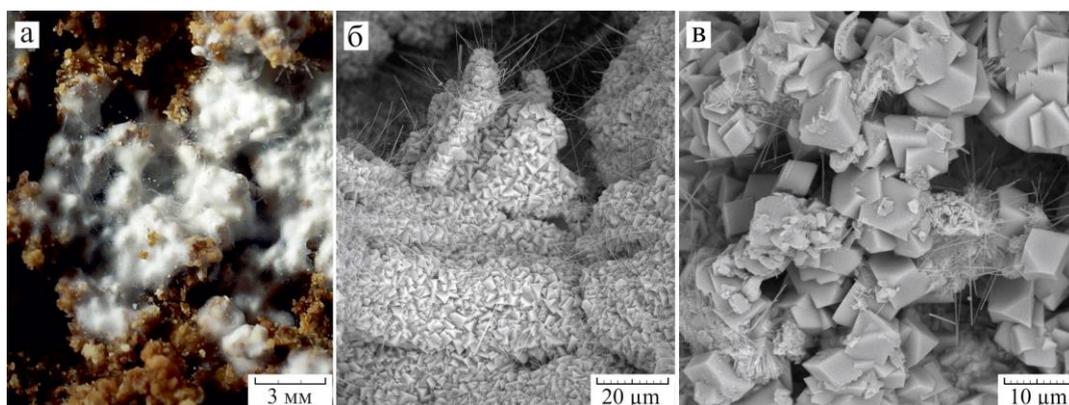


Рис. 9. Витлокит (образец Тавр-7):

а) псевдомицеллярные структуры на глинистых отложениях; б, в) морфология витлокита

Наиболее ранние описания витлокита, как пещерного минерала, относятся к пещере *Sebdou*, Алжир [22] и к пещере *El Capote*, Мексика [23]. Имеются данные о его обнаружении в пещерах *Altar*, о. Сальвадор, Багамы [24], *Rosillo*, Мексика [25], *Liliecilor*, Румыния [26], *Niah*, Малайзия [27], *Guano*, Франция [17], карстовых полостях Австралии, Венгрии, Венесуэлы, Кубы, Пуэрто-Рико и др. Чаще всего витлокит описывается из пещер, заложенных в магниезальных карбонатах. Поскольку витлокит в пещере Таврида приурочен к монтмориллонитовым глинам, насыщенным гидросилапатитом – можно предположить его вторично-гипергенное

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

происхождение – в результате переотложения фосфора и кальция из гидроксилapatита, а магния – из монтмориллонита.

Гипсовая минерализация так же широко распространена в пещере. Гипсовые коры и кристаллические агрегаты, выявленные на стенах пещеры, расположены на участках, ранее подвергавшихся заполнению рыхлыми отложениями (см. рис. 2).

Наиболее типичное проявление гипсовой минерализации – белые сахаровидные коры, было охарактеризовано на примере образца Тавр-10, отобранного в Главной галерее (рис. 10а). Морфологическое изучение показало, что гипс сложен не консолидированными между собой уплощенными лейстовидными индивидами размером до нескольких мм, часто с футляровидным строением (см. рис. 10б, в).

Агрегаты кальцита, встреченные в пробе (рис. 10г), представлены срастаниями преимущественно остроромбоэдрических кристаллов размером 20-30 мкм. Постоянной примесью в гипсе ($\approx 1\%$) является целестин, сложенный плоскогранными длиннопризматическими кристаллами размером по удлинению до 100 мкм и более (рис. 10д, е). Химический состав целестина по данным электронно-зондового анализа: SrO 55.1, CaO 0.7, SO₃ 43.7, сумма 99.5, эмпирическая формула: $(\text{Sr}_{0.98}\text{Ca}_{0.02})_{\Sigma 1.00}\text{S}_{1.0}\text{O}_{4.0}$

Ячеисто-пористые гипсовые коры (Тавр-15), отобраны в середине Змеиной галереи (рис. 11а). Гипс в них сложен агрегатом хорошо ограненных кристаллов, с развитыми гранями пинакоида и ромбических призм, часто с элементами футляровидного строения (рис. 11б, в). В кристаллах гипса были обнаружены вкрапления зёрен апатита (рис. 11б – показано стрелкой).

Целестин встречается в виде вростков в гипсе (рис. 11г), а также в виде одиночных кристаллов (рис. 11д). Для одиночного кристалла целестина, усложнённого эпитаксиальным нарастанием гипса (рис. 11д), было установлено, что его необычная морфология определяется комбинацией простых форм – пинакоида {100}, дипирамиды {111} и призм {102} и {450}. Так же, гипс-целестиновые агрегаты из этого образца имеют вторичные обрастания сферолитами опала (рис. 11е, ж).

В начале Змеиной галереи были встречены «кораллитоподобные» образования белого цвета размером до 5 мм (рис. 12а), представляющие собой полиминеральные гипс-гидроксилapatитовые агрегаты, типичная морфология которых показана на рис. 14б. Гидроксилapatит представлен агрегатами сильно расщепленных индивидов, внешне напоминающих цветную капусту – внутри которых находятся пластинчатые кристаллы гипса. В образце также встречаются одиночные кривогранные кристаллы гипса (рис. 12в) и одиночные кристаллы гидроксилapatита (рис. 12г).

Идеальная сохранность гипсовой минерализации и отсутствие на индивидах признаков растворения или регенерации указывает на стабильные микроклиматические условия в пещере и отсутствие сезонных циклов увлажнения и высыхания ввиду ее хорошей изоляции от внешней среды. Ввиду отсутствия морских осадочных сульфатов в карстующихся породах, проявления вторичной гипсовой минерализации в пещерах Крыма относительно редки [28].

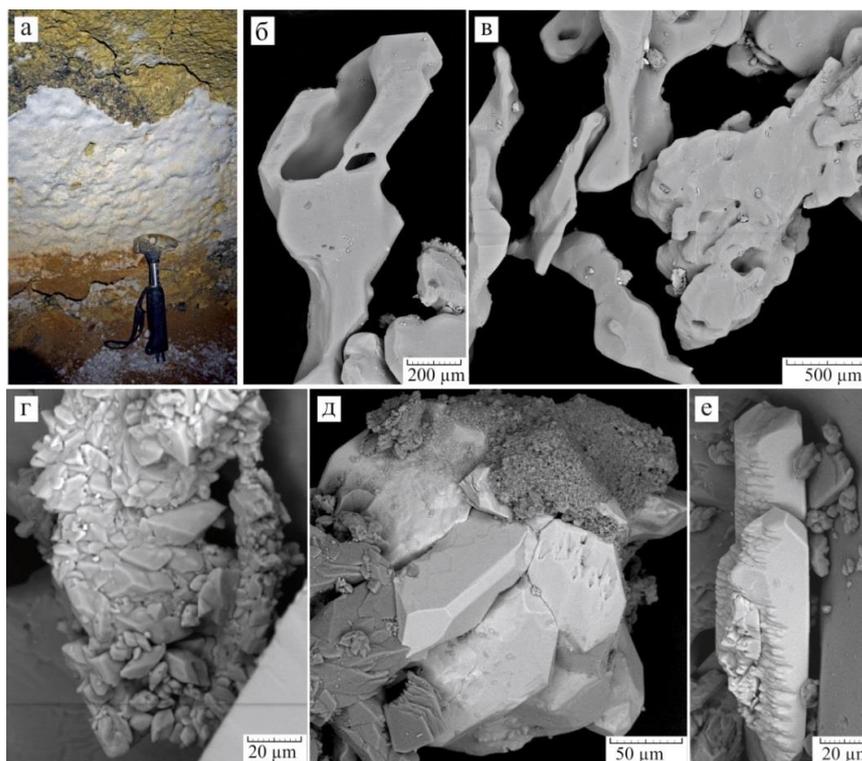


Рис. 10. Гипсовые корки с примесью кальцита и целестина в Главной галерее (Тавр-10): а) натурная фотография, б, в) морфология гипса; г) морфология кальцита; д, е) кристаллы целестина

Поэтому, широкое распространение гипса в пещере Таврида нуждается в объяснении. Хорошо известно, что деградация органического вещества гуано сопровождается выделением серной кислоты, производимой при участии сероокисляющих бактерий. Поэтому, наличие гипса атрибутивно почти для всех пещер, содержащих вторичные фосфаты [15]. В нашем случае, парагенезис гипса и фосфатов также аргументируется их совместным проявлением в изученных агрегатах. Происхождение целестина, скорее всего, связано с миграцией Sr из вмещающих известняков. Однако накопление металлов может быть связано и со способностью их к аккумуляции в гуано [27].

Гидроксидно-марганцевая минерализация весьма широко проявлена в пещере в виде чёрных корочек, пятен и точек на стенах, порошковатых масс – ярко отражаясь на визуальном облике подземных полостей (см. рис. 2). Зона распространения гидроксидно-марганцевой минерализации в пещере приурочена либо к современному глинистому заполнителю, либо развивалась в условиях удаленного в настоящее время палеозаполнителя, что заметно по ровным границам ее распространения на стенах пещеры (см. рис. 2).

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА
(ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

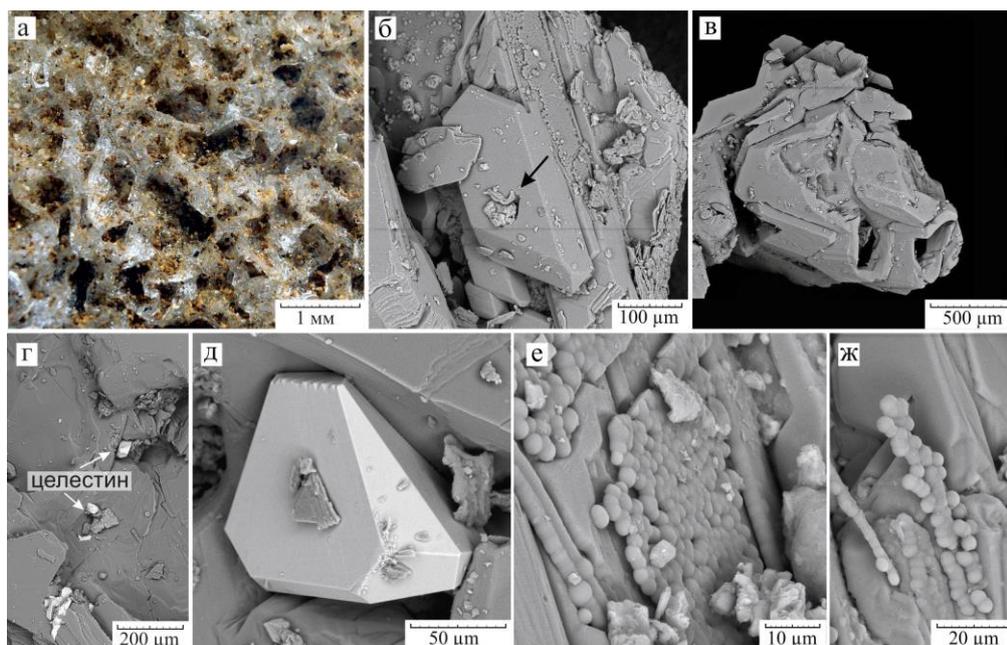


Рис. 11. Гипсовые коры в Змеиной галерее (Тавр-15): а) натурная макрофотография; б) кристалл гипса с вращением апатита (показано стрелкой); в) сложный сросток кристаллов гипса с футлярвидным строением некоторых индивидов; г) вростки кристаллов целестина в гипсе; д) кристалл целестина с эпитаксиальным нарастанием гипса; е, ж) сферолиты опала на гипсе

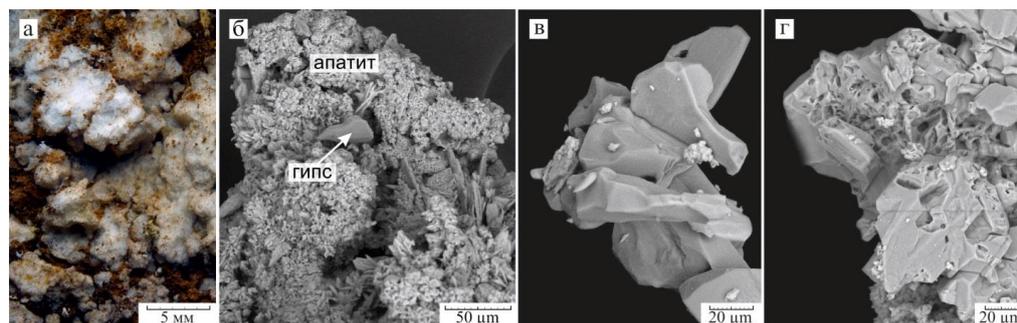


Рис. 12. «Кораллитоподобные» гипс-апатитовые агрегаты в Змеиной галерее (образец Тавр-14): а) натурная макрофотография; б) пластинчатые кристаллы гипса в окружении расщепленных индивидов гидроксилапатита; в) кривогранные кристаллы гипса; г) одиночные огранные кристаллы гидроксилапатита

По данным исследования двух проб, гидроксиды марганца представлены тодорокитом $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K})_2(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{3+})_6\text{O}_{12} \times 3-4.5(\text{H}_2\text{O})$. По данным электронно-зондового анализа, химический состав (мас. %, содержание H_2O – по дефициту суммы): K_2O 1.34, MgO 2.28, CaO 7.76, MnO 4.60, FeO 0.48, Al_2O_3 2.57, SiO_2 0.54,

TiO₂ 0.29, MnO₂ 70.64, H₂O 9.50, сумма 100. Его эмпирическая формула (расчёт на 12 анионов, отношение Mn⁴⁺/Mn²⁺ вычислено по балансу зарядов): (Ca_{0.83}K_{0.17})_{Σ1.00}(Mn⁴⁺_{4.86}Mn²⁺_{0.39}Mg_{0.34}Al_{0.30}Si_{0.05}Fe_{0.04}Ti_{0.02})_{Σ6.00}O₁₂×3.15H₂O. Параметры моноклинной элементарной ячейки, рассчитанные по порошковой диаграмме, соответствуют тодорокиту: $a = 9.709(2) \text{ \AA}$, $b = 2.833(4) \text{ \AA}$, $c = 9.484(3) \text{ \AA}$, $\beta = 93.10(3)^\circ$, $V = 260.45(9) \text{ \AA}^3$.

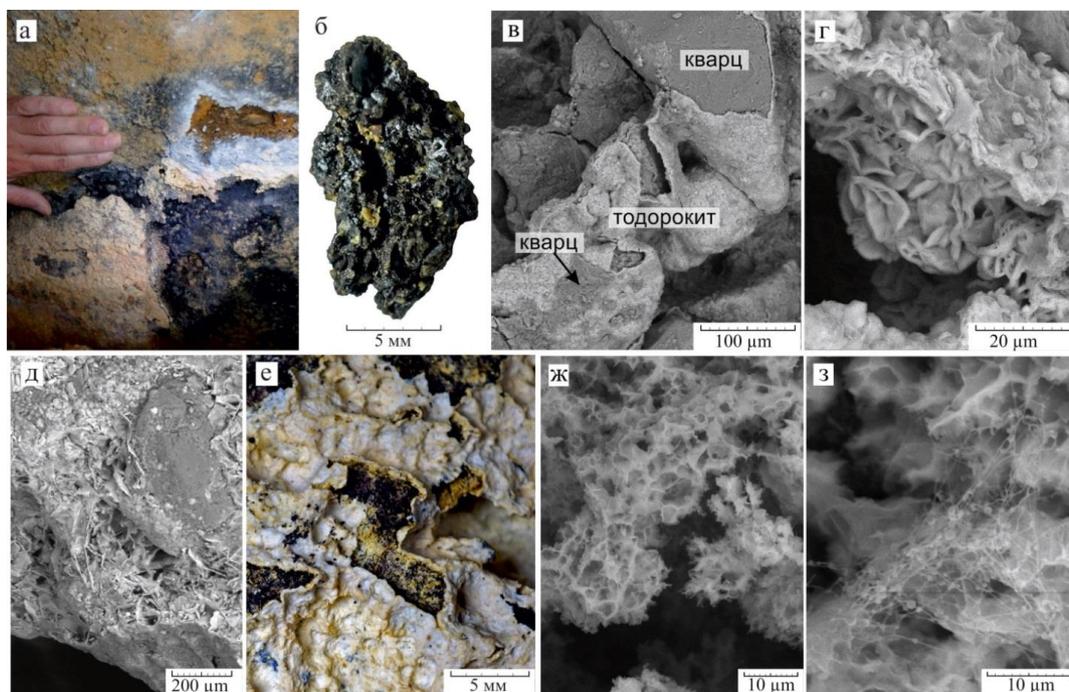


Рис. 13. Морфология тодорокита: а, б) кварц-тодорокитовые коры (образец № 2559); в) детали строения кварц-тодорокитовых кор; г) детали строения тодорокита; д) обрастание тодорокитом кварцевого зерна из современного рыхлого заполнителя (образец Тавр-31); е) обрастание тодорокитом кварцевых зёрен в пробе рыхлых отложений Тавр-31; ж) включения тодорокита на стенах Змеиной галереи (образец Тавр-15а), з) ячеисто-сотовое строение тодорокита; з) микробные маты

По данным микроскопического исследования, тодорокит характеризуется широким морфологическим разнообразием. Массивные черные отложения (образец № 2559), отобранные в середине западной ветки (рис. 13а, б), представлены агрегатами ограненных (видимо, аутигенных) кристаллов кварца с обрастаниями корочкой тодорокита (рис. 13в). Тодорокит в этой пробе сложен розетковидными агрегатами пластинчатых индивидов (рис. 13г). Пластинчатое строение демонстрирует тодорокит и в дендритоподобных обрастаниях кварцевых зёрен в рыхлых отложениях пещеры (рис. 13д).

В образце (Тавр-15а) черных порошковатых включений со стены в начале

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

Змеиной галереи (рис. 13е) тодорокит представлен агрегатами ячеисто-сотового строения (рис. 13ж). На этих агрегатах обильно встречаются нитчатые микробные маты неустановленной принадлежности (рис. 13з), что позволяет предположить роль микроорганизмов в окислении марганца.

Как известно, осаждение гидроксидов железа и марганца зависит от pH растворов. При pH около 6 выпадают в осадок преимущественно оксиды железа, а при pH около 8,5 – оксиды марганца [29]. При этом, мобилизация марганца возможна только в восстановительной среде, когда он находится в форме Mn^{2+} [30]. Мы предполагаем, что мобилизации марганца способствовали колебания уровня обводненности рыхлых отложений, сопровождающееся периодическим появлением локальных восстановительных обстановок, благоприятных для миграции Mn^{2+} . Окисление марганца могло происходить за счет кислых растворов, образующихся при минерализации органического вещества, а массовое осаждение тодорокита – на контакте раствора с карбонатными породами, где создавался щелочной геохимический барьер. Находки микробных филаментов позволяют предположить участие микроорганизмов в окислении Mn^{2+} , как было доказано для некоторых проявлений гидроксидно-марганцевой минерализации в пещерах [31].

Апатит-кальцитовые коры медового цвета, выполняющие фреатические купола, были найдены на развилке между северо-восточной и юго-восточной (Змеиной галереей) ветвями пещеры (рис. 14а). Края этих кальцитовых кор обломаны и «висят в воздухе», что говорит об их формировании на утраченном в настоящее время субстрате палеозаполнителя. Гидроксилапатит желтого цвета является подложкой, на которой выросли кристаллы кальцита (рис. 17б). Кристаллы кальцита демонстрируют многочисленные компромиссные поверхности с гидроксилапатитом, свидетельствующие о росте в его матриксе (рис. 14в). Гидроксилапатит представлен расщепленными сноповидными агрегатами (рис. 14г).

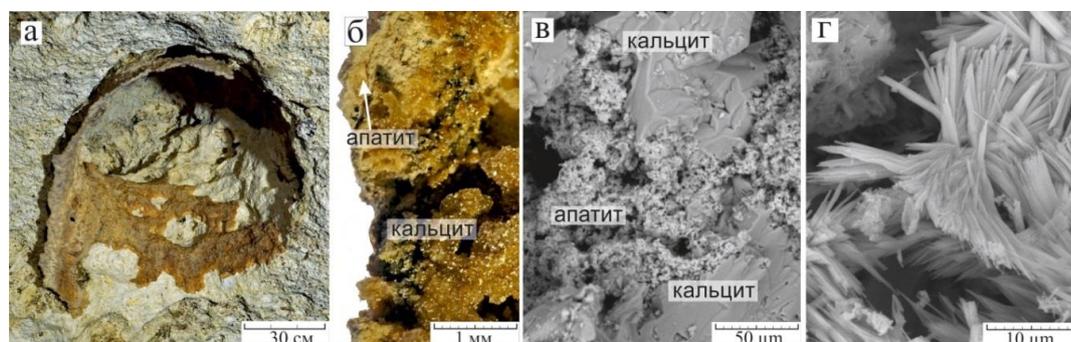


Рис. 14. Кальцит-апатитовые коры (образец Тавр-11): а) натурная фотография; б, в) общий вид изученного образца; г) сноповидные кристаллы гидроксилапатита

Мы предполагаем, что кальцитовые коры этого типа были сформированы между утраченным в настоящее время рыхлым заполнителем и контактном слоем замещенного на гидроксилапатит известняка – возможно, за счет

инфильтрационных вод.

Игольчато-волокнистый кальцит был найден в прожилках глинистого заполнителя из зоны кавернозности над полостями пещеры, обнаженной дорожной выемкой (рис. 18а, б). Кальцит сложен стержневидными индивидами, часто парными, длиной до 20-30 мкм и толщиной около 0,5 мкм (рис. 15в, г).

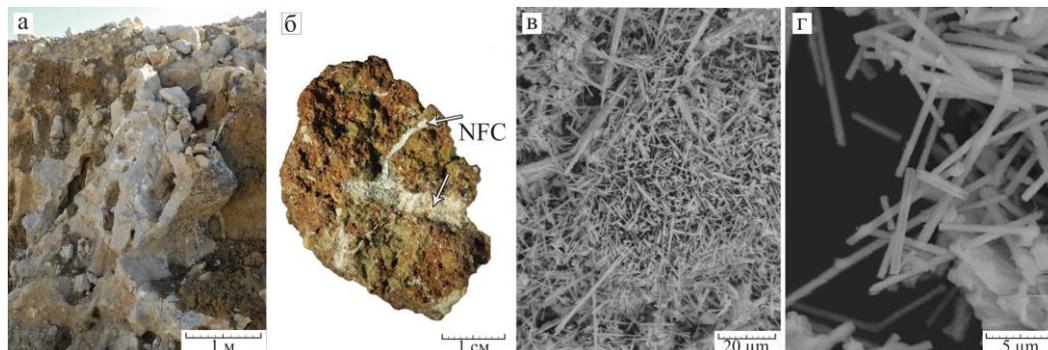


Рис. 15. Игольчато-волокнистый кальцит из глинистого заполнителя зоны кавернозности (образец № 2557)

Игольчато-волокнистый кальцит (англоязычные термины: *needle-fibre calcite* или *needle-fiber calcite*) впервые был описан в 1555 г. Гесснером [32]. Является распространенным карбонатным новообразованием в почвах [33]. В карстовых пещерах этот кальцит обычно встречается в составе мондмилха (лунного молока) – пластичных водонасыщенных микрокристаллических масс [34]. Природа волокнисто-игольчатых кристаллов кальцита до сих пор окончательно не ясна. Большинство исследователей трактуют их как результат микробно-опосредованного осаждения при участии метаболитов бактерий [35] или как псевдоморфозы по биологическим объектам – гифам грибов или актиномицет [32, 33, 36]. Другие авторы объясняют их происхождение чисто хемогенным осаждением в результате медленной дегазации или испарения капиллярных растворов, либо кристаллизацией из аэрозолей [37, 38, 39]. Высказывалась также гипотеза об образовании игольчатого кальцита за счет криогенных процессов [34].

В изученных образцах игольчато-волокнистого кальцита пока не выявлены микробные объекты, поэтому мы склоняемся к абиогенному происхождению изученных образцов – вероятно, за счет периодической дегазации CO_2 из капиллярных вод при сезонных вариациях газового режима почв.

СУБАЭРАЛЬНАЯ КАРБОНАТНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ

Среди кальцитовых спелеотем гравитационного питания, выявлен только небольшой натек в концевой части северо-восточной ветки, близко подходящей к поверхности. Судя по его размеру и состоянию, он сформировался в современную эпоху [1]. Также в северо-восточной ветке был обнаружен мондмилх карбонатного

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

состава, также сложенный игольчато-волокнистым кальцитом.

На стенах одного из восходящих каналов в Змеиной галерее были обнаружены сферолитовые образования молочно-белого цвета (рис. 16а, б). Они сложены агрегатами расщепленных до сферолитов кристаллов кальцита (рис. 16в). Субиндивиды имеют тригональное сечение и иногда – футляровидное строение (рис. 16г).

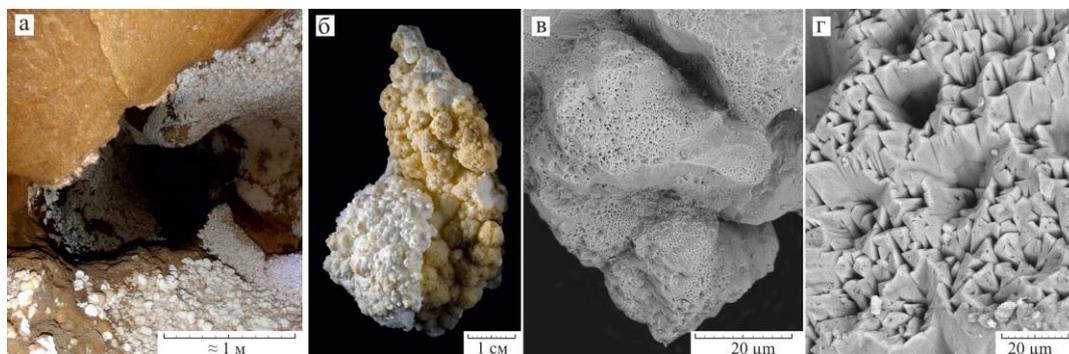


Рис. 16. Кальцитовые сферолиты на стенах восходящего канала в Змеиной галерее (образец №2517)

В каналах приповерхностной зоны кавернозности, вскрытой восходящими каналами в Главной галерее (в том месте, где появился искусственный вход), были встречены белые минеральные коры толщиной до первых мм, инкрустирующие полости каверн (рис. 1). Они сложены ромбоздрическими кристаллами кальцита с обрастаниями игольчатым гипсом (рис. 17). Ввиду расположения этой точки близко к поверхности, можно предположить происхождение этого типа минерализации за счет испарительного насыщения поровых и инфильтрационных вод.

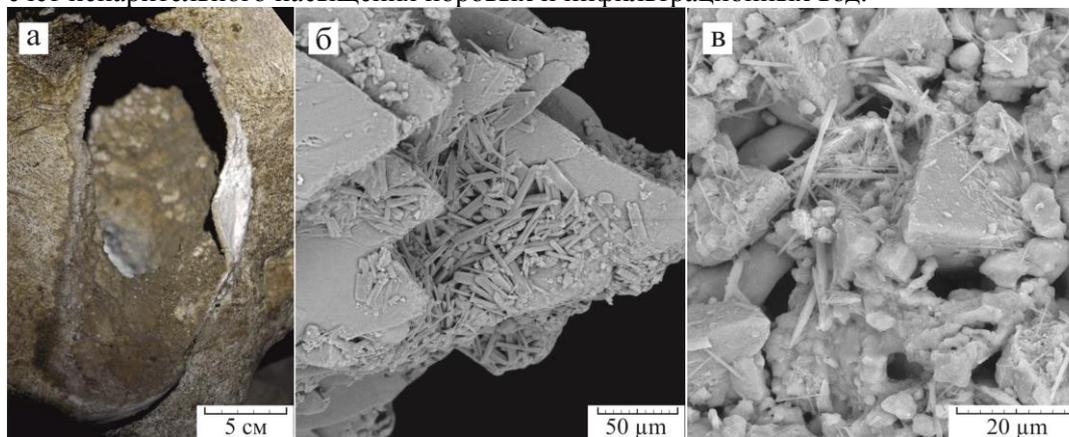


Рис. 17. Кальцитовые коры с обрастаниями игольчатым гипсом (образец Тавр-19)

ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИСТЕНОЧНОГО СЛОЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Процесс специфического выветривания пород стен, сопровождающегося накоплением вязко-пластичного материала, повсеместно распространён в пещере. В некоторых случаях, глубина слоя пластичных отложений может достигать 5 см и более. О древности этих отложений свидетельствуют оставленные по ним отпечатки когтей плейстоценовых животных (рис. 18а).

Микроскопия образца этих отложений, отобранного в ближней части Змеиной галереи (Тав-13) показывает, что основная масса сложена параллельными удлиненными цепочечными агрегатами грануломорфных зёрен (рис. 18б, в).

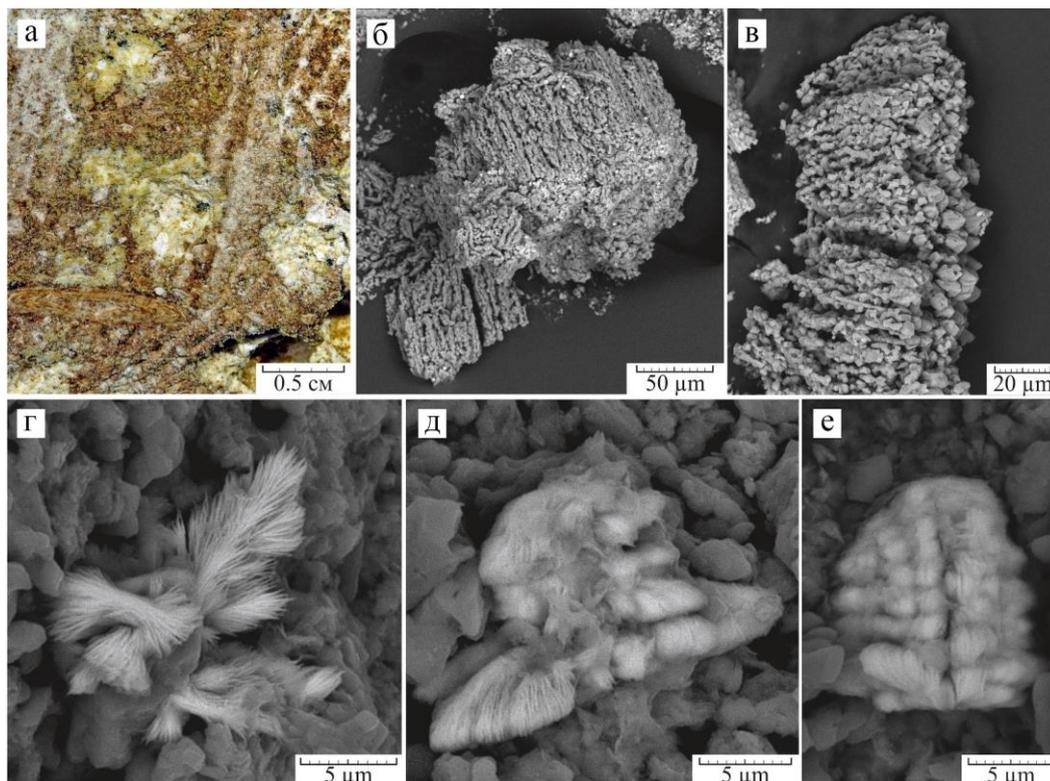


Рис. 18. Особенности вязко-пластичных карбонатных отложений со стен Змеиной галереи (образец Тавр-13): а) натурная фотография отложений с отпечатками когтей животных; б, в) остаточные структуры коррозии раковин нуммулитов; г, д, е) выделения расщепленных индивидов барита

Как было показано выше, такая морфология характерна для коррозии скелетов нуммулитов. Видимо, эти отложения представляют собой остаточный продукт (микрит) избирательной межзерновой коррозии известняка под действием конденсационных вод. Как было показано выше, скелеты нуммулитов

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

характеризуются более высокой коррозионной устойчивостью относительно цемента – поэтому, их фрагменты накапливаются в нерастворенном остатке.

В образце так же были обнаружены сильно расщепленные перьевидные и сноповидные индивиды барита (рис. 18г, д, е). Химический состав барита по данным электронно-зондового анализа: BaO 57.3, SrO 2.5, CaO 2.1, SO₃ 34.7, сумма 96.6, эмпирическая формула: (Ba_{0.89}Ca_{0.09}Sr_{0.06})_{Σ1.0}S_{1.0}O_{4.0}. Установить происхождение барита (аутигенное или переотложенное из вмещающих пород) не представляется возможным.

Природа данного выветривания может быть объяснена с точки зрения двух агентов, возможно наложенных друг на друга по времени. Как известно, процессы окисления и минерализации гуано сопровождаются выделением воды и неорганических кислот: азотной (HNO₃), серной (H₂SO₄), ортофосфорной (H₃PO₄) и угольной (H₂CO₃), и кроме того – они являются экзотермическими, вызывая конвективные потоки в атмосфере пещер. Эти условия способствуют процессам субаэральной коррозии над залежами гуано за счет химически активного конденсата, часто приводящим к существенной модификации морфологии полостей, заселенных крупными колониями рукокрылых [17, 25, 40, 41]. Характерным проявлением этого процесса является межзерновая коррозия и микритизация пород.

В контексте гипогенного генезиса пещеры можно предположить микритизацию как результат избирательной коррозии по измененной глубинными флюидами породе, которая внешне не отличается от пород целика, но при воздействии гипергенных процессов активно вступает в химические реакции и в первую очередь поддается разрушению [1]. Возможным минералом, маркирующим воздействие глубинных флюидов, является барит.

ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОСИЛАПАТИТА ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ

Молярные соотношения Ca/P изученных образцов (49 измерений) в сравнении со стехиометрическим гидроксилapatитом показаны на рис. 19. Было отмечено, что для грануломорфного (колломорфного) апатита наблюдается широкий разброс значений соотношения – причем преобладает дефицит катионов кальция, что может указывать на наличие промежуточных коллоидных фаз – предшественников [42]. Для окристаллизованных форм преобладает значение, соответствующее стехиометрическому гидроксилapatиту. Избыток катионов кальция, наблюдающийся для части изученных кристаллов, связан с наличием карбонатгидроксилapatита.

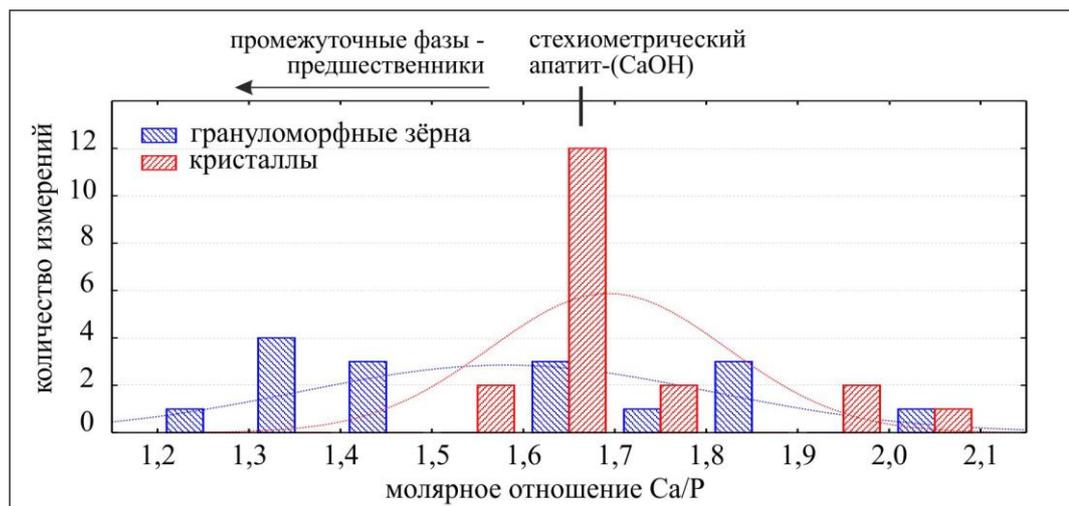


Рис. 19. Молярные соотношения Са/Р в образцах гидроксилатапата

Тем самым, химические составы гидроксилатапата показывают существенные различия между грануломорфными выделениями и окристаллизованными формами. Это согласуется с предложением о существовании двух генераций этого фосфата в отложениях пещеры – метаколлоидного материала, образованного путем диагенеза аморфных фаз-предшественников, который в дальнейшем становился источником вещества для окристаллизованных форм.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлен ряд закономерностей, позволяющих лучше понять определенные аспекты эволюции пещеры на эпигенном этапе развития.

Выявлено, что современный рыхлый заполнитель пещеры имеет преимущественно аллохтонное происхождение. Важным маркером его генезиса является железный монтмориллонит, преобладающий в составе красноцветных отложений таврской свиты плиоцена, перекрывающих в прошлом известняки эоцена. Заполнение пещеры этим материалом происходило преимущественно суффозионным и гравитационным путем, через трещины и каналы в перекрывающих породах. Так же был описан специфический тип отложений (карбонатные пески), представляющий собой элювий вмещающих карбонатных пород, образованный в условиях физического выветривания и химической коррозии – скорее всего, в приповерхностных условиях, при формировании кор выветривания известняков.

Современное эпигенетическое минералообразование в пещере в основном связано с диагенезом зоогенных отложений раннеплейстоценового возраста (костного детрита крупных и мелких животных, гуано летучих мышей). Как

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

следствие, в ней широко распространена фосфатная минерализация (гидроксилапатит, CO₃-содержащий гидроксилапатит (карбонатгидроксилапатит), витлокит). Распространение сульфатной минерализации (гипс и целестин), скорее всего, также связано с процессами окисления органики – поскольку этот процесс сопровождается выделением серной кислоты. Развитие фосфатной и сульфатной минерализации происходило на контакте между насыщенными органическим веществом глинистыми отложениями и карбонатными породами, где формировался щелочной геохимический барьер. Обильное развитие гидроксидно-марганцевой минерализации (тодорокит) свидетельствует о периодических колебаниях окислительно-восстановительных условий в пещерных отложениях и, предположительно, происходило при участии марганец-окисляющих бактерий.

Установленное нами широкое развитие эпигенетической фосфатной и сульфатной минерализации, связанной с процессами окисления зоогенных отложений, делает пещеру Таврида уникальным карстовым объектом Предгорного Крыма и требует её дальнейшего изучения.

Авторы выражают глубокую благодарность Г.В. Самохину (Крымский федеральный университет, г. Симферополь) за помощь в проведении работ, аналитикам И.И. Мусабирову (Уфимский научный центр РАН, г. Уфа), Е.Д. Зенович (Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс), А.Д. Рянской, Т.Я. Гуляевой, В.Г. Петрищевой (Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург) и Ф. Нестоле (Университет Падуи, г. Падуя, Италия) за проведение лабораторных исследований и В.И. Ракину (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН) за консультации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-05-00982 А.

Список литературы

1. Амеличев Г. Н. Оценка ресурсного потенциала пещеры Таврида (Предгорный Крым) // Геополитика и экогеодинамика регионов. Том 5 (15). Вып. 2. 2019. С. 196–213
2. Lopatin A.V., Vislobokova I.A., Lavrov A.V., Startsev D.B., Gimranov D.O., Zelenkov N.V., Maschenko E.N., Sotnikova M.V., Tarasenko K.K., Titov V.V. The Taurida Cave, a new locality of Early Pleistocene vertebrates in Crimea. Doklady Biological Sciences. 2019. V. 485. P. 40–43
3. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. М.: Стандартинформ, 2019. 19 с.
4. Копачев Л.Ф., Лыгина Е.А., Никишин А.М., Яковишина Е.В. Крымская эоценовая нуммулитовая банка // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология, 2008. №3. С. 64–66.
5. Отчет о результатах работ по объекту «Оценка современного состояния ресурсной базы твердых полезных ископаемых на территории Республики Крым. Подготовка рекомендаций по освоению и изучению участков недр в соответствии с задачами социально-экономического развития региона» (этап 1) // Государственное унитарное предприятие Республики Крым «Крымгеология», Крымская комплексная геологоразведочная партия. Симферополь, 2015. 125 с.
6. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Основы литохимии. - СПб.: Наука, 2000. 479 с.
7. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия) // Сыктывкар: Геопринт, 2011. 742 с.

8. Добровольский В.В. Красноцветные образования Крыма и их палеогеографическое значение // Вестник Московского университета. №1. 1968. С. 46-50.
9. Дублянский В.Н., Вахрушев Б.А., Амеличев Г.Н., Шутов Ю.И. Красная пещера. Опыт комплексных карстологических исследований: Монография / Под ред. проф. Дублянского В.Н. М.: Изд. РУДН, 2002. 190 с.
10. Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов. СПб: Изд-во Недр, 1998. 351 с.
11. Вахрушев Б.А. О генетическом содержании карстового рельефообразующего процесса // Спелеология и карстология. №2. 2009. С. 30-35.
12. Силаев В.И., Симакова Ю.С., Паршукова М.Н., Гимранов Д.О. Костеносные элювиальные грунты в Иманайской пещере на Южном Урале // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. № 21. Пермь, 2018. С. 168-184.
13. Шуньков М.В., Кулик Н.А., Козликин М.Б., Сокол Э.В., Мирошниченко Л.В., Ульянов В.А. Фосфатная минерализация плейстоцен-голоценовых отложений восточной галереи Денисовой пещеры // Доклады Академии наук. 2018. Т. 478. № 3. С. 318-322.
14. Dumitraş D.G., Marincea Ş. Apatite-(CaOH) in the fossil bat guano deposit from the «dry» Cioclovina Cave, Sureanu Mountains, Romania // The Canadian Mineralogist. Vol. 46, 2008. pp. 463-477.
15. Onac B.P., Vereş D.S. Sequence of secondary phosphates deposition in a karst environment: evidence from Magurici Cave (Romania) // Eur. J. Mineral. 2003, 15, 741-745.
16. Zanin Yu. N., Tsykin R.A., Dar'ın A.V. Phosphorites of the Arkheologicheskaya Cave (Khakassia, East Siberia) // Lithology and Mineral Resources. Vol. 40. 1. 2005. P. 48-55.
17. Audra P., De Waele J., Bentaleb I., Chroňáková A., Křišťůfek V., D'Angeli I.M., Carbone C., Madonia G., Vattano M., Scopelliti G., Cailhol D., Vanara N., Temovski M., Bigot J.-Y., Nobécourt J.-C., Galli E., Rull F. and Sanz-Arranz A. Guano-related phosphate-rich minerals in European caves // International Journal of Speleology, 48 (1), Tampa, FL, 2019. P. 75-105.
18. Стефановский В.В. Литология и возраст спелеогенных образований Южного Урала // Уральский геологический журнал. 2002. № 6 (30). С.3-16.
19. Karkanis P., Rigaud J. P., Simek J. F., Albert R. M., & Weiner S. Ash bones and guano: a study of the minerals and phytoliths in the sediments of Grotte XVI, Dordogne, France // Journal of Archaeological Science, 29(7), 2002. P. 721-732.
20. Задорожная Л. П., Супрычев В. А. Гипергенный карбонатапатит (подолит) из заполнителя карстовых полостей верхнеюрских известняков Горного Крыма // Доклады АН СССР. Т. 199. № 5. 1971. С. 1142-1145.
21. Тищенко А.И. Минералы группы апатита и брусит в пещерах Таврская и Змеиная (Предгорный Крым) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017. С. 198-206.
22. Bannister F., Bennett H., – Whitlockite from Sebduou, Oran, Algeria // Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society, 28. 1947. P.29-30.
23. Peréz Martínez J.J. & Wiggen R.W., Los depositos de fosforitas de Salsimas Hidalgo y Ayancual, Estado de Nuevo León. México Instituto Nacional para la Investigacion de Recursos Minerales Boletin, 32. 1953. P. 1-33.
24. Onac B.P., Mylroie J. E., White W.B. Mineralogy of cave deposits on san Salvador island, Bahamas // Carbonates and Evaporites, v. 16. 1. 2001. P. 8-16.
25. Forti P., Galli E., Rossi A. Peculiar minerogenetic cave environments of Mexico: the Cuatro Ciénegas area // Acta Carsologica, 35/1. 2006. P. 79-98.
26. Puşcaş C. M., Kristály F., Stremţan C.C., Onac B. P., Effenberger H. S. Stability of cave phosphates: Case study from Liliécilor Cave (Trascău Mountains, Romania) // N. Jb. Miner. Abh. (J. Min. Geochem.), 191/2. 2014. P. 157-168.
27. Wurster C.M., Munksgaard N., Zwart C., Bird M. The biogeochemistry of insectivorous cave guano: a case study from insular Southeast Asia // Biogeochemistry, № 124(1-3). 2015. P. 163-175.
28. Тищенко А.И. Минералогическая изученность карстовых полостей Крыма // Спелеология и карстология. №2. 2009. №1. С. 81- 84.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА
(ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

29. Onac B.P. Mineralogy of speleothems from caves in the Padurea Craiului Mountains (Romania), and their palaeoclimatic significance // *Cave and Karst Science*, 23 (3): 1996. P. 109-124.
30. Calvert S.E., Pedersen T.F. Sedimentary geochemistry of manganese; implications for the environment of formation of manganiferous black shales // *Economic Geology*, 91 (1). 1996. P. 36-47.
31. Northup E., Lavoie K.H. Geomicrobiology of caves: a review // *Geomicrobiology journal*. 2001. Vol. № 3. P. 199-222.
32. Cailleau, G., Verrecchia, E.P., Braissant, O. & Emmanuel, L. The biogenic origin of needle fibre calcite. *Sedimentology*, 56. 2009. P.1858–1875.
33. Bindschedler, S., Millière, L., Cailleau, G., Job, D., Verrecchia, E. P. Calcitic nanofibres in soils and caves: a putative fungal contribution to carbonatogenesis. Geological Society, London, Special Publications, 336(1). 2010. P. 225-238.
34. Hill C.A., Forti P. *Cave Minerals of the World*. Huntsville, Alabama, National Speleological Society, 1997. 463 p.
35. Danielli, H.M.C., Edington, M.A. Bacterial calcification in limestone caves // *Geomicrobiology Journal*, 3. 1983. P. 1–16.
36. Verrecchia, E.P., Verrecchia, K.E. Needle-fiber calcite; a critical review and a proposed classification // *Journal of Sedimentary Research*, № 64, 1994. P. 650–664.
37. Borsato, A., Frisia, S., Jones, B., & Van Der Borg, K. Calcite moonmilk: crystal morphology and environment of formation in caves in the Italian Alps // *Journal of sedimentary research*, 70(5). 2000. P. 1171-1182.
38. Lacelle, D., Lauriol, B., & Clark, I. D. Seasonal isotopic imprint in moonmilk from Caverne de l'Ours (Quebec, Canada): implications for climatic reconstruction // *Canadian Journal of Earth Sciences*, 41(12). 2004. P. 1411-1423.
39. Jones B., Peng X. Abiogenic growth of needle-fiber calcite in spring towers at Shiqiang, Yunnan Province, China // *Journal of Sedimentary Research*. 2014. T. 84. 11. P. 1021-1040.
40. Cailhol D., Audra P., Nehme C., Nader F. H., Garašić M., Heresanu V., Gucl S., Charalambidou I., Satterfield L., Cheng H., Edwards R.L. The contribution of condensation-corrosion in the morphological evolution of caves in semi-arid regions: preliminary investigations in the Kyrenia Range, Cyprus // *Acta Carsologica* 48/1. 5-27. 2019. P. 6-27.
41. Merino A., Fornós J.J., Mulet A. and Ginés J., Morphological and mineralogical evidence for ancient bat presence in Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca, Western Mediterranean) // *International Journal of Speleology*, 48 (2). 2019. P. 115-131.
42. Li Y., Weng W. In vitro synthesis and characterization of amorphous calcium phosphates with various Ca/P atomic ratios // *J. Mater Sci: Mater Med*, 2007. № 18. P. 2303–2308.

MINERAL DEPOSITS OF THE CAVE TAVRIDA (PIEDMONT CRIMEA)

***Chervyatsova O. Ya.¹, Potapov S.S.², Kiseleva D.V.³, Tishenko A.I.⁴, Kasatkin A.V.⁵,
Tokarev S.V.⁴, Amelichev G.N.⁴, Vahrushev B. A.⁴***

¹*State Natural Biosphere Reserve "Shulgan-Tash", Irgizly, Bashkortostan, Russian Federation;*

²*Institute of Mineralogy, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Miass, Russian Federation;*

³*Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation;*

⁴*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy, Simferopol, Russian Federation;*

⁵*A.E. Fersman Mineralogical Museum of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

The article presents the first results of studies of the deposits of the Tavrida Cave (Piedmont Crimea). Tavrida Cave was discovered during the construction of the federal highway in the Belogorsky district of the Republic of Crimea in June 2018. The cave is a horizontal maze, the length of which at the time of the survey was 1238 m. This is a classic object of the Crimean hypogenic karst formed in Paleo-artesian conditions, with an upward flow of water under pressure from the sediments of the Mazan Formation to overlying Eocene limestones. The cave is located in the nummulite limestones of the Ypres-Ljutet tiers of the Lower-Middle Eocene (Simferopol Formation). The limestones are characterized by high chemical purity (CaCO_3 94.58-97.89 % of the mass).

The cave is a unique paleozoological object and one of the oldest in the territory of the Russian Federation cave locations of fossil fauna, containing bone remains of Early Pleistocene animals about 1.8-1.5 million years old.

The article presents the first results of studies of cave mineral deposits. Observations and sampling were performed in July and August 2018. Laboratory studies were carried out on the basis of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, the Institute of Mineralogy of the Ural Branch of the RAS (Miass), the Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the RAS (Yekaterinburg), as well as in the laboratories of the A.E. Fersman Mineralogical Museum RAS (Moscow) and the Department of Earth Sciences of the University of Padua (Padua, Italy). The following research methods were used in the work: X-ray diffraction, differential thermal analysis (DTA), optical microscopy, scanning electron microscopy (SEM) with energy dispersive spectroscopy (EDS).

As a result of the research, a number of patterns were revealed that made it possible to understand some aspects of the cave evolution at the epigenetic stage of evolution.

It has been revealed that modern clay deposits of the cave are mainly of allochthonous origin. The marker of sediment genesis is Fe-montmorillonite, which prevails in the composition of red clays. The origin of Fe-montmorillonite is associated with weathering of volcanic rocks of the Southern coastal massifs, with further denudation of the weathering crust and redeposition in the foothill and lowland Crimea, which occurred in the Pliocene.

Is also described specific type of cave deposits (carbonate sands), which is the eluvium of the host carbonate rocks, formed under conditions of physical weathering and chemical corrosion. Most likely, this type of sediment is generated in near-surface conditions during the formation of limestone weathering crust.

It was revealed that epigenetic mineral formation in the cave is mainly associated with the diagenesis of zoogenic sediments of the Early Pleistocene age (bones, guano bats). The following secondary minerals of the cave are characterized: hydroxylapatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$), whitlockite ($\text{Ca}_9\text{Mg}(\text{PO}_4)_6(\text{HPO}_4)$), gypsum ($\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$), celestine (SrSO_4), barite (BaSO_4), todorokite ($(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K})_2(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{3+})_6\text{O}_{12} \times 3-4.5 \text{H}_2\text{O}$). The development of phosphate mineralization occurred at the contact between clay deposits saturated with organic matter and carbonate rocks, where an alkaline geochemical barrier was formed. The distribution of sulfate mineralization is most likely also associated with

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА
(ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

organic oxidation processes - since this process is accompanied by the release of sulfuric acid. The abundant development of hydroxide-manganese mineralization (todorokite) indicates periodic fluctuations in the redox conditions in cave deposits and, presumably, occurred with the participation of manganese-oxidizing bacteria.

Were studied the specific weathering processes on the walls of the cave, accompanied by the accumulation of visco-plastic material, which is the residual product of selective corrosion of limestone - presumably under the influence of aggressive condensation water. The extensive development of epigenetic phosphate and sulfate mineralization that we have established that is associated with the oxidation of zoogenic deposits makes the Tavrida Cave a unique karst object of the Piedmont Crimea and requires further study.

Keywords: Piedmont Crimea, hypogenic karst, Tavrida cave, cave deposits, cave minerals, phosphates, sulfates, manganese hydroxides.

Reference

1. Amelichev G. N. Ocenka resursnogo potenciala peshery Tavrida (Predgornyj Krym) (Assessment of the resource potential of the cave Tavrida (Piedmont Crimea)). Geopolitika i jekogedynamika regionov. Tom 5 (15), no 2, 2019, pp. 196–213 (in Russian).
2. Lopatin A.V., Vislobokova I.A., Lavrov A.V., Startsev D.B., Gimranov D.O., Zelenkov N.V., Maschenko E.N., Sotnikova M.V., Tarasenko K.K., Titov V.V. The Taurida Cave, a new locality of Early Pleistocene vertebrates in Crimea. Doklady Biological Sciences, 2019, V. 485, pp. 40–43
3. GOST 12536-2014 Grunty. Metody laboratornogo opredelenija granulometricheskogo (zernovogo) i mikroagregatnogo sostava (Soils. Laboratory methods for the determination of particle size (grain) and microaggregate composition) (in Russian).
4. Kopachev L.F., Lygina E.A., Nikishin A.M., Jakovishina E.V. Krymskaja jeocenovaja nummulitovaja banka (Crimean Eocene Nummulite Bank). Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 4. Geologija, 2008, no 3, pp. 64-66 (in Russian).
5. Otchet o rezul'tatah rabot po ob#ektu «Ocenka sovremennogo sostojanija resursnoj bazy tverdyh poleznyh iskopaemyh na territorii Respubliki Krym. Podgotovka rekomendacij po osvoeniju i izucheniju uchastkov nedr v sootvetstvii s zadachami social'no-jekonomicheskogo razvitija regiona» (etap 1) (Report on the results of work on the object «Assessment of the current state of the resource base of solid minerals in the Republic of Crimea. Preparation of recommendations for the development and study of subsoil areas in accordance with the tasks of the socio-economic development of the region» stage 1)). Gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatje Respubliki Krym «Krymgeologija», Krymskaja kompleksnaja geologorazvedochnaja partija, Simferopol', 2015 (in Russian)
6. Judovich Ja. Je., Ketris M. P. Osnovy litohimii. (Foundations of lithochemistry). SPb.: Nauka, 2000, p. 479 (in Russian).
7. Judovich Ja.Je., Ketris M.P. Geohimicheskie indikatory litogeneza (litologicheskaja geohimija) (Geochemical indicators of lithogenesis (lithological geochemistry)). Syktyvkar: Geoprint, 2011, 742 p. (in Russian).
8. Dobrovol'skij V.V. Krasnocvetnye obrazovanija Kryma i ih paleogeograficheskoe znachenie (Red-colored formations of Crimea and their paleogeographic significance). Vestnik Moskovskogo universiteta, no 1, M: 1968, p. 46-50 (in Russian).
9. Dubljanskij V.N., Vahrushev B.A., Amelichev G.N., Shutov Ju.I. Krasnaja peshhera. Opyt kompleksnyh karstologicheskikh issledovanij (Red cave. Experience in complex karstological research). Pod red. prof. Dubljanskogo V.N. M.: Izd. RUDN, 2002, p 190 (in Russian).
10. Sistematika i klassifikacii osadochnyh porod i ih analogov (Systematics and classification of sedimentary rocks and their analogues). SPb: Izd-vo Nedra, 1998, p. 351 (in Russian).

11. Vahrushev B.A. O geneticheskom sodержanii karstovogo rel'efoobrazujushhego processa (On the genetic content of the karst relief-forming process), *Speleologija i karstologija*, no 2, 2009, pp. 30-35 (in Russian).
12. Silaev V.I., Simakova Ju.S., Parshukova M.N., Gimranov D.O. Kostenosnye jeljuvial'nye grunty v Imanajskoj peshhere na Juzhnom Urale (Bone-bearing eluvial soils in the Imanaiskaya cave in the Southern Urals). *Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Nauchnye chteniya pamjati P.N. Chirvinskogo*, no 21, Perm, 2018, pp. 168-184 (in Russian).
13. Shun'kov M.V., Kulik N.A., Kozlikin M.B., Sokol Je.V., Miroshnichenko L.V., Ul'janov V.A. Fosfatnaja mineralizacija plejstocen-golocenovyh otlozhenij vostochnoj galerei Denisovoj peshbery (Phosphate mineralization of the Pleistocene-Holocene deposits of the eastern gallery of Denisova Cave). *Doklady Akademii nauk*, 2018, T. 478, no 3, pp. 318-322 (in Russian).
14. Dumitraş D.G., Marincea Ş. Apatite-(CaOH) in the fossil bat guano deposit from the «dry» Cioclovina Cave, Sureanu Mountains, Romania. *The Canadian Mineralogist*, Vol. 46, 2008, pp. 463-477.
15. Onac B.P., Vereş D.S. Sequence of secondary phosphates deposition in a karst environment: evidence from Măgurici Cave (Romania). *Eur. J. Mineral*, 2003, 15, pp. 741-745.
16. Zanin Yu. N., Tsykin R.A., Dar'in A.V. Phosphorites of the Arkheologicheskaya Cave (Khakassia, East Siberia) // *Lithology and Mineral Resources*, Vol. 40, no. 1, 2005, pp. 48-55.
17. Audra P., De Waele J., Bentaleb I., Chroňáková A., Křišťůfek V., D'Angeli I.M., Carbone C., Madonia G., Vattano M., Scopelliti G., Cailhol D., Vanara N., Temovski M., Bigot J.-Y., Nobécourt J.-C., Galli E., Rull F. and Sanz-Arranz A. Guano-related phosphate-rich minerals in European caves. *International Journal of Speleology*, 48 (1), Tampa, FL, 2019, p. 75-105.
18. Stefanovskij V.V. Litologija i vozrast speleogennyh obrazovaniy Juzhnogo Urala (Lithology and age of speleogenic formations of the Southern Urals). *Ural'skij geologicheskij zhurnal*, 2002, no 6 (30), pp.3-16 (in Russian).
19. Karkanis P., Rigaud J. P., Simek J. F., Albert R. M., & Weiner S. Ash bones and guano: a study of the minerals and phytoliths in the sediments of Grotte XVI, Dordogne, France. *Journal of Archaeological Science*, 29(7), 2002, pp. 721-732.
20. Zadorozhnaja L. P., Suprychev V. A. Gipergennyj karbonatapatit (podolit) iz zapolnitelja karstovyh polostej verhnjeurskikh izvestnjakov Gornogo Kryma (Hypergenic carbonatapatite (podolite) from the filler of karst cavities of the Upper Jurassic limestones of the Crimean Mountains). *Doklady AN SSSR*, T. 199, no 5, 1971, pp. 1142-1145 (in Russian).
21. Tishhenko A.I. Mineraly gruppy apatita i brushit v peshherah Tavrskaja i Zmeinaja (Predgornyj Krym) (Minerals of the apatite and brushite group in the Taurus and Zmeinaya caves (Piedmont Crimea)). *Uchjonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografija. Geologija*, Tom 3 (69), no 2, 2017, pp. 198-206 (in Russian).
22. Bannister F., Bennett H., – Whitlockite from Sebdu, Oran, Algeria. *Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society*, 28, 1947, pp.29-30.
23. Peréz Martínez J.J. & Wiggen R.W., Los depositos de fosforitas de Salsimas Hidalgo y Ayancual, Estado de Nuevo León. *México Instituto Nacional para la Investigacion de Recursos Minerales Boletin*, 32, 1953 pp. 1-33.
24. Onac B.P., Mylroie J. E., White W.B. Mineralogy of cave deposits on san Salvador island, Bahamas // *Carbonates and Evaporites*, v. 16, no. 1, 2001, pp. 8-16
25. Forti P., Galli E., Rossi A. Peculiar minerogenetic cave environments of Mexico: the Cuatro Ciénegas area, *Acta Carsologica* 35/1,2006, pp. 79-98
26. Puşcaş C. M., Kristály F., Stremţan C.C., Onac B. P., Effenberger H. S. Stability of cave phosphates: Case study from Liliecilor Cave (Trascău Mountains, Romania) // *N. Jb. Miner. Abh. (J. Min. Geochem.)* 191/2, 2014, pp. 157-168
27. Wurster C.M., Munksgaard N., Zwart C., Bird M. The biogeochemistry of insectivorous cave guano: a case study from insular Southeast Asia. *Biogeochemistry*, no 124(1-3), 2015, pp. 163-175.
28. Tishhenko A.I. Минералогическая изученность карстовых полостей Крыма. *Спелеология и карстология*, №2, 2009, no 1. pp. 81- 84.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА
(ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

29. Onac B.P. Mineralogy of speleothems from caves in the Padurea Craiului Mountains (Romania), and their palaeoclimatic significance. *Cave and Karst Science*, 23 (3), 1996, pp. 109-124.
30. Calvert S.E., Pedersen T.F. Sedimentary geochemistry of manganese; implications for the environment of formation of manganiferous black shales. *Economic Geology*, 91 (1), 1996, pp. 36-47.
31. Northup E., Lavoie K.H. Geomicrobiology of caves: a review. *Geomicrobiology journal*, 2001, Vol. 3, pp. 199-222.
32. Cailleau, G., Verrecchia, E.P., Braissant, O. & Emmanuel, L. 2009. The biogenic origin of needle fibre calcite. *Sedimentology*, 1956: pp. 1858–1875.
33. Bindschedler, S., Millière, L., Cailleau, G., Job, D., Verrecchia, E. P. Calcitic nanofibres in soils and caves: a putative fungal contribution to carbonatogenesis. *Geological Society, London, Special Publications*, 336(1), 2010, pp. 225-238.
34. Hill C.A., Forti P. *Cave Minerals of the World*, Second Edition: Huntsville, Alabama, National Speleological Society, 1997, 463 p
35. Danielli, H.M.C., Edington, M.A. Bacterial calcification in limestone caves. *Geomicrobiology Journal* 3, 1983, pp. 1–16.
36. Verrecchia, E.P., Verrecchia, K.E. Needle-fiber calcite; a critical review and a proposed classification. *Journal of Sedimentary Research*, no. 64, 1994, pp. 650–664.
37. Borsato, A., Frisia, S., Jones, B., & Van Der Borg, K. Calcite moonmilk: crystal morphology and environment of formation in caves in the Italian Alps. *Journal of sedimentary research*, 70(5), 2000, pp. 1171-1182.
38. Lacelle, D., Lauriol, B., & Clark, I. D. Seasonal isotopic imprint in moonmilk from Caverne de l'Ours (Quebec, Canada): implications for climatic reconstruction. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 41(12), 2004, pp. 1411-1423.
39. Jones B., Peng X. Abiogenic growth of needle-fiber calcite in spring towers at Shiqiang, Yunnan Province, China. *Journal of Sedimentary Research*, 2014, T. 84, no. 11, pp. 1021-1040.
40. Cailhol D., Audra P., Nehme C., Nader F. H., Garašić M., Heresanu V., Gucl S., Charalambidou I., Satterfield L., Cheng H., Edwards R.L. The contribution of condensation-corrosion in the morphological evolution of caves in semi-arid regions: preliminary investigations in the Kyrenia Range, Cyprus. *Acta Carsologica*, 48/1, 5-27, 2019, pp. 6-27.
41. Merino A., Fornós J.J., Mulet A. and Ginés J., Morphological and mineralogical evidence for ancient bat presence in Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca, Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 48 (2), 2019, p. 115-131.
42. Li Y., Weng W. In vitro synthesis and characterization of amorphous calcium phosphates with various Ca/P atomic ratios. *J Mater Sci: Mater Med*, 2007, no 18, pp. 2303–2308.

Поступила в редакцию 09.11.2019

РАЗДЕЛ 5.
ГИДРОЛОГИЯ, ОКЕАНОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

УДК 551.583

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ
ВИДИМОСТИ В БЕРЕГОВЫХ ЗОНАХ ИЗ-ЗА ВЛИЯНИЯ
ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ НА СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО
АЭРОЗОЛЯ**

Асадов Х.Г., Абасзаде Ф.Г

*Национальное аэрокосмическое агентство, г.Баку, Азербайджанская Республика
E-mail: asadzade@rambler.ru*

Статья посвящена эффекту экстремальной видимости в береговых зонах и его теоретическому пояснению. Проанализирован механизм взаимосвязи основных показателей и факторов, характеризующих влияния аэрозоля на метеорологическую видимость в береговой зоне под воздействием относительной влажности. Показано, наличие экстремального характера зависимости метеорологической видимости в береговой зоне в зависимости от относительной влажности. Изложено экспериментальное подтверждение наличия экстремума видимости в зависимости от относительной влажности.

Ключевые слова: видимость, влажность, увлажнение, аэрозоль, атмосфера.

ВВЕДЕНИЕ

Метеорологическое определение видимости означает такую дистанцию, на которой контраст исследуемого объекта по отношению к фону равен пороговому контрасту наблюдателя [1,2].

Обычно видимость ниже 2 км считается плохой видимостью, которая может вызвать чрезвычайные ситуации или проблемы, связанные с общественной безопасностью [3]. В типичных случаях, при благоприятной атмосферной обстановке видимость может достигать 100км. Основной причиной уменьшения видимости при отсутствии осадков в дневное время является рассеяние или поглощение света молекулами газов или аэрозольными частицами. В тоже время, такие метеорологические факторы как температура (Т), относительная влажность, скорость ветра, направление ветра косвенно влияют на видимость, оказывая влияние на атмосферные газы и аэрозольные частицы.

Например, ветер может вызвать поток морского аэрозоля, температура может повлиять на процесс генерации вторичного органического аэрозоля, а влажность из-за гигроскопичности аэрозольных частиц может существенно повлиять на метеорологическую видимость [4].

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ВИДИМОСТИ В БЕРЕГОВЫХ ЗОНАХ...

Процессы индустриализации и урбанизации неизбежно приводят к загрязнению атмосферного воздуха различными малыми газами и аэрозолями. Это, в свою очередь, вызывает ослабление видимости. Применительно к атмосферному аэрозолю дополнительным фактором, вызывающим дальнейшее ухудшение видимости, является гигроскопичность аэрозоля, т.е. свойство гидрофильных аэрозолей расти под воздействием влаги, содержащейся в воздухе. Такой рост приводит к изменению оптических характеристик аэрозоля [5÷9]. Такое изменение оптических характеристик аэрозоля приводит к изменению метеорологической видимости.

Как было показано в [10], на основе показаний 136 метеорологических станций, измеряющих относительную влажность воздуха, а также измеренных значений видимости, эти физические величины сильно коррелируют, т.е. рост относительной влажности приводит к уменьшению видимости, и наоборот. В работах [11, 12] было показано, что общее колонное количество водяных паров в атмосфере имеет значительную положительную корреляцию с оптической толщиной атмосферного аэрозоля.

В работе [13] было отмечено, что химический состав аэрозоля оказывает влияния на оптические свойства аэрозоля, в частности на альbedo однократного рассеяния. В частности, в работе [14] было показано, что сульфаты, нитраты и органический углерод содействуют уменьшению видимости в следующих пропорциях: 42.2%, 24.9% и 15.7%. Уменьшению видимости также содействуют вторичные гигроскопичные аэрозоли [15]. В то же время в состав атмосферного аэрозоля входит гидрофобная минеральная пыль, оптические характеристики которой существенно отличны от гидрофильных аэрозолей.

В настоящей статье мы рассмотрим совместное влияния гидрофобных и гидрофильных аэрозольных частиц на метеорологическую видимость с учетом особенностей реакции этих типов аэрозолей на относительную влажность воздуха.

МЕХАНИЗМ СОВМЕСТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОФИЛЬНЫХ И ГИДРОФОБНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ НА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКУЮ ВИДИМОСТЬ В БЕРЕГОВЫХ ЗОНАХ

Указанный показатель определяется в качестве отношения коэффициента ослабления к сухой массовой концентрации аэрозоля.

Основными факторами, влияющими на видимость в береговой зоне, являются:

1. Направление ветра: (а) с моря на континент; (б) с континента на море. Очевидно, что в первом случае в береговой зоне будут преобладать гидрофильные сульфатные и нитратные аэрозоли, а во втором случае будут преобладать гидрофобная минеральная аэрозоль.

2. Относительная влажность воздуха (RH). Очевидно, что при росте RH процентное количество гидрофильных аэрозолей будет расти, что приведет к уменьшению видимости.

Основными показателями, характеризующими влияние гидрофобных и гидрофильных типов аэрозоля на видимость, являются:

1. Процентное количество указанных типов аэрозоля при фиксированной величине относительной влажности.
2. Показатель массового ослабления оптического сигнала (Mass extinction efficiency (МЕЕ)).

Графически взаимосвязь вышеуказанных показателей и факторов отражено на рис.1.

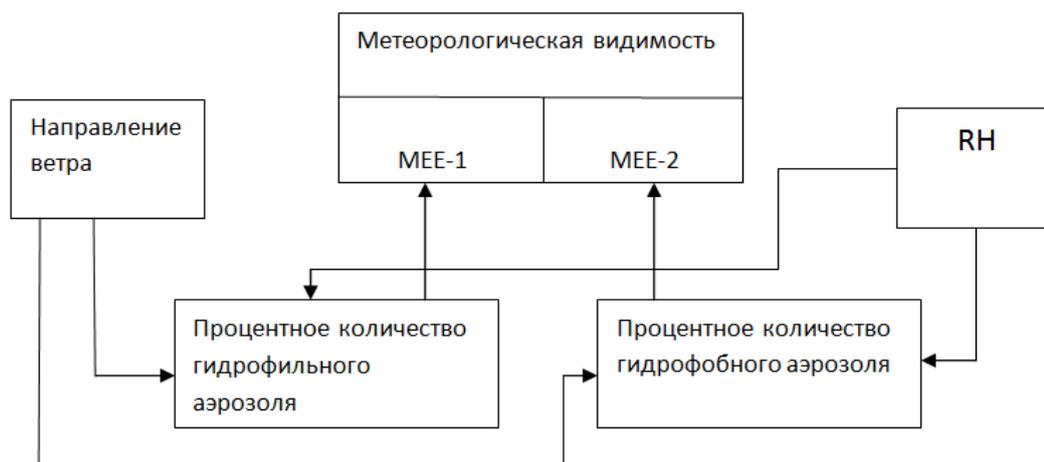


Рис.1. Графическое отображение взаимосвязи основных показателей и факторов, характеризующих влияние аэрозоля на метеорологическую видимость в береговой зоне

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ ЭФФЕКТА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ВИДИМОСТИ В БЕРЕГОВЫХ ЗОНАХ

Рассмотрим случай, когда фактор ветра стабилен и процентное количество гидрофильных аэрозолей в береговой зоне не изменяется из-за ветра.

Подробно рассмотрим результат воздействия относительной влажности на общее количество гидрофильных аэрозолей. В соответствии с результатами экспериментально – модельных исследований, приведенных в [16] изменение долевого количества сульфатного (SO₄²⁻) аэрозоля в зависимости от относительной влажности может быть аппроксимировано выражением [16]

$$\gamma_1 = 0.436 \cdot \exp\left[\frac{(RH\%)}{21.8}\right] + 11.8 \quad (1)$$

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ВИДИМОСТИ В БЕРЕГОВЫХ ЗОНАХ...

Соответствующая скатерограмма и регрессионная кривая показана на рис.2. Также, в соответствии с [5], изменение долевого количества минерального пылевого аэрозоля в зависимости от относительной влажности может быть аппроксимировано выражением [16]

$$\gamma_1 = 0139 \cdot \exp\left[\frac{(-RH\%)}{93.1}\right] - 34.0 \quad (2)$$

Соответствующая скатерограмма и регрессионная кривая показана на рис.3. Суммарная доля сульфатных и минеральных пылевых аэрозольных частиц определим как:

$$\gamma_0 = \gamma_1 + \gamma_2 = 0.436 \cdot \exp\left[\frac{(RH\%)}{21.8}\right] + 11.8 + 139 \cdot \exp\left[\frac{(-RH\%)}{93.1}\right] - 34.0 \quad (3)$$

Исследуем выражение (3) на экстремум. Первая производная γ_0 по $RH\%$ получена в виде (далее знак % опускается)

$$\frac{d\gamma_0}{dRH} = \frac{0.436}{21.8} \cdot \exp\left[\frac{(RH\%)}{21.8}\right] - \frac{139}{93.1} \cdot \exp\left[\frac{(-RH\%)}{93.1}\right] \quad (4)$$

Приравнивая выражение (4) к нулю получим

$$\frac{0.436 \cdot 93.1}{21.8 \cdot 139} = \exp\left[\frac{-RH}{93.1} - \frac{RH}{21.8}\right] \quad (5)$$

Осуществив логарифмирование (5) имеем

$$-RH = \left(\frac{1}{93.1} + \frac{1}{21.8}\right) = \ln\left(\frac{0.436 \cdot 93.1}{21.8 \cdot 139}\right) \quad (6)$$

Из (6) окончательно находим

$$RH = \frac{\ln\left(\frac{21.8 \cdot 139}{0.436 \cdot 93.1}\right)}{\frac{1}{93.1} + \frac{1}{21.8}} \approx 70\% \quad (7)$$

Взяв вторую производную (3) по RH можно показать, что она всегда положительна, т.е. вычислений экстремум является минимумом.

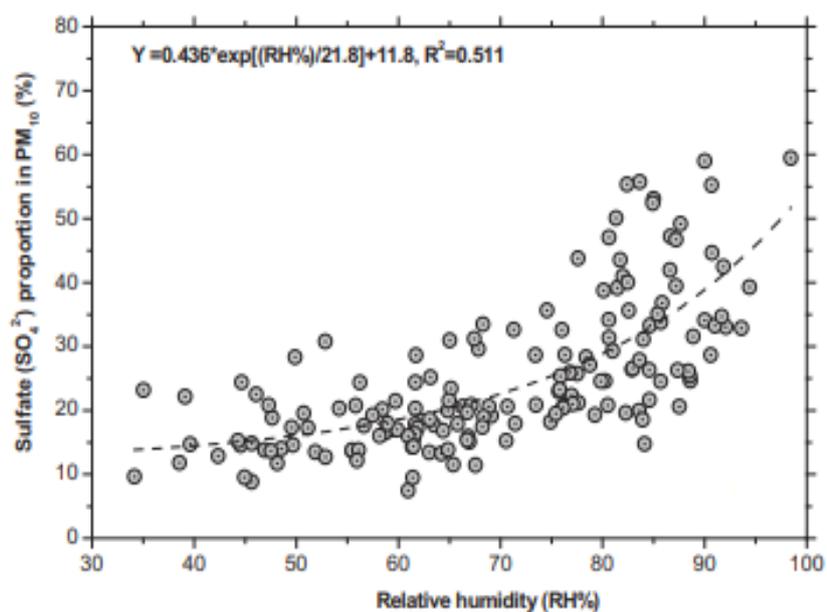


Рис.2. Скатерограмма и регрессионная кривая зависимости долевой величины сульфатного аэрозоля от значения RH [16]

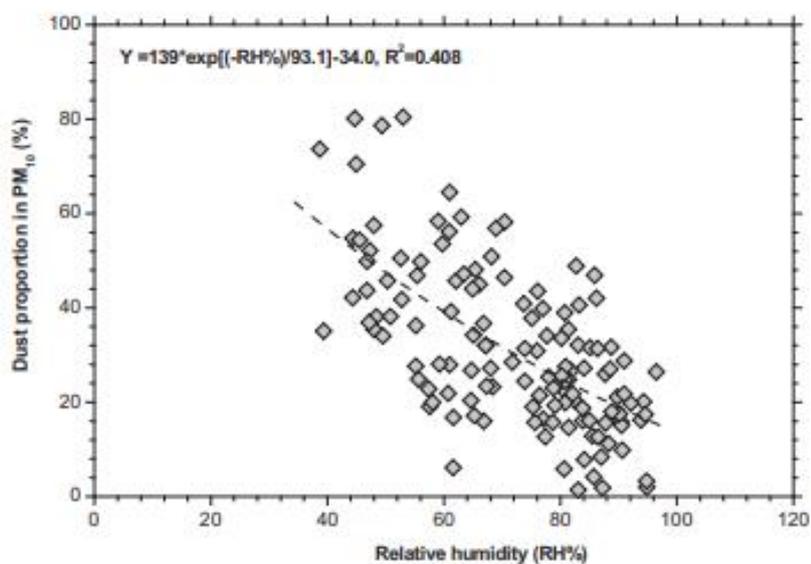


Рис.3. Скатерограмма и регрессионная кривая зависимости долевой величины минерального аэрозоля от значения RH [16]

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ВИДИМОСТИ В БЕРЕГОВЫХ ЗОНАХ...

Для перехода от долевых оценок соответствующих типов аэрозоля к массовой эффективности ослабления оптического сигнала в первом приближении примем, что согласно результатам экспериментальных исследований, проведенных в [16], соответствующий показатель эффективности для сульфатного аэрозоля на порядок выше, чем у минерального аэрозоля. Следовательно, для указанного перехода можно воспользоваться следующим выражением [16]

$$Y = 0.240x \quad (8)$$

где Y – массовая эффективность ослабления;

x – долевая величина рассмотренных типов аэрозоля в PM_{10} .

Далее, для перехода от показателя массовой эффективности ослабления к видимости можно учесть приведенные в [16] зависимости:

$$VIS = a_1 \cdot Y^{-b_1} \quad (9)$$

где VIS – метеорологическая видимость;

$a_1, b_1 = \text{const}$.

Следовательно, вычисленный минимум по показателю Y приведет к максимуму в величине VIS .

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЭФФЕКТА МАКСИМУМА ВИДИМОСТИ В БЕРЕГОВЫХ ЗОНАХ ПРИ ВЫСОКОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ

Экспериментальное подтверждение эффекта максимума видимости в береговых зонах при высокой относительной влажности можно найти в работе [17]. Измерения проводились в зоне дельты реки Нигер, в береговом городе Порт – Харкорт, Лагоса [17]. Как отмечается в этой работе атмосфера города загружена как морским соевым аэрозолем, так и минеральным аэрозолем, поступающим с континента. Результаты экспериментальных исследований, проведенных в этой работе приведены на рис. 4 [17]. Как видно из этого рисунка при значении $RH=80\%$ наблюдается минимум ослабления оптического сигнала, т.е. максимальная видимость.

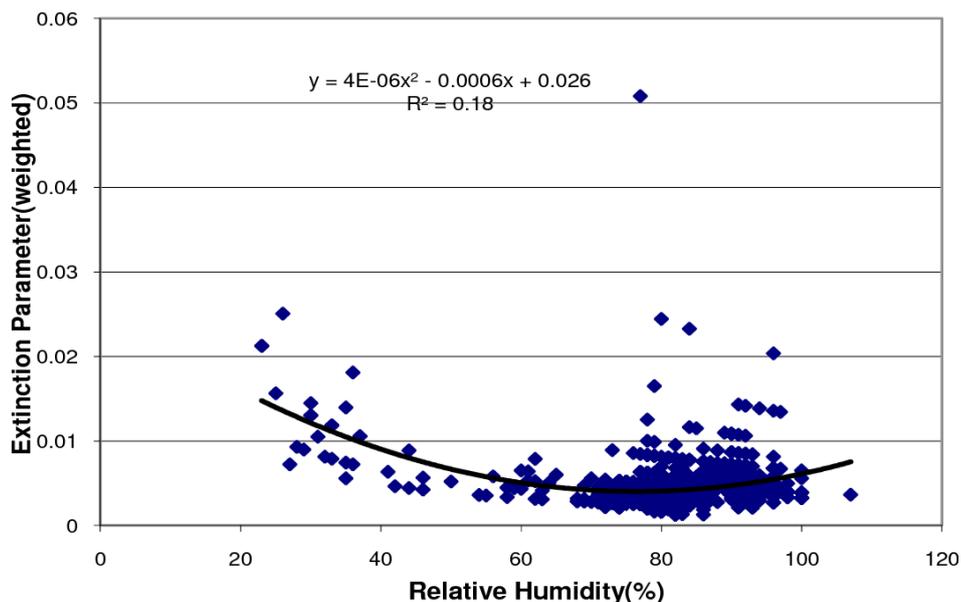


Рис.4. Экспериментально снятая регрессионная зависимость ослабления оптического сигнала от величины относительной влажности [17]

ВЫВОДЫ

Таким образом, показано, что в береговых индустриальных зонах возможен экстремальный характер зависимости видимости от относительной влажности. Теоретически предсказанный эффект максимума видимости в береговых зонах при высокой относительной влажности подтверждается результатами экспериментальных исследований, проведенных в [17].

В заключение сформулируем основные выводы проведенного исследования:

1. Проанализирован механизм взаимосвязи основных показателей и факторов, характеризующих влияние аэрозоля на метеорологическую видимость в береговой зоне под воздействием относительной влажности.
2. Показано, наличие экстремального характера зависимости метеорологической видимости в береговой зоне от относительной влажности.
3. Изложено экспериментальное подтверждение наличия зависимости экстремума видимости от относительной влажности.

Список литературы

1. WMO: International meteorological Vocabulary. World Meteorological Organization. WMO – NO. 182. Geneva, Switzerland. 1992.
2. WMO: Manual on the Global Observing System. Volume I – Global Aspects. World Meteorological Organization. WMO – No. 544. Geneva, Switzerland. 2015.
3. Doyle M, Darling S. Visibility trends in the UK 1950-1997// Atmos. Environ. 2002. Vol. 36. Pp. 3161-3172.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ВИДИМОСТИ В БЕРЕГОВЫХ ЗОНАХ...

4. Harrison R. M., Jones A. M., Lawrence R. G. Major component composition of PM10 and PM2.5 from roadside and urban background sites// Atmos. Environ. 2004. Vol. 38. Pp. 4531-4538.
5. Zieger P., Fierz – Schmidhauzer R., Weingartner E., Baltensperger U. Effects of relative humidity on aerosol light scattering: results from different European sites// Atmos. Chem. Phys. 2013. Vol. 13. Pp. 10609-10631. <http://dx.doi.org/10.5194/acp-13-10609-2013> .
6. Chylek P., Vieden G., Ngo D., Pinnick R. G., Klett J. D. Effect of black carbon on the optical properties and climate forcing of sulfate aerosols// J. Geophys. Res. 1995. Vol. 100(D8). Pp. 16325-16332.
7. Kotchenruther R. A., Hobbs P. V., Hegg D. A. Humidification factors for atmospheric aerosols off the mid – Atlantic coast of the United States// J. Geophys. Res. 1999. Vol. 104 (2). Pp. 2239-2251.
8. Wang J., Jacob D. J., Martin S. T. Sensitivity of sulfate direct climate forcing to the hysteresis of particle phase transition// J. Geophys. Res. 2008. Vol. 113. D22207.
9. Rastak N., Silvergen S., Zieger P., Wideqvist U., Strom J., Svennhansson B., Maturilli M., Tesche M., Ekman A. M. L., Tunved P., Riipenen I. Seasonal variation of aerosol water uptake and its impact on the direct radiative effect at Ny – Alesund, Svalbard// Atmos. Chem. Discuss. 2014. Vol. 14. Pp. 7067-7111.
10. Qu. W., Wang J., Zhang X., Yang Z., Gao S. Effect of cold wave on winter visibility over eastern China// J. Geophys. Res. 2014.
11. Eck T. F., Holben B., Neid J. S., Sinyuk A., Dubovik O., Smirnov A., Giles D., Oneill N. T., Tsay S. C., Ji Q., Mandoos A. A., Khan M. R., Reid E. A., Schafer J. S., Sorokine M., Newcomb W., Slutsker I. Spatial and temporal variability of column – integrated aerosol optical properties in the southern Arabian Gulf and United Arab Emirates in summer// J. Geophys. Res. 2008. Vol. 113. D01204. <http://dx.doi.org/10.1029/2007JD008944> .
12. Smirnov A., Holben B., Dubovik O., Oneill N. T., Eck T. F., Westphal D. L., Goroch A. K., Pietras C., Slutsker I. Atmospheric aerosol optical properties in the Persian Gulf// J. Atmos. Sci. 2002. Vol. 59(3). Pp. 620-634.
13. Li. L., Chen J., Wang L., Melluki W., Zhou H. Aerosol single scattering albedo affected by chemical composition: an investigation using CRDS combined with MARGA// Atmos. Res. 2013. Vol. 124. Pp. 149-157.
14. Jung J., Lee H., Kim Y. J., Liu X., Zhang Y., Gu J., Fan S. Aerosol chemistry and the effect of aerosol water content on visibility impairment and radiative forcing in Guanzhou during the 2006 Pearl River Delta campaign// J. Environ. Manag. 2009. Vol. 90. Pp. 3231-3244.
15. Zhao X. J., Zhao P. S., Xu J., Meng W., Pu W. W., Dong F., He D., Shi Q. F. Analysis of a winter regional haze event and its formation mechanism in the North China Plain// Atmos. Chem. Phys. 2013. Vol. 13. Pp. 5685-5696.
16. Qu W. J., Wang J., Zhang X. Y., Wang D., Sheng L. F. Influence of relative humidity on aerosol composition: Impacts on light extinction and visibility impairment at two sites in ciast5al area of China// Atmospheric Research. 2015. Vol. 153. Pp. 500-511.
17. Okey K. Nwofor, Ph.D. Seasonal levels of meteorological visibility at Port – Harcourt Nigeria and Possible links to aerosol loading and humidification// The Pasific Journal of Science and Technology. November 2010. Vol.11. No.2. Pp.544. URL: <http://www.akamaiuniversity.us/PJST.htm> .

**RESEARCH OF EFFECT OF EXTREME METEOROLOGICAL VISIBILITY AT
THE COASTAL ZONES DUE TO INFLUENCE OF RELATIVE HUMIDITY ON
CONTENT OF ATMOSPHERIC AEROSOL**

Asadov H.H., Abaszadeh F.G.

*National Aerospace Agency, Baku city, Azerbaijan Republic
E-mail: asadzade@rambler.ru*

Meteorological visibility is determined as such a distance at which the contrast of object equals to limiting contrast of observer. Absorption of light by gas molecules and aerosol particles is major reason for decrease of visibility at day time.

The meteorological visibility is also under indirect effect of such atmospheric factors as temperature, relative humidity, wind speed, wind direction. Atmospheric gases and aerosol particles also impacts on visibility. Hygroscopicity of atmospheric aerosol is an additional factor leading to decrease of visibility. The reason is hydro feeling property of aerosol, i.e. ability of such type of aerosols to increase the geometrical sizes absorbing humidity contained in air. Such an increase of sizes leads to change of aerosols optical parameters. Results of multiple experimental researches show that humidification of atmospheric aerosol is accompanied by decrease of meteorological visibility.

It is explained by increase of absorbed and reflected part of optical radiation. The fact of humidification of aerosol is physically confirmed by strong positive correlation between total column amount of water vapors in atmosphere and optical depth of atmospheric aerosol. In the article the joint effect of hydrophobic and hydrophilic aerosol particles on meteorological visibility taking into account specificity of reaction of such type of aerosols on relative humidity of air.

The effect of such factor as wind direction is analyzed. When the wind direction is from sea to continent the hydrophilic sulphate and nitrate aerosol will dominate but if wind is directed from continent to sea the hydrophobic mineral aerosol will dominate. It is proved mathematically that in coastal industrial zones the extreme character of dependence of visibility on relative humidity is possible. The theoretically predicted effect of maximum visibility is confirmed by results of known experi

References

1. WMO: International meteorological Vocabulary. World Meteorological Organization. WMO – NO. 182. Geneva, Switzerland. 1992.
2. WMO: Manual on the Global Observing System. Volume I – Global Aspects. World Meteorological Organization. WMO – No. 544. Geneva, Switzerland. 2015.
3. Doyle M, Darling S. Visibility trends in the UK 1950-1997// Atmos. Environ. 2002. Vol. 36. Pp. 3161-3172.
4. Harrison R. M., Jones A. M., Lawrence R. G. Major component composition of PM10 and PM2.5 from roadside and urban background sites// Atmos. Environ. 2004. Vol. 38. Pp. 4531-4538.
5. Zieger P., Fierz – Schmidhauzer R., Weingartner E., Baltensperger U. Effects of relative humidity on aerosol light scattering: results from different European sites// Atmos. Chem. Phys. 2013. Vol. 13. Pp. 10609-10631. <http://dx.doi.org/10.5194/acp-13-10609-2013> .
6. Chylek P., Vieden G., Ngo D., Pinnick R. G., Klett J. D. Effect of black carbon on the optical properties and climate forcing of sulfate aerosols// J. Geophys. Res. 1995. Vol. 100(D8). Pp. 16325-16332.
7. Kotchenruther R. A., Hobbs P. V., Hegg D. A. Humidification factors for atmospheric aerosols off the mid – Atlantic coast of the United States// J. Geophys. Res. 1999. Vol. 104 (2). Pp. 2239-2251.
8. Wang J., Jacob D. J., Martin S. T. Sensitivity of sulfate direct climate forcing to the hysteresis of particle phase transition// J. Geophys. Res. 2008. Vol. 113. D22207.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ВИДИМОСТИ В БЕРЕГОВЫХ ЗОНАХ...

9. Rastak N., Silvergen S., Zieger P., Wideqvist U., Strom J., Svennhansson B., Maturilli M., Tesche M., Ekman A. M. L., Tunved P., Riipenen I. Seasonal variation of aerosol water uptake and its impact on the direct radiative effect at Ny – Alesund, Svadbard// *Atmos. Chem. Discuss.* 2014. Vol. 14. Pp. 7067-7111.
10. Qu. W., Wang J., Zhang X., Yang Z., Gao S. Effect of cold wave on winter visibility over eastern China// *J. Geophys. Res.* 2014.
11. Eck T. F., Holben B., Neid J. S., Sinyuk A., Dubovik O., Smirnov A., Giles D., Oneill N. T., Tsay S. C., Ji Q., Mandoos A. A., Khan M. R., Reid E. A., Schafer J. S., Sorokine M., Newcomb W., Slutsker I. Spatial and temporal variability of column – integrated aerosol optical properties in the southern Arabian Gulf and United Arab Emirates in summer// *J. Geophys. Res.* 2008. Vol. 113. D01204. <http://dx.doi.org/10.1029/2007JD008944> .
12. Smirnov A., Holben B., Dubovik O., Oneill N. T., Eck T. F., Westphal D. L., Goroch A. K., Pietras C., Slutsker I. Atmospheric aerosol optical properties in the Persian Gulf// *J. Atmos. Sci.* 2002. Vol. 59(3). Pp. 620-634.
13. Li. L., Chen J., Wang L., Melluki W., Zhou H. Aerosol single scattering albedo affected by chemical composition: an investigation using CRDS combined with MARGA// *Atmos. Res.* 2013. Vol. 124. Pp. 149-157.
14. Jung J., Lee H., Kim Y., Liu X., Zhang Y., Gu J., Fan S. Aerosol chemistry and the effect of aerosol water content on visibility impairment and radiative forcing in Guanzhou during the 2006 Pearl River Delta campaign// *J. Environ. Manag.* 2009. Vol. 90. Pp. 3231-3244.
15. Zhao X. J., Zhao P. S., Xu J., Meng W., Pu W. W., Dong F., He D., Shi Q. F. Analysis of a winter regional haze event and its formation mechanism in the North China Plain// *Atmos. Chem. Phys.* 2013. Vol. 13. Pp. 5685-5696.
16. Qu W. J., Wang J., Zhang X. Y., Wang D., Sheng L. F. Influence of relative humidity on aerosol composition: Impacts on light extinction and visibility impairment at two sites in ciast5al area of China// *Atmospheric Research.* 2015. Vol. 153. Pp. 500-511.
17. Okey K. Nwofor, Ph.D. Seasonal levels of meteorological visibility at Port – Harcourt Nigeria and Possible links to aerosol loading and humidification// *The Pasific Journal of Science and Technology.* November 2010. Vol.11. No.2. Pp.544. URL: <http://www.akamaiuniversity.us/PJST.htm> .

УДК 556.532

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТНОГО СТОКА МЕТОДОМ ВОДНОБАЛАНСОВЫХ
РАСЧЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА
ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

Кусаинова А.А., Мезенцева О. В.

*Омский государственный педагогический университет, г.Омск, Российская Федерация,
E-mail: aimarh@mail.ru mezolga@yandex.ru*

В Казахстане на сегодняшний день большой интерес представляет оценка водных ресурсов территории. В связи с недостаточным охватом территории гидрологическими наблюдениями имеющейся гидрометрической информации не всегда хватает для довольно достоверного обоснования проектирования водохозяйственных объектов и организации противопаводочных мероприятий. Следует отметить, в связи с тем, что установка гидрологических постов на водных объектах и обеспечение их гидрометрическими устройствами является затратной, встает вопрос о поиске возможных путей получения гидрологической информации, которые основываются на пространственных обобщениях вероятностных данных стока более долгих гидрометрических рядов. В статье рассмотрены возможности определения местного стока с помощью метода воднобалансовых расчетов на основе использования метеорологической информации.

Ключевые слова: гидрологические посты, метеорологические данные, водный баланс, гидролого-климатические расчеты, местный сток

ВВЕДЕНИЕ

Гидрологическая изученность большей частью вододефицитной территории Северного Казахстана представляет особую актуальность для аграрного природопользования и организации весенних противопаводковых мероприятий. Республиканское Государственное предприятие «Казгидромет» Республики Казахстан подтвердило информацию о том, что количество гидрологических постов на территории Казахстана действительно является недостаточным почти в 2,5 раза [1]. Наибольшего развития сеть гидрологических наблюдений в Казахстане получила в 1980-е годы, когда число гидропостов на реках достигало 500. С 1990-х гг. началась деградация гидрологической сети, когда количество гидрологических постов сократилось почти в три раза от прежней численности до 159 постов. Были ликвидированы службы гидрологических наблюдений и водного кадастра, прекращены водно-балансовые исследования и наблюдения за твердым стоком. С 1999 г. стало улучшаться финансирование сети гидрологических наблюдений, начали восстанавливаться ранее закрытые направления деятельности. С 2000 г. возобновлены работы по подготовке и выпуску гидрологических ежегодников. С 2002 г. за счет бюджетного финансирования планомерно увеличивается количество гидрологических постов.

В то же время на данный момент в Казахстане имеются 328 метеостанций, 307 гидрологических постов, 25 снегомерных станций в горных районах. Данное количество наблюдательных пунктов все же является недостаточным для

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТНОГО СТОКА МЕТОДОМ ВОДОБАЛАНСОВЫХ РАСЧЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ...

проведения полноценного гидрологического мониторинга огромной территории страны. На сегодняшний день принята госпрограмма по развитию агропромышленного комплекса где отражена необходимость увеличения гидрологических постов. По расчетам Всемирной метеорологической организации, для качественного ведения мониторинга за водными объектами на территории Казахстана необходимо не менее 800 гидропостов (рис.1).



Рис. 1. Охват гидрологическим мониторингом водных ресурсов Казахстана (%).

По данным рис. 1 можно увидеть, что водные ресурсы на территории Казахстана недостаточно охвачены гидрологическими наблюдениями. По этой причине имеющейся гидрометрической информации не всегда хватает для достаточно надежного обоснования проектирования водохозяйственных объектов и организации противопаводочных мероприятий. Обеспечение водных объектов гидрометрическими устройствами и создание гидрологических постов требует финансовых затрат. В связи с этим встает вопрос о возможных путях ее получения, которые основываются на пространственных обобщениях вероятностных характеристик стока наиболее длительных гидрометрических рядов. Еще в 1940 г. Великанов М. А. [2] писал: «... чисто гидрометрическое изучение стока должно быть отвергнуто как нереальное и нерациональное и должно быть заменено гидрологическим на основе метода водного баланса».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На сегодняшний день стало возможным определение местного стока с применением метода воднобалансовых расчетов, основанных на метеорологических данных.

Так, метод гидролого-климатических расчетов (ГКР), разработанный профессором Мезенцевым В. С. позволяет производить расчеты на основании данных массовых наблюдений метеорологических станций, причем исходными являются значения атмосферных осадков, температурных и влажностных характеристик, а также гидравлических условий стока и водно-физических характеристик почвогрунтов. Сущность метода подробно изложена в работах Карнацевича И.В. [3]. Математическая модель Мезенцева В.С. описывает преобразование атмосферной влаги (осадков, выпадающих из атмосферы на поверхность водосбора) в испарение и климатический сток с водосбора. При этом уравнение водного баланса для любого интервала времени записывается в виде:

$$H = KX + W_1 - W_2 = Z + Y, \quad (1)$$

где KX – общее увлажнение (исправленные атмосферные осадки), мм.
 W_1, W_2 – запасы влаги в почвогрунтах в начале и конце интервала, мм.
 Z – суммарное испарение, мм.
 Y – суммарный сток (поверхностный и подземный), мм.
 H – суммарное увлажнение, мм; зависящее от процессов стока и испарения.

Данный метод применялся для районирования Западно-Сибирской равнины по признакам увлажнения и теплообеспеченности и широко используется в современной практике для количественной оценки степени гидромелиоративных воздействий на агроландшафты, для исследования элементов водного и теплового балансов и характеристик естественной тепловлагообеспеченности территорий. Полученные гидрологами с помощью метода Мезенцева В.С. и современных его компьютерных реализаций с автоматизацией картографии поля гидролого-климатических характеристик позволяют решать множество практических задач водохозяйственного и агро-мелиоративного направлений, а также выполнять эколого-географические и гидролого-климатические исследования для территорий, слабо изученных в гидрологическом отношении.

Для определения местного стока на основе метеорологических данных с применением метода воднобалансовых расчетов нами была использована разработанная Карнацевичем И. В. и Хрущевым С. А. компьютерная программа «Weather App» [3,4].

Целью данного исследования является определение местного стока и оценка естественной влагообеспеченности территории Северного Казахстана. Новизна работы заключается в применении компьютерной программы «Weather App» для расчетов по суточным интервалам для гидрологически слабо изученной территории Казахстана. Этот подход дает новые возможности, например, для оценки водного режима временных водотоков, на которых не ведутся системные наблюдения за водным режимом. Используемый водно-балансовый метод во второй половине прошлого века был апробирован при расчетах с месячной дискретностью метеоинформации. Современные электронные базы метеорологических данных,

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТНОГО СТОКА МЕТОДОМ ВОДОБАЛАНСОВЫХ РАСЧЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ...

дают возможность использовать метод воднобалансовых расчетов в современной компьютерной его реализации при гидрологических исследованиях в условиях недостаточного увлажненных элементарных водосборов Казахстана даже при отсутствии водотоков [5,6].

В нашем исследовании использовались метеорологические данные метеостанции Петропавловск, расположенной в Северном Казахстане.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Рассмотрим изменчивость местного элементарного годового стока, рассчитанного путем суммирования полученных результатов его суточных значений для метеостанции Петропавловск.

На рисунке 2 показаны ежегодные значения слоя местного стока, полученные расчетом с помощью компьютерной программы «Weather App» по суточным интервалам и последующим суммированием за каждый год для метеостанции Петропавловск за 1956–1999 гг. Максимальное годовые значения слоя местного стока 303,1 мм/год наблюдается в 1994 г. и 298,3 мм/год в 1995 г., минимальное значение 3,9 мм/год в 1958 г. и 4,4 мм/год в 1962 г. (рис.2).

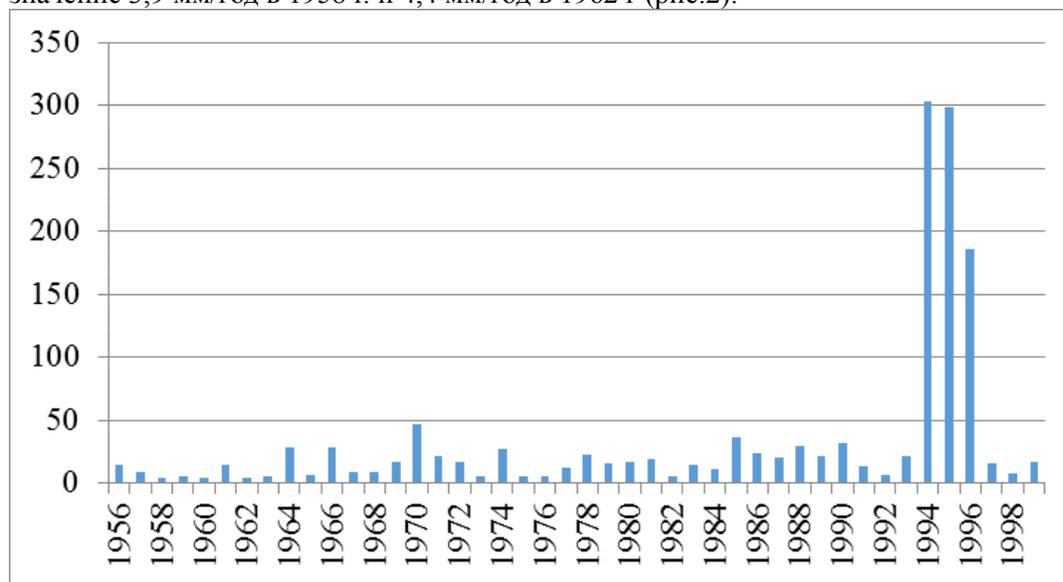


Рис. 2. Изменчивость ежегодных рассчитанных значений слоя местного стока Y (мм/год) для метеостанции Петропавловск за 1956–1999 гг.

На рисунке 3 показаны значения общего атмосферного увлажнения, то есть исправленные атмосферные осадки на ветровой недоучет (КХ) для метеостанции Петропавловск. Они также были максимальны в 1994 г. – 949,8 мм/год и в 1995 г. – 866,1 мм/год. Что показывает наличие тесной взаимосвязи элементов приходной и

расходной частей водного баланса [7]. Изменение одного элемента приводит к изменению другого элемента водного баланса. В нашем случае для метеостанции Петропавловск в 1994 г. и 1995 г. максимальное количество общего увлажнения привело к максимальному значению слоя местного стока (рис. 3).

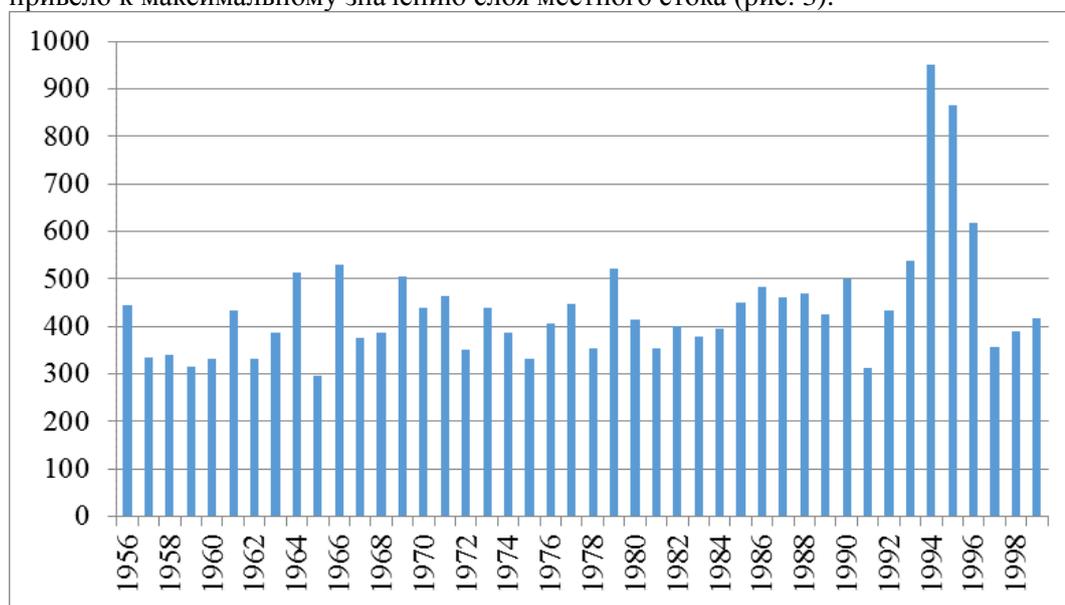


Рис. 3. Ежегодные значения общего атмосферного увлажнения (исправленные атмосферные осадки на ветровой недоучет) КХ, мм/год для метеостанции Петропавловск за 1956–1999 гг.

В таблице 1 представлены результаты расчетов, произведенные с помощью компьютерной программы «Weather App» по суточным интервалам и последующим суммированием за каждый год для метеостанции Петропавловск за 1956–1965 гг (табл. 1).

В таблице 1 отражены: общее увлажнение КХ (мм/год); максимально возможное испарение Z_m (мм/год); суммарное испарение Z (мм/год); годовая сумма рассчитанных ежесуточных значений слоя стока Y_p (мм/год); измеренный ежегодный сток в р.Ишим у г. Петропавловск Y_n (мм/год) при $F_{\text{водосбора}}=106000 \text{ км}^2$.

Таблица 1.

Результаты расчетов суточных водных балансов для метеостанции Петропавловск 1956–1965 гг. (мм/год)

Год	КХ	Z_m	Z	Y_p	Y_n
1956	443,6	736,9	306,3	14,8	1,4
1957	334	822,8	262,1	8,4	2,2
1958	340,6	728,6	217	3,9	2,9

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТНОГО СТОКА МЕТОДОМ ВОДОБАЛАНСОВЫХ
РАСЧЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ...**

1959	316,3	755,1	233,4	5,1	4,1
1960	330,7	730,8	236,4	4,8	4,9
1961	432,2	766,6	313	14,3	5,5
1962	332,7	808,7	261,9	4,4	3,3
Год	KX	Z_m	Z	Y_p	Y_и
1963	386,2	767,6	238,1	5,5	2,3
1964	512,2	740,4	387,6	28,5	10,5
1965	294,7	805,8	232,6	6,4	2,4

На рисунке 4 приведены результаты контроля достоверности расчетных значений стока на основании сравнения значений с измеренными. Судя по данному графику, коэффициент корреляции измеренных и рассчитанных значений стока составляет $r=0,74$ (рис.4).

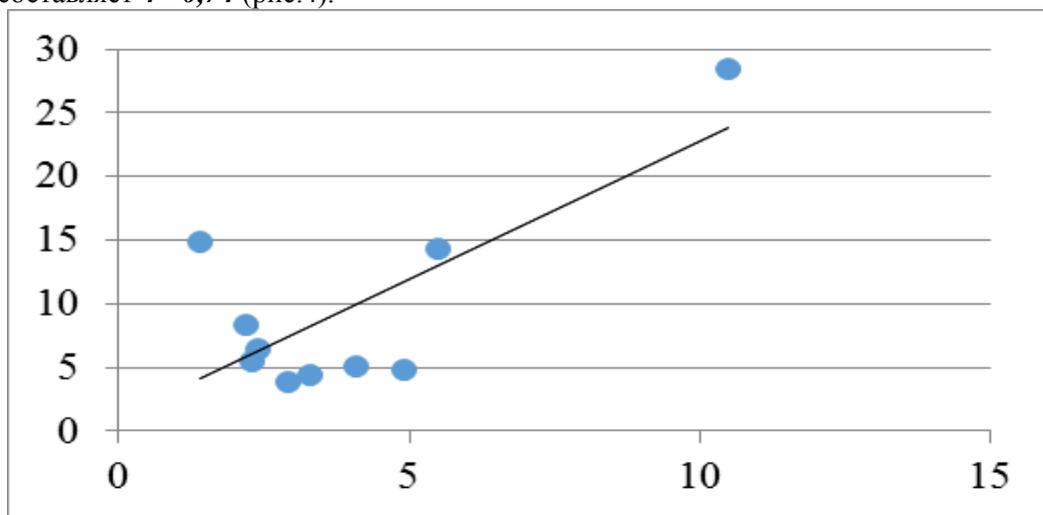


Рис. 4. Сравнение рассчитанных Y_p по суточным интервалам для метеостанции Петропавловск (ось ординат) и измеренных $Y_{и}$ в р. Ишим у г. Петропавловск (ось абсцисс) ежегодных (за 1956–1965 гг.) значений слоя годового стока (мм/год)

Поскольку все элементы водного баланса – увлажнение, суммарное испарение, сток и влажность почвы – связаны аналитически, можно судить о корректности расчётных результатов других элементов (например, испарения и влажности почвы) по хорошей сходимости с измеренными значениями лишь одного из элементов, например, стока. Точно также значения коэффициента корреляции измеренного и рассчитанного испарения, близкие к единице, свидетельствуют одновременно о достоверности полученных при расчетах значений местного стока и влажности почвы [8,9].

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований определение местного стока по метеорологическим данным с применением метода воднобалансовых расчетов является возможным.

1. На сегодняшний день в засушливом Казахстане при отсутствии густой сети постоянных водотоков и наличии множества временных водотоков количество гидрологических постов является недостаточным для проведения полноценного гидрологического мониторинга.

2. Для получения гидрологической информации на основе метеорологических данных с применением метода воднобалансовых расчетов целесообразно использовать систему управления базой данных (компьютерную программу) «Weather App», разработанную Карнацевичем И. В. и Хрущевым С. А. для расчетов текущих водных балансов малых речных водосборов неизученных областей суши, в основу которой положена математическая модель тепловлагообмена между деятельным слоем почвогрунта и атмосферой, получившая название «метода гидролого-климатических расчетов» Мезенцева В. С..

3. Элементы водного баланса имеют тесную генетическую взаимосвязь. Изменение одного элемента приводит к изменению другого элемента водного баланса. По наблюдениям на метеостанции Петропавловск в 1994 и 1995 гг. максимальное количество общего увлажнения привело к максимальному значению слоя местного стока.

4. Точность расчета местного стока методом гидролого-климатических расчетов достаточно высока. Рассчитанный сток можно использовать для конструирования стоковых рядов при проектировании водохранилищ и многолетнего регулирования стока на неизученных водотоках.

Список литературы

1. Сайт Республиканского государственного предприятия «Казгидромет». [Электронный ресурс]. URL: <https://kazhydromet.kz/ru/p/gidrologia> (дата обращения: 10.10.2019 г.).
2. Карнацевич И.В., Мезенцева О.В. Структуры водного баланса элементарных водосборов в районе Омска // Вестник Омского государственного аграрного университета .2016. №3. С. 173-178. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26674195> (дата обращения: 10.10.2019г.).
3. Карнацевич И.В., Хрущев С.А. Компьютерная система массовых расчетов текущих водных балансов речных водосборов неизученных областей суши. Омск: изд-во ОмГПУ, 2014, 176 с.
4. Кусаинова А.А., Мезенцева О.В. Использование компьютерной системы Weather App для воднобалансовых расчетов с целью оценки элементов водного баланса и характеристик естественного увлажнения в северной части Казахстана // Успехи современного естествознания.2018. № 11-2, С. 355-360. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36952> (дата обращения: 10.10.2019 г.).
5. Мезенцева О.В., Карнацевич И.В. Определение местных водных ресурсов территории с использованием метеорологической информации: Материалы научно-практической конференции «Тенденции и перспективы развития легкой промышленности и сферы услуг», 2013, С. 160-163. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23014982> (дата обращения: 10.10.2019г.).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТНОГО СТОКА МЕТОДОМ ВОДОБАЛАНСОВЫХ РАСЧЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ...

6. Кусаинова А.А., Куанышбекова А.А., Жумадилова Д.К., Естаева А.Р. Картографирование пространственно-временного распределения атмосферных осадков с помощью программы «Weather App» // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. №5(71). С. 143-147. [Электронный ресурс]. URL:<https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.71.011> (дата обращения: 10.10.2019г.).
7. Мезенцева О.В., Волковская Н.П. Пространственно-временная изменчивость гидролого-климатических факторов формирования максимальных уровней воды на реке Ишим // Успехи современного естествознания. 2018. №8. С. 166-171. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36852> (дата обращения: 10.10.2019 г.).
8. Мезенцева О.В., Ломакина С.С. Геоэкологические и физико-географические особенности водосбора реки Ишим на территории Северного Казахстана: Материалы международной научно-практической конференции «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование». 2018. С. 183-188. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36531786> (дата обращения: 10.10.2019 г.).
9. Кусаинова А.А., Мезенцева О.В. Влияние пространственной изменчивости температуры воздуха в начале вегетационного периода на формирование стока и испарения на территории Казахстана и на юге Западной Сибири // Астраханский вестник экологического образования. 2019. № 4 (52). С. 60-65. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39244035> (дата обращения: 10.10.2019 г.).

DETERMINATION OF LOCAL RUNOFF BY WATER BALANCE CALCULATIONS BASED ON METEOROLOGICAL DATA IN THE TERRITORY OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Kusainova A.A., Mezentseva O. V.

*Omsk state pedagogical University, Omsk, Russia,
E-mail: aimarh@mail.ru, mezolga@yandex.ru*

Nowadays in Kazakhstan the assessment of water resources of the territory is of great interest. Due to the insufficient coverage of the territory by hydrological observations, the available hydrometric information is not always enough for a fairly reliable justification of the design of water facilities and the organization of flood control measures. It should be noted, due to the fact that the installation of hydrological posts on water bodies and providing them with hydrometric devices is costly, the question arises of finding possible ways to obtain hydrological information, which are based on spatial generalizations of the probabilistic data of the flow of longer hydrometric series. The article considers the possibility of determining local runoff using the method of water balance calculations based on the use of meteorological information.

The purpose of this study is to determine the local flow and assess the natural moisture supply of the territory of Northern Kazakhstan.

For these purposes we used computer program "Weather App" developed by I. V. Karnacevich and S. A. Khrushchev, application is based on a mathematical model of heat-moisture exchange between the active layer of soil and the atmosphere, named "the method of hydrology-climatic calculations" by V. S. Mezentsev.

Since the elements of water balance have a close genetic relationship, changing one element leads to changing another element of water balance.

According to the observations at the Petropavlovsk weather station in 1994 and 1995, the maximum amount of total humidification resulted to the maximum value of the local runoff layer. The accuracy of the runoff calculation by the method of hydro-climatic calculations is quite high. The runoff calculated by the presented method can be used for the design of runoff lines in the design of water reservoirs and for long-term flow control on unexplored watercourses.

Elements of water balance have a close genetic relationship. A change in one element leads to a change in another element of the water balance.

Keywords: hydrological posts, meteorological data, water balance, hydrological and climatic calculations, local runoff

References

1. Kazhydromet Website. URL: <https://kazhydromet.kz/ru/p/gidrologia> (accessed: 10.10.2019)
2. Karnacevich I.V., Mezentceva O.V. Struktury vodnogo balansa jelementarnyh vodosborov v rajone Omska (The structure of the water balance of an elementary watershed in the district of Omsk). Bulletin of Omsk state agrarian University, 2016, no. 3, pp. 173-178. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26674195> (accessed: 10.10.2019) (In Russian).
3. Karnacevich I.V., Hrushhev S.A. Komp'yuternaja sistema massovyh raschetov tekushih vodnyh balansov rechnyh vodosborov neizuchennyh oblastej sushy (Computer system mass calculations of the current water balance of river catchments unexplored regions of land). Omsk: OmGPU, 2014, 176 p. (In Russian).
4. Kusainova A.A., Mezentceva O.V. Ispol'zovanie komp'yuternoj sistemy Weather App dlja vodnobilansovyh raschetov s cel'ju ocenki jelementov vodnogo balansa i harakteristik estestvennogo uvlazhnenija v severnoj chasti Kazahstana (Use of computer system Weather App for water balance calculations in order to assess the elements of water balance and characteristics of natural moisture in the Northern part of Kazakhstan). Advances in modern natural science, 2018, no. 11-2, pp. 355-360. URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36952> (accessed: 10.10.2019) (In Russian).
5. Mezentceva O.V., Karnacevich I.V. Determination of local water resources of the territory using meteorological information, in Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii "Tendencii i perspektivy razvitija legkoj promyshlennosti i sfery uslug" (Materials of scientific and practical conference "Trends and prospects of development of light industry and services") V International festival of art and design "fashion formula: east-west». Omsk: OMGIS, 2013, pp. 160-163. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23014982> (accessed: 10.10.2019) (In Russian).
6. Kusainova A.A., Kuanyshbekova A.A., Zhumadilova D.K., Estaeva A.R. Kartografirovanie prostranstvenno-vremennogo raspredelenija atmosferyh osadkov s pomoshh'ju programmy "Weather App" (Mapping the spatial and temporal distribution of precipitation using the program "Weather App"). International research journal, 2018, no. 5 (71), pp. 143-147. URL: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.71.011> (accessed: 10.10.2019) (In Russian).
7. Mezentceva O.V., Volkovskaja N.P. Prostranstvenno-vremennaja izmenchivost' gidrologo-klimaticeskikh faktorov formirovanija maksimal'nyh urovnej vody na reke Ishim (Spatio-temporal variability of hydrological and climatic factors of formation of maximum water levels on the Ishim river). Advances in modern natural science, 2018, no. 8, pp. 166-171. URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36852> (accessed: 10.10.2019) (In Russian).
8. Mezentceva O.V., Lomakina S.S. Geoecological and physical-geographical features of the Ishim river catchment in Northern Kazakhstan, in Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Indikacija sostojanija okruzhajushhej sredy: teorija, praktika, obrazovanie" (Materials of the international scientific and practical conference "Indication of the state of the environment: theory, practice, education") Display the state of the environment: theory, practice, education. Moscow: Buki-Vedy, 2018, pp. 183-188. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36531786> (accessed: 10.10.2019) (In

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТНОГО СТОКА МЕТОДОМ ВОДОБАЛАНСОВЫХ
РАСЧЕТОВ НА ОСНОВЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ...

Russian).

9. Kusainova A. A., Mezentseva O. V. Vlijanie prostranstvennoj izmenchivosti temperatury vozduha v nachale vegetacionnogo perioda na formirovanie stoka i isparenija na territorii Kazahstana i na juge Zapadnoj Sibiri (Influence of spatial variability of air temperature at the beginning of the growing season on the formation of runoff and evaporation on the territory of Kazakhstan and in the South of Western Siberia). Astrakhan Bulletin of ecological education. 2019, no. 4 (52). pp. 60-65. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39244035> (accessed: 10.10.2019) (In Russian).

Поступила в редакцию 10.10.2019

УДК 912:656.6.08

**ОСОБЕННОСТИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ
ВТОРЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА НАД ТИХИМ ОКЕАНОМ В
1948–2017 ГГ.**

Холопцев А.В.^{1,2}, Подпорин С.А.², Семивеличенко А.А.²

¹*Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова», г. Севастополь, Российская Федерация*

²*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация*

E-mail: kholoptsev@mail.ru, SAPodporin@sevsu.ru, cimanan2@gmail.com

Рассмотрены особенности межгодовых изменений в 1948–2017 гг. частоты возникновения, а также годовой и месячной суммарной продолжительности вторжений Арктического воздуха, происходивших в различных секторах Северной части Тихого океана в том или ином месяце. Современные тенденции изменения данных характеристик оценены для изучаемых воздушных течений, которые имеют различную ширину фронта.

Ключевые слова: атмосферная циркуляция, вторжение Арктического воздуха, Тихий океан, суммарная продолжительность, повторяемость, безопасность судоходства

ВВЕДЕНИЕ

Вторжения арктического воздуха (ВАВ) являются существенными компонентами меридиональных составляющих общей циркуляции земной атмосферы, которые значимо влияют на погоду и состояние экосистем во многих внетропических регионах мира. Характеристики повторяемости данных процессов в каждом таком регионе во многом определяют гидрометеорологические риски при функционировании различных секторов экономики, в том числе и морского транспортного комплекса. В этой связи, выявление современных тенденций изменения этих характеристик является актуальной проблемой физической географии, океанографии, метеорологии, а также эксплуатации водного транспорта.

ВАВ представляют собой быстрые тропосферные течения, которые переносят холодный, сухой воздух из высоких широт к соответствующим субтропическим антициклонам. Так как подобный воздух является весьма плотным, на всех участках земной поверхности, над которыми он проходит, повышается атмосферное давление ($P_{ат}$).

Области повышенного $P_{ат}$, которые образуются при этом, связывают на время существования ВАВ Субтропический антициклон с Арктическим антициклоном [1].

Влияние ВАВ на гидрометеорологические условия в умеренных и субтропических широтах тем сильнее, чем больше доставляемые ими объемы холодного и сухого арктического воздуха. Такие объемы тем больше, чем больше продолжительность ВАВ и шире фронт данного воздушного течения. Учитывая сказанное, к числу характеристик повторяемости ВАВ, оказывающих наибольшее влияние на гидрометеорологические риски, следует отнести частоту возникновения (N_{Σ}) и суммарную продолжительность за год или определенный месяц ($СП_{\Sigma}$) данных процессов при любой ширине фронта (F), а также аналогичные показатели тех же

ОСОБЕННОСТИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ ВТОРЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА НАД ТИХИМ...

процессов, но при определенном значении $F - (N_F, СП_F)$.

Выявление особенностей изменчивости указанных характеристик повторяемости ВАВ, в том числе их современных тенденций, представляет наибольший интерес для регионов, через которые проходят трансокеанские маршруты с интенсивным трафиком. Одним из них является Северная часть Тихого океана, через которую проходят важнейшие водные пути мира, ведущие к портам России, Китая, Японии, Южной Кореи, США, а также Панамскому каналу [2].

Северная часть Тихого океана, как известно, располагается между меридианами 120° в.д. и 120° з.д., а также параллелями $65,5^\circ$ с.ш. и 30° с.ш. Вследствие этого, данному региону соответствуют Дальневосточный ($120-170^\circ$ в.д.) и Тихоокеанский (170° в.д.– 120° з.д.) сектор земной атмосферы. Гидрометеорологические условия в данном регионе определяются взаимодействием Алеутского минимума с Гавайским максимумом и Арктическим антициклоном, одним из результатов которого является образование ВАВ [3, 4].

Существующие методики обнаружения ВАВ основаны на выявлении полос с повышенным $P_{ат}$, которые возникают при данных процессах.

При поиске данных барических неоднородностей анализируются срочные или суточные карты погоды, либо результаты соответствующих реанализов $P_{ат}$ [5]. Подобные источники содержат информацию, позволяющую выявлять изучаемые процессы в каждом регионе мира и в любые даты, относящиеся, как минимум, к последним нескольким десятилетиям. Тем не менее, современные тенденции и другие особенности изменений рассматриваемых характеристик повторяемости ВАВ над Северной частью Тихого океана, ранее не оценивались. Это осложняет их моделирование и прогнозирование, а также учет при управлении транспортным комплексом данного региона, а также океанскими и воздушными судами.

Целью данной работы является выявление особенностей и современных тенденций межгодовой изменчивости N_Σ , $СП_\Sigma$, а также N_F , $СП_F$ ВАВ над Тихим океаном.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для достижения указанной цели в качестве фактического материала использованы результаты реанализа NCEP/NCAR среднесуточных значений приведенного к уровню моря $P_{ат}$ [6]. В указанном реанализе информация о значениях данного показателя представлена за период с 1.01.1948 по 31.12.2017 гг. для всех пунктов земной поверхности, которые соответствуют узлам координатной сетки с шагом $2,5^\circ \times 2,5^\circ$.

Для обнаружения ВАВ применена методика [7]. Она основана на том, что на участке земной поверхности, над которым проходит ВАВ, в каждые сутки из отрезка времени, когда происходит данное явление, $P_{ат}$ всегда больше, чем в сутки непосредственно перед его началом.

Принято допущение, согласно которому минимальная продолжительность ВАВ составляет 3 суток. Поэтому при обнаружении ВАВ в скользящем окне заданной длительности для каждого узла координатной сетки (λ , φ), расположенного на

параллелях 40–65° с.ш. в пределах Северной части Тихого океана, определяется значения показателя:

$$\Delta P = \Delta P_a(\lambda, \varphi, t+1) \cdot \Delta P_a(\lambda, \varphi, t+2) \cdot \Delta P_a(\lambda, \varphi, t+3), \quad (1)$$

где $\Delta P_a(\lambda, \varphi, t+\tau) = P_{am}(\lambda, \varphi, t+\tau) - P_{am}(\lambda, \varphi, t-1)$; λ – долгота (°); φ – широта (°); t – дата начала скользящего окна, где обнаруживается ВАВ; τ – сдвиг по времени в пределах периода ВАВ ($\tau=1, 2, 3\dots$).

Предполагается также, что максимальная продолжительность учитываемых ВАВ может составлять 10 суток.

При обнаружении производится полный перебор всех значений длин скользящего окна в пределах от 3 до 10 суток.

Вычисленное для каждого скользящего окна значение ΔP сравнивается с пороговым уровнем. Анализ законов распределения рассматриваемого показателя в случаях, когда существуют ВАВ, а также когда они отсутствуют, показал, что в качестве такого уровня может быть принят уровень 0 гПа. Решение об обнаружении ВАВ в рассматриваемом скользящем окне производится, если значения ΔP являются положительными для всех φ из интервала (30–65° с.ш.).

Очевидно, что обнаружение по данной методике может произойти лишь в случае, если длина применяемого скользящего окна не превышает фактическую длительность ВАВ. Поэтому при оценке периодов времени, в которые существовали обнаруженные ВАВ, среди всех длин скользящих окон, в которых они выявлены, учитывались наибольшие.

Подобная методика позволяет выявлять ВАВ, при которых на всех параллелях из указанного интервала широт ΔP являлось положительным. При этом она не позволяет обнаруживать ВАВ, которые распространяются под крутыми углами к меридиану и при этом имеют малую F . Подобные ВАВ возникают редко. Поэтому предполагалось, что на достоверность получаемых результатов данный недостаток влияет несущественно.

Изложенная методика применена для выявления всех отрезков времени, относящихся к периоду с 1.01.1948 по 31.12.2017 гг., в течение которых ВАВ проходили через тот или иной сектор Северной части Тихого океана, имеющий ширину 2,5°.

Выявление этих отрезков позволило определить все изучаемые характеристики повторяемости ВАВ – N_{Σ} , $СП_{\Sigma}$, а также N_F , $СП_F$, а также тенденции их изменения в целом за весь изучаемый период, а также за период 2000–2017 гг.

Как количественная мера тенденции изменения некоторого показателя на том или ином отрезке времени рассматривался угловой коэффициент линейного тренда соответствующего фрагмента его временного ряда. Значимость вычисленного показателя оценивалась по методике [8].

При оценке тенденции изменения повторяемости процессов, возникающих редко, в качестве количественной меры вычислялись разности средних значений их показателей за периоды 1948–1982 и 1983–2017 гг.

ОСОБЕННОСТИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ ВТОРЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА НАД ТИХИМ...

Результаты исследования и их анализ

С помощью изложенной методики определены все отрезки времени из периода 1.01.1948–31.12.2017 гг., в течение которых ВАВ проходили в том или ином секторе северной части Тихого океана, имеющем ширину $2,5^\circ$.

Это позволило определить значения $N_\Sigma(\lambda)$, с которыми над таким сектором со средней долготой λ за периоды 1948–1982 и 1983–2017 гг. возникали ВАВ, имеющие любую F . Значение $N_\Sigma(\lambda)$ определялось как отношение количества ВАВ, приходящегося на рассматриваемый сектор, к количеству суток в любом из этих периодов (равно 12786).

Функции $N_\Sigma(\lambda)$, рассчитанные для периодов 1948–1982 и 1983–2017 гг., приведены на рис. 1.

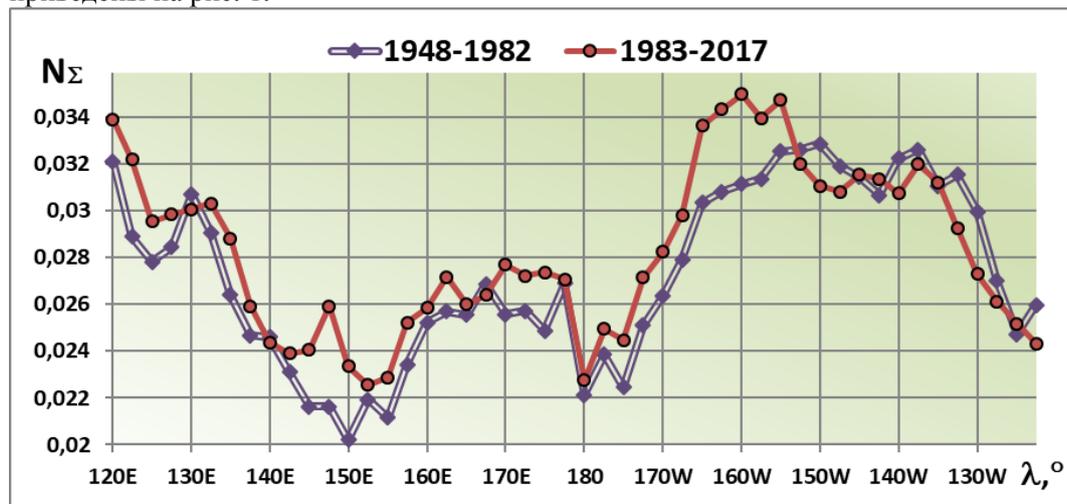


Рис. 1. Функции $N_\Sigma(\lambda)$, рассчитанные для периодов 1948–1982 и 1983–2017 гг.

Из рис. 1 видно, что соответствующие периодам 1948–1982 и 1983–2017 гг. функции $N_\Sigma(\lambda)$ являются практически подобными.

Пониженные средние уровни обеих функций соответствуют долготам от 135° в.д. до 170° з.д. Они соответствуют Японскому, Охотскому и Берингову морю, а также другим акваториям Северной части Тихого океана, которые расположены к западу от меридиана линии перемены дат в Беринговом проливе (середины пролива между о. Ратманова и о. Крузенштерна).

Над акваториями, расположенными как восточнее, так и западнее границ указанного диапазона долгот, значения функций $N_\Sigma(\lambda)$, вычисленных для обоих периодов, являются повышенными.

Данная особенность пространственной изменчивости N_Σ соответствует представлениям об особенностях климата, а также средних поверхностных температур различных акваторий Северной части Тихого океана [9]. Пониженные значения рассматриваемого показателя соответствуют расположениям акваторий, над которыми наиболее велика повторяемость тайфунов и внетропических циклонов. Его повышенные значения соответствуют секторам, в которых

располагается Гавайский максимум (Гонолульский антициклон), либо сказывается влияние восточного отрога Монгольского антициклона.

Снижение повторяемости ВAB приводит к увеличению повторяемости циклонов, а значит и штормовой погоды [10]. Следовательно, данный результат соответствует представлениям [11] о том, что на маршрутах к портам России, Японии и Южной Кореи гидрометеорологические условия, как правило, сложнее, чем на маршрутах по той же части Тихого океана, относящих к Западному полушарию.

Из Рис. 1 следует, что значения N_{Σ} , вычисленные для периода 1983–2017 гг. практически всюду больше, чем оцененные для периода 1948–1982 гг. Их уменьшение было наиболее существенным в секторах 145–150° в.д и 165–157,5° з.д.

Тем не менее, это не позволяет утверждать, что в современном периоде гидрометеорологические риски в данном регионе снижаются. Для более точного определения современных тенденций изменения N_{Σ} за период 2000–2017 гг. для каждого относящегося к нему месяца вычислены средние значения данного показателя по секторам, относящимся к Западной и Восточной части. Они сопоставлены с соответствующими значениями N_{Σ} , рассчитанными за весь период 1948–2017 гг. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Значения угловых коэффициентов линейных трендов межгодовых изменений месячных и годового N_{Σ} , вычисленных для периодов 1948–2017 и 2000–2017 гг.

Месяц	1948–2017		2000–2017	
	Запад	Восток	Запад	Восток
январь	0,0034	–0,0004	–0,0162	–0,0026
февраль	0,0003	0,0002	–0,0179	0,0365
март	–0,0006	0,0023	–0,0110	–0,0906
апрель	0,0061	0,0106	–0,0004	–0,0162
май	0,0105	0,0056	0,005669	0,0053
июнь	0,0094	–0,0003	–0,0378	–0,0234
июль	0,0013	0,0036	–0,0206	–0,0099
август	–0,0021	–0,0071	0,0079	0,0078
сентябрь	–0,0009	0,0016	–0,0620	–0,1010
октябрь	–0,0003	0,0021	–0,1000	–0,0073
ноябрь	8,36E–05	0,0058	–0,0717	–0,0385
декабрь	0,0076	–0,0044	–0,0018	–0,0484
год	0,0252	0,0269	–0,384	–0,244

Из таблицы 1 видно, что значимые тенденции к увеличению месячных N_{Σ} за период 1948–2017 гг. как на западе, так и на востоке Северной части Тихого океана имели место лишь в апреле и мае, а также в среднем за год. В июне и декабре подобные тенденции имели место лишь для западного сектора Тихого океана, а в ноябре – лишь для его восточного сектора.

ОСОБЕННОСТИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ ВТОРЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА НАД ТИХИМ...

Значимая тенденция к уменьшению месячных N_{Σ} за тот же период выявлена лишь для восточного сектора Северной части Тихого океана и для декабря.

В современном периоде (2000–2017 гг.) значимые тенденции к уменьшению месячных N_{Σ} во всей Северной части Тихого океана выявлены для июня, июля, сентября, ноября и в целом за год. Такие же тенденции на западе этой акватории выявлены также в январе, феврале и октябре, а в ее Тихоокеанском секторе – в марте, апреле и декабре.

Значимая тенденция к увеличению данного показателя выявлена лишь в феврале и только в Тихоокеанском секторе.

Таблица 1 свидетельствует о том, что тенденции изменения N_{Σ} (не только годовых, но и месячных) в современном периоде по сравнению со всем изучаемым отрезком времени сменились на противоположные. Ныне в регионе преобладают тенденции к уменьшению данного показателя и увеличению составляющей гидрометеорологических рисков, связанной со штормами.

Значения годовых и месячных $СП_{\Sigma}$ для всех акваторий Северной части Тихого океана, расположенных в Западном и Восточном полушарии, вычислены с использованием выявленных отрезков времени существования над ними ВАВ с любой F . В качестве примера, на Рис. 2 приведены зависимости от года начала скользящего окна длиной 10 лет, усредненных по нему годовых $СП_{\Sigma}$ (G , сут) над указанными акваториями.

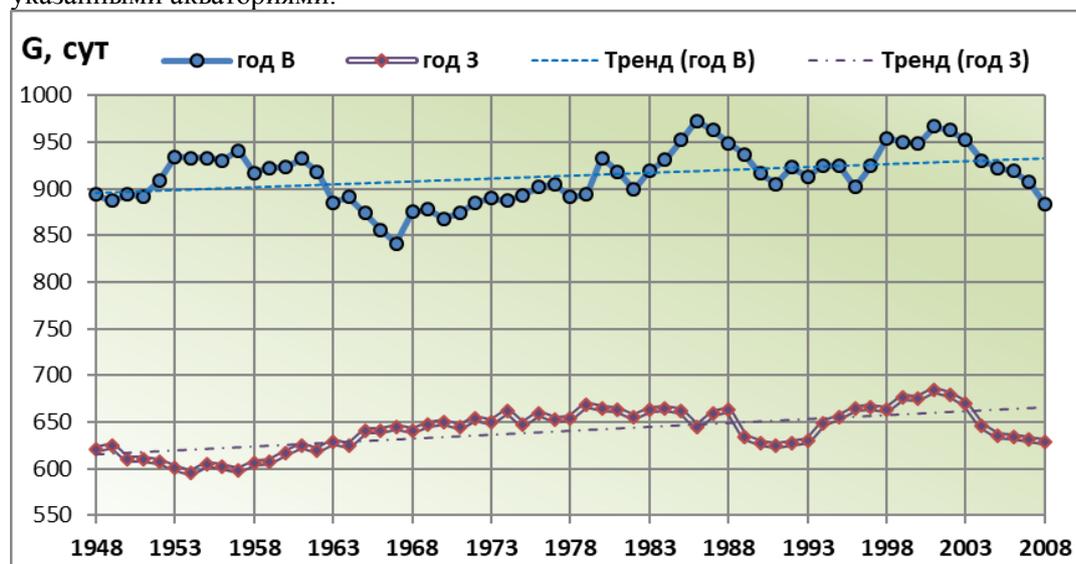


Рис. 2. Зависимости от года начала скользящего окна длиной 10 лет усредненных по нему годовых $СП_{\Sigma}$ для акваторий Северной части Тихого океана, которые расположены в западном (З) и восточном (В) полушариях

Из рис. 2 видно, что зависимости усредненных за десятилетие годовых $СП_{\Sigma}(t)$, представляют собой сложные колебания, в которых присутствуют возрастающие тренды (значения их угловых коэффициентов соответственно равны 2,163 сут./дес.

для Западной части региона и 3,038 сут./дес. для его Восточной части). Статистическая связь между изменениями рассматриваемых показателей на совпадающих отрезках времени усиливается. В период, начиная с 1988 г., их корреляция является положительной, а статистический вывод о ее значимости характеризуется достоверностью по критерию Стьюдента близкой к 95%.

В современном периоде (после 2000 г.) изменения усредненных за десятилетие годовых СП_Σ над рассматриваемыми регионами мира пребывают в фазах, при которых их значения монотонно снижаются. Такие же особенности характерны и для межгодовых изменений месячных СП_Σ (GM, сут.) над теми же регионами, которые соответствуют большинству месяцев. Исключениями являются такие месяцы как январь и июль, для которых рассматриваемые зависимости представлены на рис. 3.

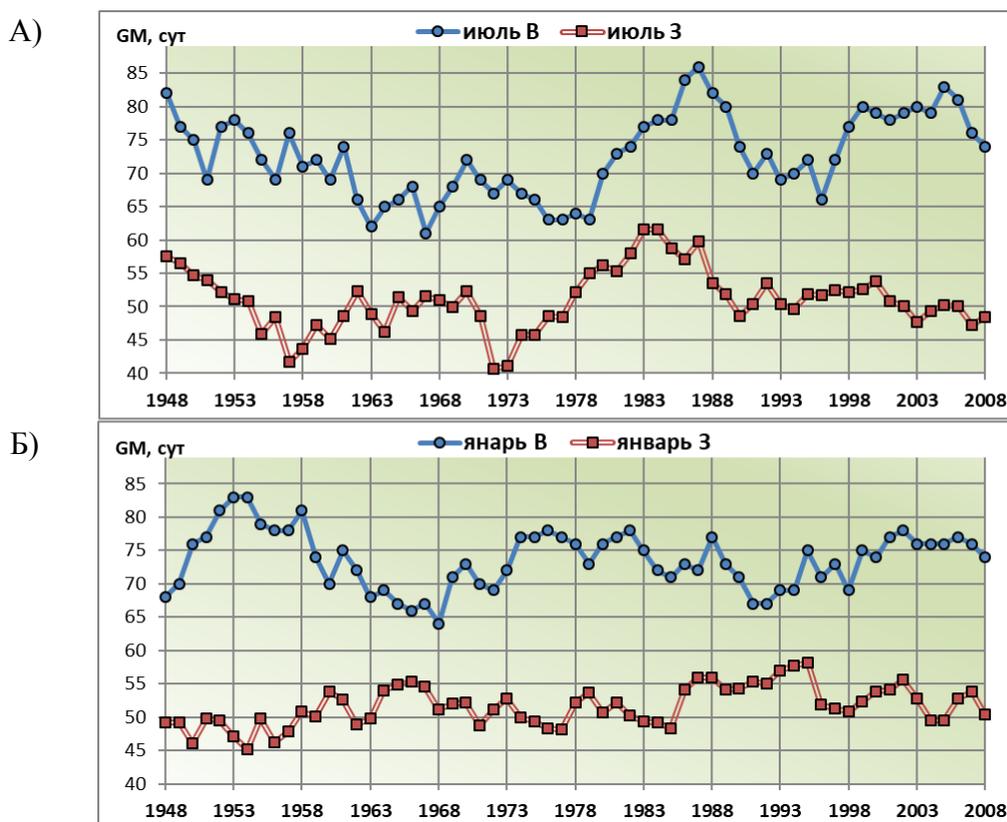


Рис. 3. Зависимости от года начала скользящего окна длиной 10 лет, усредненных по нему месячных СП_Σ над акваториями Северной части Тихого океана, находящихся в 3 и В полушариях, которые соответствуют месяцам: А) Январь; Б) Июль

Как видно из рис. 3А, межгодовые изменения январских СП_Σ, которые происходили над Западной и Восточной частями рассматриваемого региона, в

**ОСОБЕННОСТИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ
ВТОРЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА НАД ТИХИМ...**

течение всего изучаемого периода времени были практически противофазными. В современном периоде (начиная с 2000 г.) изменения рассматриваемого показателя для В части региона происходят на постоянном уровне, а для его З части в них присутствует убывающий тренд.

Из Рис. 3Б следует, что на протяжении всего рассматриваемого периода межгодовые изменения июльских $СП_{\Sigma}$ над теми же частями акватории Тихого океана происходили практически противофазно.

При выявлении особенностей пространственных и временных изменений распределений значений N_F над Северной частью Тихого океана учитывались все обнаруженные здесь ВАВ с показателем $F < 30^\circ$.

В Таблице 2 приведены значения месячных N_F для Тихоокеанского сектора атмосферы в периоды 1948–1982 и 1983–2017 гг.

Таблица 2.

Значения месячных N_F для Тихоокеанского сектора атмосферы в периоды 1948–1982 и 1983–2017 гг.

1948–1982											
месяц	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5
Янв	0,206	0,202	0,115	0,103	0,091	0,047	0,047	0,036	0,055	0,016	0,019
Фев	0,257	0,183	0,12	0,117	0,075	0,066	0,046	0,017	0,025	0,016	0,012
Мар	0,224	0,178	0,11	0,121	0,135	0,049	0,039	0,036	0,018	0,018	0,004
Апр	0,185	0,228	0,157	0,102	0,047	0,039	0,047	0,059	0,039	0,016	0,019
Май	0,284	0,188	0,096	0,088	0,084	0,06	0,052	0,032	0,032	0,016	0,008
Июн	0,241	0,213	0,149	0,108	0,04	0,064	0,028	0,028	0,048	0,004	0,016
Июл	0,244	0,241	0,132	0,08	0,056	0,044	0,072	0,024	0,028	0,028	0,024
Авг	0,255	0,18	0,102	0,129	0,047	0,043	0,086	0,039	0,039	0,019	0,019
Сен	0,256	0,215	0,141	0,1	0,07	0,048	0,048	0,007	0,033	0,0186	0,015
Окт	0,254	0,173	0,141	0,092	0,077	0,063	0,028	0,035	0,035	0,007	0,025
Ноя	0,214	0,21	0,142	0,096	0,064	0,057	0,032	0,043	0,018	0,025	0,018
Дек	0,228	0,188	0,131	0,104	0,067	0,084	0,047	0,01	0,027	0,02	0,013
Год	2,848	2,399	1,536	1,24	0,853	0,664	0,572	0,366	0,397	0,2036	0,192
1983–2017											
месяц	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5
Янв	0,218	0,214	0,152	0,097	0,082	0,066	0,031	0,047	0,043	0,019	0,016
Фев	0,175	0,223	0,171	0,105	0,072	0,044	0,044	0,028	0,032	0,032	0,028
Мар	0,233	0,226	0,126	0,119	0,053	0,056	0,023	0,043	0,023	0,017	0,023
Апр	0,226	0,167	0,159	0,097	0,083	0,042	0,038	0,031	0,038	0,035	0,024
Май	0,298	0,159	0,129	0,122	0,059	0,044	0,044	0,029	0,026	0,018	0,018
Июн	0,241	0,213	0,148	0,108	0,04	0,064	0,028	0,028	0,048	0,004	0,016
Июл	0,242	0,219	0,132	0,072	0,087	0,053	0,03	0,049	0,026	0,015	0,034
Авг	0,246	0,211	0,138	0,078	0,069	0,06	0,043	0,03	0,017	0,021	0,034
Сен	0,278	0,139	0,171	0,111	0,071	0,075	0,032	0,025	0,025	0,014	0,021
Окт	0,238	0,218	0,134	0,104	0,067	0,06	0,047	0,034	0,013	0,01	0,013
Ноя	0,216	0,216	0,17	0,124	0,064	0,049	0,028	0,025	0,018	0,025	0,017
Дек	0,279	0,204	0,093	0,126	0,059	0,045	0,056	0,026	0,015	0,022	0,011
Год	2,89	2,335	1,723	1,263	0,806	0,658	0,444	0,395	0,324	0,232	0,255

Из таблицы 2 следует, что значения годовых и месячных NF для любых месяцев и Тихоокеанского сектора атмосферы в периоды 1948–1982 и 1983–2017 гг. являлись убывающими функциями F.

При $F > 15^\circ$ количества случаев выявления таких ВAB было настолько мало, что погрешности вычисления NF, обусловленные ограниченностью такой выборки, превосходили различия между их значениями для рассматриваемых периодов. Тем не менее, для $F = 10^\circ$ и $12,5^\circ$ такие различия являются значимыми. Для таких F, значения NF, соответствующие периоду 1948–1982 гг., чаще превышали их значения для периода 1983–2017 гг.

Значимых различий оценок NF, для акваторий Северной части Тихого океана, которые расположены в Западном и в Восточном полушарии, не выявлено.

При изучении зависимостей от времени годовых и месячных СПF учитывались ВAB с $F = 2,5\text{--}15^\circ$. Подобные зависимости получены для обеих частей рассматриваемого океанического региона. Как пример, на Рис. 4 представлены зависимости от года начала скользящего окна длиной 10 лет усредненных по нему СПF, соответствующие Тихоокеанскому сектору Северного полушария, январю и $F = 2,5\text{--}10^\circ$.

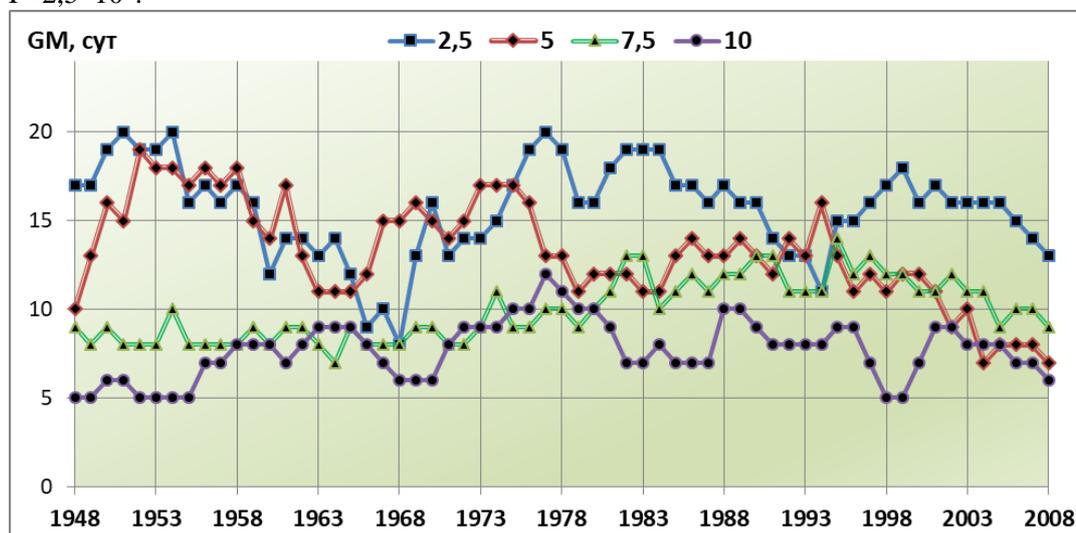


Рис. 4. Зависимости от года начала скользящего окна длиной 10 лет усредненных по нему СПF, соответствующие Тихоокеанскому сектору Северного полушария, а также январю

Из рис. 4 видно, что рассматриваемые зависимости представляют собой сложные колебания. При этом в современном периоде (после 2000 г.) в их изменениях присутствуют убывающие тренды. Аналогичная особенность характерна и для других месяцев, а также для Западной части рассматриваемого региона.

Последнее свидетельствует о том, что в современном периоде уменьшаются не

ОСОБЕННОСТИ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ ВТОРЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА НАД ТИХИМ...

только суммарные продолжительности ВАВ, проходящих над акваториями Северной части Тихого океана, но и средние значения F . Вследствие этого уменьшаются также объемы холодного и сухого арктического воздуха, доставляемые ВАВ в умеренные и субтропические широты. Следовательно, влияние рассматриваемых процессов на гидрометеорологические условия в изучаемом регионе в современном периоде ослабевает.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования установлено, что:

1. В современном периоде значимые тенденции к уменьшению месячных N_{Σ} и N_F (при F от $2,5^{\circ}$ до 10°) во всей Северной части Тихого океана в период 2000–2017 гг. выявлены для июня, июля, сентября, ноября и в целом за год. Такие же тенденции в Дальневосточном секторе выявлены в январе, феврале и октябре, а в Тихоокеанском секторе – в марте, апреле и декабре. Аналогичные современные тенденции характерны для изменений $СП_{\Sigma}$ во все месяцы, кроме января и июля, а также $СП_F$ (во все месяцы).

2. Вследствие произошедших изменений рассматриваемых характеристик повторяемости ВАВ над рассматриваемым регионом, объемы арктического воздуха, доставляемого в умеренные и субтропические широты, в XXI веке уменьшились, как и влияние этих процессов на гидрометеорологические условия на пролегающих здесь маршрутах движения судов. Наиболее ощутимым это явление было в Западной части региона, к востоку от Японских островов, острова Сахалин и в Охотском море (в секторе между меридианами 145 – 150° в.д.).

3. В современном периоде, в сравнении с предыдущим, повышенной является повторяемость ВАВ с наименьшими значениями F , что свидетельствует о происходящем усилении изменчивости общей циркуляции земной атмосферы.

4. Гидрометеорологические условия в Северной части Тихого океана в современном периоде усложняются, вследствие чего связанные с ними риски при функционировании ее транспортного комплекса, возрастают.

5. Практическую значимость полученные в работе результаты могут иметь для судоходных компаний при долгосрочном планировании работы морского транспорта на маршрутах Северной части Тихого океана. Судовладельцам важно оценивать вероятности неблагоприятных погодных явлений и тенденции их развития при обеспечении безопасной эксплуатации своего флота.

Список литературы

1. Дзержевский Б. Л., Курганская В. М., Витвицкая З. М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов // Тр. н.-и. учреждений Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сер. 2. Синоптическая метеорология. Вып. 21. Центральный институт прогнозов. М., Л.: Гидрометиздат, 1946. 80 с.
2. Видяпин В. И., Степанов М. В. Экономическая география России. Москва: ИНФРА-М, 2010. 567 с.
3. Admiralty Sailing Directions: Bering Sea and Strait Pilot - NP23. 2013. 404 p.

4. Admiralty Sailing Directions: South and East Coasts of Korea, East Coast of Siberia and Sea of Okhotsk Pilot. UKHO. 2005. 465 p.
5. S. Saha and coauthors The NCEP Climate Forecast System Reanalysis // Bull. Amer. Meteor. Soc., 91:8. 2010. pp. 1015–1057.
6. База данных. Результаты реанализа среднесуточных значений атмосферного давления. [Электронный ресурс]. URL: <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/ncep.reanalysis.dailyavgs/level sea/>
7. Холопцев А. В., Подпорин С. А., Курочкин Л. Е. Арктические вторжения и тенденции изменения метеоусловий в океанических регионах Умеренного климатического пояса // Труды международной научной конференции «Science: Discoveries and Progress». III International Scientific Conference. Czech Republic, Karlovy Vary – Russia, Moscow. September 28–29. 2018, pp. 450–460
8. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. Справочник для инженеров и научных работников. М.: Физматлит, 2006. 816 с.
9. Смирнов Н. П., Воробьев В. Н. Северо-Тихоокеанское колебание и динамика климата в северной части Тихого океана. СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2002. 122 с.
10. Sulby M. L. Fundamentals of Atmospheric Physics. New York: Academic Press. 1996. 560 p.
11. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. Т. 2. М.: Мир, 1986. 415 с.

THE FEATURES OF THE INTERANNUAL VARIATIONS OF THE FREQUENCY OF ARCTIC AIR OUTBREAKS OVER THE PACIFIC OCEAN IN THE PERIOD OF 1948–2017

Kholoptsev A. V.^{1,2}, Podporin S. A.², Semivelichenko A. A.²

¹Sevastopol office of federal state budgetary institution "State Oceanographic Institute of N. N. Zubov", Sevastopol, Russian Federation

²FSAEI "Sevastopol state university", Sevastopol, Russian Federation

E-mail: kholoptsev@mail.ru, SAPodporin@sevsu.ru, cimanan2@gmail.com

The influence of Arctic air outbreaks on hydrometeorological conditions in temperate and subtropical latitudes is the stronger, the longer the duration and the front width of these air currents are. Among the frequency characteristics of these processes with a particular width of their front are the frequency of their occurrence and their total duration per year or per a certain month.

This work aims to identify current trends of the inter-annual variability of the above-mentioned characteristics of the Arctic air outbreaks that occur over the North Pacific.

As a source material, the results of the NCEP / NCAR reanalysis of average daily values of atmospheric pressure reduced to sea level were used. In this reanalysis, information on the values of this indicator is presented for the period from January 1, 1948 to December 31, 2017 for all points of the earth's surface, which correspond to the grid nodes with a step of 2.5°x2,5°. The distribution of atmospheric pressure over the entire earth's surface is displayed by its values at points located at the intersections of 72 parallels and 144 meridians.

To detect the Arctic air outbreaks, we applied a technique, which is based on the fact that the atmospheric pressure is always higher on the part of the earth's surface where this process is taking place for each day of the time period when it takes place than it was the

day before.

This technique is implemented in the form of a computer program, which allows to completely eliminate human involvement in the process of identifying the processes under study, and thus prevent possible anthropogenic errors.

With the use of such a technique, all the Arctic air outbreaks that occurred over various sectors of the North Pacific during a specified time period were identified. This enabled to identify features of the interannual changes in the frequency of their occurrence, as well as the annual and monthly total duration of the outbreaks of the Arctic air that occurred in a sector in a given month.

The trends of these indicators for the years 1948–1982 and 1983–2017 have been estimated for the processes in question with any front width, as well as specific front widths. It has been shown that the influence of the processes under consideration on the hydrometeorological conditions in the studied region tends to weaken in the modern period. The obtained results expand the existing ideas about climate changes in various sectors of the North Pacific Ocean. They as well can be of interest when planning transpacific voyages of marine vessels.

Keywords: atmospheric circulation, Arctic air outbreaks, Pacific Ocean, frequency, total duration, safety of navigation

References

1. Dzerdzeevskij B.L., Kurganskaya V.M., Vitvickaya Z.M. Tipizaciya cirkulyacionnyh mekhanizmov v severnom polusharii i harakteristika sinopticheskikh sezonov (Typification of circulation mechanisms in the northern hemisphere and the characteristic of synoptic seasons)// Tr. n.-i. uchrezhdenij Gl. upr. gidrometeorol. sluzhby pri Sovete Ministrov SSSR. Ser. 2. Sinopticheskaya meteorologiya. Vyp. 21. Central'nyj institut prognozov. M., L.: Gidrometizdat (Publ.), 1946. 80 p. (in Russian)
2. Vidyapin V. I., Stepanov M. V. Ekonomicheskaya geografiya Rossii (Economical geography of Russia). Moskva: INFRA–M (Publ.), 2010, 567 p. (in Russian)
3. Admiralty Sailing Directions: Bering Sea and Strait Pilot – NP23, 2013, 404 p.
4. Admiralty Sailing Directions: South and East Coasts of Korea, East Coast of Siberia and Sea of Okhotsk Pilot – NP43. UKHO, 2005, 465 p.
5. S. Saha and coauthors The NCEP Climate Forecast System Reanalysis // Bull. Amer. Meteor. Soc., 91:8, 2010, pp. 1015–1057.
6. Database. Results of reanalysis of average daily values of atmospheric pressure. <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/ncep.reanalysis.dailyavgs/level sea/>
7. Kholoptsev A. V., Podporin S. A., Kurochkin L. E. Arkticheskie vtorzheniya i tendencii izmeneniya meteoulovij v okeanicheskikh regionah Umerennogo klimaticeskogo poyasa (Arctic Air Outbreaks and Weather Trends in Oceanic Regions of the Temperate Climate Zone) // Proceedings of International Scientific Conference «Science: Discoveries and Progress». III International Scientific Conference. Czech Republic, Karlovy Vary – Russia, Moscow. September 28–29. 2018. 450–460 pp. (in Russian)
8. Kobzar A. I. Prikladnaya matematicheskaya statistika. Spravochnik dlya inzhenerov i nauchnyh rabotnikov (Applied mathematical statistics. Handbook for engineers and scientists). Moscow: Fizmatlit (Publ.), 2006. 816 p. (in Russian)
9. Smirnov N. P., Vorob'ev V. N. Severo-Tihookeanskoe kolebanie i dinamika klimata v severnoj chasti Tihogo okeana (North Pacific Oscillation and Climate Dynamics in the North Pacific). SPb.: Russian State Hydrometeorological University, 2002, 122 p. (in Russian)
10. Sulby M. L. Fundamentals of Atmospheric Physics. New York: Academic Press. 1996. 560 p.
11. Gill A. Dinamika atmosfery i okeana (Dynamics of the atmosphere and the ocean). V. 2. Moscow: Mir (Publ.), 1986, 415 p. (in Russian)

Поступила в редакцию 09.08.2019

РАЗДЕЛ 6. ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА

УДК 25.00.10

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

Агеенков Е.В.¹, Ситников А.А.², Пестерев И.Ю.², Попков А.В.², Воднева Е.Н.¹

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация;

²ООО «Сибирская геофизическая научно-производственная компания», г. Иркутск, Российская Федерация

E-mail: aev@dnme.ru

В публикации поднимается вопрос протекания переходного процесса в проводящей поляризуемой Земле после импульсного воздействия заземлённой линией, который сложнее, чем после аналогичного воздействия индуктивной петлёй. Заземлённая линия возбуждает среду как гальванически, так и индуктивно, соответственно в геологической среде протекание как гальванических, так и вихревых токов будет создавать релаксационные процессы, которые проявляются как ЭМ сигнал вместе с сигналом индуктивного становления поля.

Научная задача публикации исследовать переходный процесс электрического поля на поверхности проводящей поляризуемой Земли для нескольких разносов осевой установки. Использовать для этого ряд одномерных моделей в которых ВП создаётся преимущественно гальваническим током, преимущественно вихревым током и двумя типами токов и показать различие сигнала переходного процесса на 3-х электродных измерительных линиях при преобладании гальванического и индуктивного возбуждения вызванной поляризации для визуального выделения временного диапазона когда в общем сигнале переходного процесса преобладает сигнал становления, гальванически вызванной поляризации и индукционно вызванной поляризации.

Исследование основано на результатах решения прямой задачи импульсной электроразведки с заземлёнными линиями, в которой ВП учитывается введением частотно зависимого удельного электрического сопротивления формулой Коула-Коула. Построении сигналов переходного процесса ($\Delta U(t)$), второй конечной разности сигналов переходного процесса ($\Delta^2 U(t)$) и трансформанты ЭМ поля ($PI(t)$) и их визуальный анализ.

Ключевые слова: переходный процесс, индукционно вызванная поляризация, ВПИ, гальванически вызванная поляризация, ВПГ, заземлённая электрическая линия, индуктивная петля, трёх электродные измерительные линии, дифференциально-нормированный метод электроразведки, ДНМЭ.

ВВЕДЕНИЕ

Геологическая среда является гетерогенной и полифазной, воздействие на неё внешнего ЭМ поля, в том числе искусственного источника, приводит к накоплению ЭМ энергии внутри неё, которая высвобождается после прекращения этого внешнего воздействия и может быть зарегистрирована измерителями ЭМ сигнала [1]. Импульсный источник в квазистатическом приближении воздействуя на Землю создаёт в ней токи. Заземлённая линия воздействует на среду гальванически и индуктивно, образуя гальванический и вихревой ток [2]. Незаземлённая петля воздействует на Землю индуктивно, порождая в ней вихревой ток. Отклик среды на

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

воздействие таких источников будет различен.

ВП для индуктивного источника и приёмника, проявляющаяся на разных диапазонах времени переходного процесса, описана и изучена для нескольких механизмов (релаксация Максвелла-Вагнера, мембранная поляризация, электролитическая поляризация) [3, 4, 5]. Для гальванического источника и приёмника описана и изучена вызванная поляризация, связанная с гальваническим током для процессов, протекающих на границе ионная среда – электролит и электронно-проводящая среда – электролит [6], но во время переходного процесса при импульсном возбуждении Земли этим источником возникает и индукционно вызванная поляризация, порождённая вихревым током. Эта составляющая ЭМ сигнала заземлённого источника изучена недостаточно и проблематика исследования направлена на её изучение. Вызывает интерес совместное проявление ЭМ индукции, индукционно и гальванически вызванной поляризации в регистрируемом заземлённой линией ЭМ сигнале, исследование ставит задачу показать характерные черты сигнала, свойственные проявлению каждого из этих процессов.

Измерение сигнала в методе ВП [6], в его широко распространённой методике, выполняется в экваториальной области заземлённой линии на её оси, как правило, симметричными установками. Проводились теоретические расчёты импульсного отклика и практические измерения для симметричной измерительной линии по изучению отклика ВП для условий акваторий [7, 8].

Для установок с измерителями в экваториальной и осевой области источника (для симметричных и осевых установок) в импульсном режиме расчёты и измерения проводил В.С. Моисеев [9].

Применяющийся на практике для решения нефтегазопроисловых задач дифференциально-нормированный метод электроразведки (ДНМЭ) использует осевые установки с трёх-электродными измерительными линиями [10, 11, 12, 13, 14]. Для сухопутных измерений используется одна измерительная линия, для измерений на акваториях – установка с несколькими измерительными линиями. Проводятся измерения переходных характеристик сигнала ($\Delta U(t)$), второй конечной разности сигнала ($\Delta^2 U(t)$) и расчёт трансформанты ЭМ поля ($PI(t)$), позволяющей ослабить влияние индукционной составляющей сигнала переходного процесса в поздней стадии.

1. ПРОЯВЛЕНИЕ ВПИ ПРИ ИНДУКТИВНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ И ПРИЁМЕ ЭМ СИГНАЛА ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА

ВПИ – возникает при воздействии на поляризующуюся среду вихревого тока (рис. 1а). Проявление этого релаксационного процесса в ЭМ сигнале хорошо видно при индукционном возбуждении и приёме поля становления (во временной области). В результатах измерений зондированием становлением поля ВПИ проявляется как сигнал противоположного знака в отличие от становления ЭМ поля. ВПИ может быть связана с рядом релаксационных процессов различной природы.

Быстрые процессы индукционно вызванной поляризации (БВПИ) отмечаются над мёрзлыми породами. При измерениях индуктивными установками и

импульсном возбуждении переходного процесса, отмечались немонотонные спады - вплоть до смены полярности сигнала, которые невозможно было описать диффузионным распространением ЭМ поля в проводящей среде [15]. Первоначально объяснение этому эффекту было найдено на основе макроскопически гетерогенной среды и связано с проявлением эффекта Максвелла-Вагнера в мёрзлых породах с частотно независимыми удельной электропроводностью (σ) и диэлектрической проницаемостью (ϵ) [16]. Затем было показано, что в ряде случаев, и в первую очередь, применительно к условиям криолитозоны аномальные переходные характеристики удаётся объяснить в рамках модели однородной геологической среды содержащей вещества с полярными молекулами, и теории диэлектрической релаксации Дебая [4, 15]. БВПИ проявляется на временах от первых мкс до первых мс.

Более инерционны процессы электрокинетической и электролитической природы. Электрокинетические процессы – электроосмос и мембранная поляризация, связанные с двойным электрическим слоем (ДЭС) двухфазной пористой среды и изменениями диаметров пор. Длительность электроосмической релаксации от первых мс до сотен мс. Мембранная поляризация устанавливается от мс до с. Электролитические процессы связаны с присутствием электронно-проводящих включений внутри пористой (трещиноватой) геологической среды. Они длятся от первых мс до с. Отмечаются также быстропротекающие процессы такой природы от десятков мкс до первых мс [16].

В геофизической литературе проявление релаксационных процессов получило ряд обозначений релаксацию в мёрзлых породах для индуктивных установок называют быстропротекающая индукционно вызванная поляризация (БВПИ) [15]. Проявление электрокинетической и электролитической релаксации – низкочастотная дисперсия (НЧД) или вызванная поляризация (ВП) [18]. Быстропротекающие процессы выделяют в быстропротекающую вызванную поляризацию (БВП) [16].

Для индукционного возбуждения и приёма неустановившегося ЭМ поля характерно возбуждение только вихревых токов, которые протекая в поляризующейся среде возбуждают только ВПИ различной природы. Но плотность вихревых токов меньше, чем гальванических и время их протекания в Земле меньше, чем гальванических, поэтому для изучения ВП такая система возбуждения и приёма применяется редко. Можно утверждать, что процессы ВПИ являются мешающими для изучения процесса становления.

Нужно отметить, что при индуктивном возбуждении и приёме ЭМ сигнала переходного процесса индукционно вызванная поляризация (ВПИ) проявляется в смене знака ЭДС.

2. ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЁТЫ ДЛЯ ОСЕВЫХ УСТАНОВОК С ЗАЗЕМЛЁННЫМИ ЛИНИЯМИ

Гальванически заземлённая линия в импульсном режиме пропускания тока в проводящей Земле возбуждает индуктивный переходный процесс, ВПГ и ВПИ [19]. Во время токового импульса в поляризующейся среде протекают процессы разделения зарядов различной природы. После прекращения этого воздействия

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

начинаются обратные релаксационные процессы, проявляющиеся как ЭМ сигнал, регистрируемый измерителем совместно с ЭМ сигналом, связанным с диффузией вихревых токов внутрь проводящей Земли. Вихревые токи, распространяющиеся внутри поляризуемой среды (рис. 1б), также индуцируют процессы разделения зарядов, которые после их ослабления, а затем и затухания становятся обратными релаксационными процессами, также проявляющиеся как дополнительный ЭМ сигнал, регистрируемый измерителем. Это описание последствий импульсного воздействия заземлённой электрической линии на проводящую поляризуемую Землю показывает, что оно сложнее, чем при таком же воздействии индуктивного источника. Однако именно заземлённая линия чаще используется для изучения ВП, т.к. плотность гальванических токов, «заряжающих» Землю, выше, чем у вихревых токов незаземлённого источника, а время воздействия определяется продолжительностью токового импульса, а не продолжительностью переходного процесса, как для индуктивного источника.

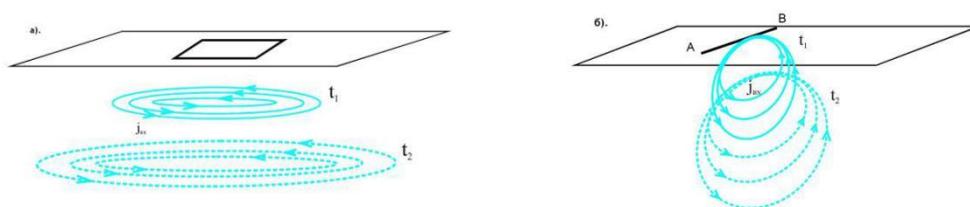


Рис. 1. Схема перемещения максимума плотности вихревых токов во время переходного процесса: а). Для источника индуктивная петля; б). Заземлённая линия.

Для наглядного представления изменения структуры вихревого тока для индуктивного и гальванического источника показано кольцо максимальной плотности вихревого тока для двух моментов времени переходного процесса (рис. 1). Кольцо вихревых токов для источника заземлённая линия растекается вглубь преимущественно в плоскости перпендикулярной поверхности земли [20], кольца вихревых токов, созданного индуктивной петлёй, диффундирует вглубь проводящей среды в плоскости параллельной земной поверхности [21].

В основе исследования лежат результаты решения прямой задачи горизонтальной электрической компоненты неустановившегося ЭМ поля для одномерной проводящей поляризуемой Земли. ВП среды учитывается частотно зависимым удельным электрическим сопротивлением (УЭС) по формуле Коула-Коула (1):

$$\rho(\omega) = \rho_0 \left(1 - \frac{\eta(i\omega\tau)^c}{1 + (i\omega\tau)^c} \right), \quad (1)$$

где ρ_0 – УЭС на постоянном токе (Ом·м); η – коэффициент поляризуемости (доли ед.); τ – постоянная времени (с); c – показатель степени; ω – круговая частота (сек⁻¹).

Использовался метод линейной фильтрации решения задачи ЭМ становления [8]. Первоначально получают частотную характеристику сигнала в широком

диапазоне частот, затем путём преобразования Фурье получают решение во временной области.

Расчёты проводились для осевой установки (рис. 2), состоящей из источника АВ и нескольких измерительных линий M_1M_2 , M_2M_3 , M_3M_4 , M_4M_5 , M_5M_6 . Расстояние между центром питающей и измерительных линий – 1500, 2500, 3500, 4500 и 5500 м.

Расчёты переходных характеристик проводились для интервала времени переходного процесса со 100 мкс до 2 с для конечной длины импульса –2 с, с учётом четырёх разнополярных импульсов.

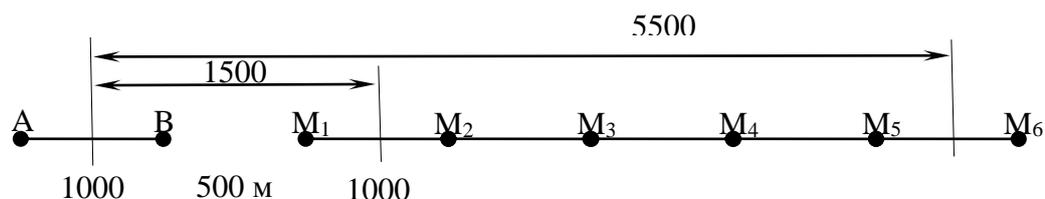


Рис. 2. Схема установки численного эксперимента. Измерительные линии в осевой (M_1M_2 , M_2M_3 , M_3M_4 , M_4M_5 , M_5M_6) и экваториальной (MN) области источника (AB).

При импульсном возбуждении, после изменения тока источника, в проводящей среде возникает вихревой ток. Для рассматриваемого источника в начале переходного процесса структура вихревого тока будет повторять структуру гальванического тока (рис. 1б). Протекание переходного процесса связано с растеканием кольца основной плотности вихревых токов вниз и вширь и стремление к равномерному распределению в Земле, что проявится в уменьшении пространственной неоднородности ЭМ поля, вызванного им.

Легейдо [12] предложил ряд геоэлектрических моделей, основанных на геологических условиях Юга Сибирской платформы (табл.), в которых ВП связано преимущественно с гальваническим током («ВПГ»), преимущественно с вихревым током («ВПИ»), с двумя типами тока («ВПГ и ВПИ») и модель в которой ВП не образуется («Без ВП»). Четырёхслойный горизонтально-слоистый разрез типа КН. Первый и третий, относительно проводящие, слои разделены высокоомным экраном. В основании разреза лежит непроводящий фундамент. Можно предположить, что отклик ВП от первого слоя создаётся преимущественно гальваническим током, расположенный ниже экрана проводящий поляризующейся слой, будет возбуждаться, в основном, индуктивно. Соответственно, поляризационный отклик от первого слоя будет преимущественно гальваническим, а от третьего преимущественно индукционным.

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД
ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

Таблица 1.

Геоэлектрические модели численных расчётов.

Слой	ρ , Ом·м	η , %				τ , с	с, б.р.	h, м
		«Без ВП»	«ВПГ»	«ВПГ и ВПИ»	«ВПИ»			
1	50	0	2	2	0	0.5	0.5	200
2	1000	0	0	0	0			500
3	20	0	0	50	50	0.5	0.5	200
4	1000	0	0	0	0			

Рассматривая сигналы переходного процесса на осевых измерительных линиях $\Delta U(t)$ (рис. 3) относительно отклика от неполяризуемой модели (пунктирная линия на всех графиках) можно отметить, смену знака сигнала на поздних временах (начиная со 100 мс) для ближних разносов (рис. 3а и 3б) над средой с нижним поляризуемым горизонтом. Общий сигнал (модель «ВПГ и ВПИ») на поздних временах на этих разносах, вероятно, ослабляется противоположными по знаку значениями поля «ВПИ».

Для разноса 3500 м (рис. 3в) сигнал от модели «ВПГ и ВПИ» на поздних временах имеет наибольшие значения из всех откликов, это связано с тем что сигнал и от модели «ВПГ» и от модели «ВПИ» имеют одинаковый знак и усиливают общий поляризационный отклик. Причём сигнал от модели «ВПГ» в поздней стадии переходного процесса по амплитуде меньше, чем сигнал от модели «ВПИ».

При увеличении разноса (рис. 3г и 3д) переходный процесс от модели «ВПГ» слабо отличается от сигнала от неполяризуемой модели, а вот сигналы от моделей «ВПГ и ВПИ» и «ВПИ» практически совпадают.

Интерпретация протекания переходного процесса на измерительных линиях приведена ниже в соответствующем разделе.

Если объединить расчёты сигналов переходного процесса для каждой модели для всех линий M_1M_2 , M_2M_3 , M_3M_4 , M_4M_5 , M_5M_6 можно увидеть изменение вида кривых при изменении разноса (рис. 4).

Над неполяризуемой Землёй (пунктирная линия на графиках) наблюдается одинаковый монотонный спад разности потенциалов на линиях M_1M_2 , M_2M_3 , M_3M_4 , M_4M_5 , M_5M_6 (рис. 4а). Со времени примерно 30 мс разности потенциалов на всех измерительных линиях становятся практически равными – исчезает зависимость от разноса, это свидетельствует о равномерном распределении вихревых токов в Земле. Этим характеризуется поздняя стадия переходного ЭМ процесса в среде.

Над Землёй, поляризуемой в верхней части разреза (рис. 4б, сплошные линии на графиках), на линиях M_1M_2 , M_2M_3 , M_3M_4 , M_4M_5 , M_5M_6 спад становится не монотонным и различие разности потенциалов на них сохраняется на протяжении всего времени расчётов.

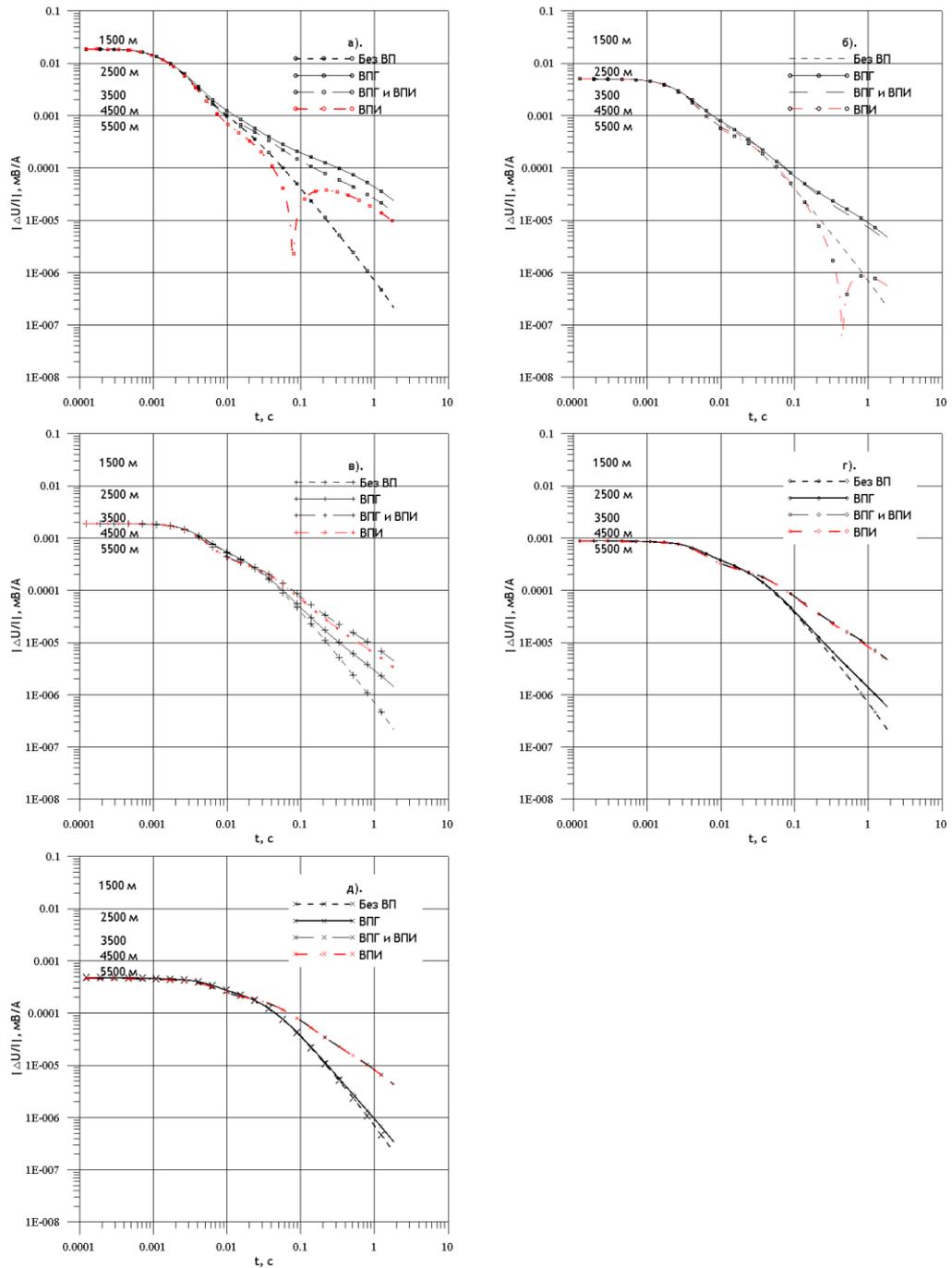


Рис. 3. Абсолютные значения сигнала переходного процесса для 4-х моделей на осевых измерительных линиях удалённых на: а). 1500; б). 2500; в). 3500; г). 4500; д). 5500 м

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

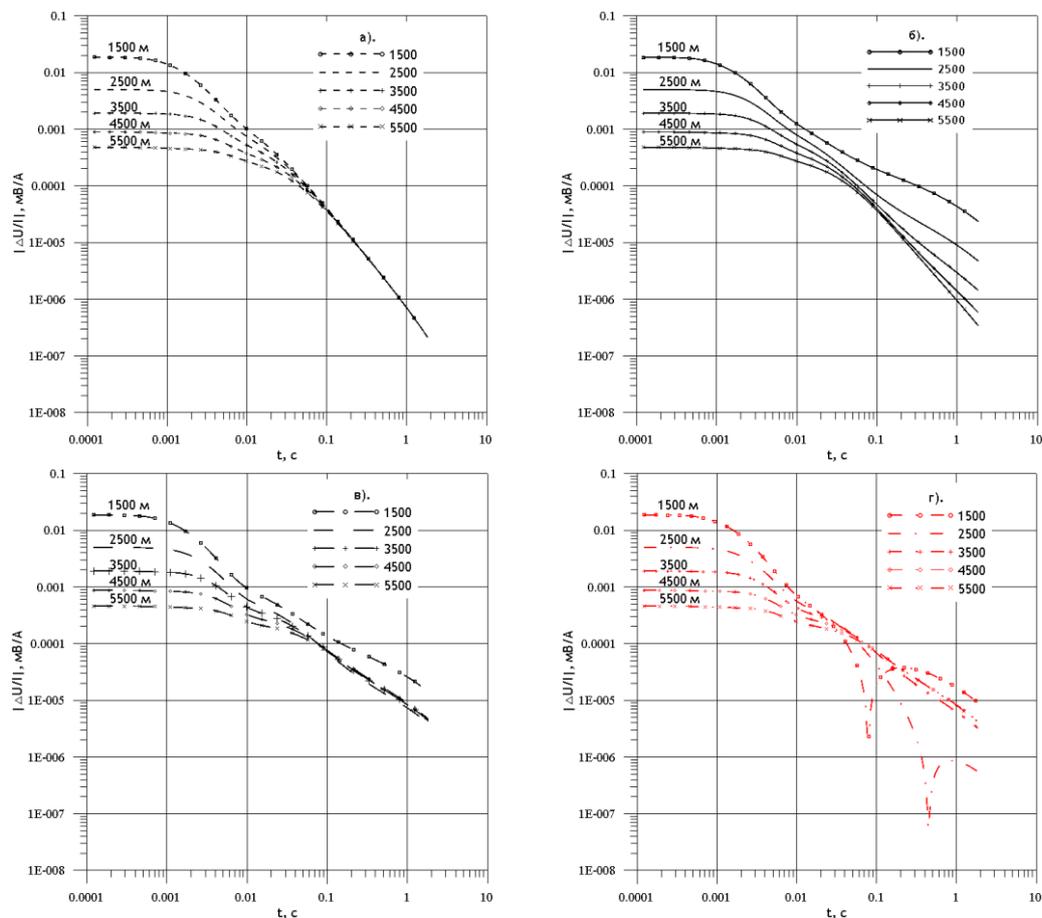


Рис. 4. Сигнал переходного процесса на измерительных линиях с разномом 1500, 2500, 3500, 4500, 5500 м: а). Над неполяризуемой средой; б). Над средой, поляризуемой в верхней части разреза; в). Над поляризуемой средой; г). Над средой, поляризуемой под высокоомным экраном.

При преобладании ВПИ (рис. 4г, красные линии крупным пунктиром с точкой) переходный процесс на линиях M_1M_2 , M_2M_3 , M_3M_4 , M_4M_5 , M_5M_6 значительно отличается. Сигнал на ближних измерительных линиях (M_1M_2 и M_2M_3) после времени около 30 мс становится меньше, чем на более удалённых от источника линиях (M_3M_4 , M_4M_5 , M_5M_6), их различие с течением времени увеличивается, после времени 70 мс $\Delta U_{M_1M_2}$ и после времени 300 мс $\Delta U_{M_2M_3}$ становятся отрицательными.

Увеличение эффективной глубины зондирования постоянным током дипольной установкой приводит к увеличению в регистрируемом сигнале доли вызванной поляризации, связанной с гальваническим током. Для измерителей, более удалённых от источника, смена знака разности потенциалов не происходит. На малых расстояниях поляризационный отклик гальванически возбуждённой среды будет доходить с небольших глубин (согласно глубинности зондирования постоянным

током для дипольной установки), а поляризационный сигнал, связанный с вихревым током, будет идти с больших глубин, при увеличении разноса отклик гальванически вызванной поляризации будет регистрироваться с больших глубин, и индукционно вызванная поляризация не будет проявляться во временном диапазоне, используемом для расчётов.

Над моделью с совместным проявлением ВПГ и ВПИ (рис. 4в, линии крупным пунктиром) сигнал переходного процесса на второй измерительной линии на времени порядка 100 мс становится меньше, чем на ближней и более удалённых измерительных линиях. С течением времени различие $\Delta U_{M_2M_3}$ и ΔU на других линиях увеличивается, но смены знака разности потенциалов, до времени окончания измерений – 2 с, ни на второй, ни на других измерителях не отмечается.

Присутствие смены знака сигнала переходного процесса отмечается на поздних временах переходного процесса над моделью с поляризуемостью только в нижнем горизонте для двух ближних разносов. Далее при увеличении разноса сигнал от такой модели становится монотонным и меняется слабо.

3. ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ (ΔU), ВТОРОЙ КОНЕЧНОЙ РАЗНОСТИ ($\Delta^2 U$) И ТРАНСФОРМАНТЫ P_1 НА 3-Х ЭЛЕКТРОДНЫХ ЗАЗЕМЛЁННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

Из нескольких смежных осевых установок возможно сформировать ряд трёх-электродных измерительных линий ($M_1M_2M_3$, $M_2M_3M_4$, $M_3M_4M_5$, $M_4M_5M_6$), на которых рассчитывается сигнал переходного процесса между электродами M_1 - M_3 , M_2 - M_4 , M_3 - M_5 , M_4 - M_6 , вторая конечная разность сигнала на трёх электродах и трансформанта ЭМ поля, позволяющая подавить вклад индукционной составляющей переходного процесса в его поздней стадии и усилить вклад гальванически вызванной поляризационной составляющей. На основе расчётной разности потенциалов между электродами M_1 - M_2 , M_2 - M_3 , M_3 - M_4 , M_4 - M_5 , M_5 - M_6 во время переходного процесса можно сформировать сигнал ΔU между крайними электродами каждой трёх-электродной измерительной линии, например, для линии $M_1M_2M_3$ (2), и вторую конечную разность сигнала $\Delta^2 U$ (3). Затем рассчитать трансформанту, названную P_1 , как отношение $\Delta^2 U$ к ΔU (4) [10, 11, 12].

$$\Delta U_{M_1M_3} = \Delta U_{M_1M_2} + \Delta U_{M_2M_3} \quad (2)$$

$$\Delta^2 U_{M_1M_2M_3} = \Delta U_{M_1M_2} - \Delta U_{M_2M_3} \quad (3)$$

$$P_{1M_1M_2M_3} = \Delta^2 U_{M_1M_2M_3} / \Delta U_{M_1M_3} = (\Delta U_{M_1M_2} - \Delta U_{M_2M_3}) / (\Delta U_{M_1M_2} + \Delta U_{M_2M_3}) \quad (4)$$

Индукционная составляющая в поздней стадии переходного процесса не зависит от разноса (рис. 4а), поэтому её вторая конечная разность будет уменьшаться и стремиться к нулю. Для поляризационной составляющей связанной с гальваническим током неоднородность сигнала переходного процесса в зависимости от разноса сохраняется на протяжении всего времени расчётов (рис. 4б), поэтому

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

вторая конечная разность будет отличной от нуля. Таким образом вторая конечная разность сигнала переходного процесса на трёх-электродной измерительной линии в поздней стадии становления будет определяться составляющей гальванически вызванной поляризации.

Отношение $\Delta^2 U$ к ΔU позволяет получить трансформанту, которая, для монотонных переходных процессов, будет изменяться в пределах от 1 до 0, в то время как сигналы переходного процесса и его второй конечной разности изменяются на несколько порядков. Также в изменении трансформанты во время переходного процесса отражается временной диапазон преобладания индукционной составляющей в общем сигнале переходного процесса в виде асимптоты в ранней стадии переходного процесса и нисходящей ветви, связанной с индукционным становлением поля в среде, затем после минимума, восходящая ветвь и асимптота на поздних временах, связанные с преобладанием составляющей связанной с гальванически вызванной поляризацией.

Теперь для всех моделей покажем на графиках расчёты разности потенциалов (рис. 5) для линий M_1M_3 , M_2M_4 , M_3M_5 , M_4M_6 , второй конечной разности для 3-х электродных установок (рис. 6) и трансформанты $P1$ (рис. 7).

4. ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЁТОВ СИГНАЛА НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ ДЛЯ 3-Х ЭЛЕКТРОДНЫХ ЗАЗЕМЛЁННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

На графиках (рис. 5) для каждой 3-х электродной измерительной установки приведены абсолютные значения амплитуды разности потенциалов между её крайними электродами от четырёх моделей.

Отклик от неполяризуемой модели (пунктирная линия) на поздних временах одинаков для всех линий и сигналы от других моделей можно рассматривать относительно этой кривой.

Смена знака сигнала отмечается только от модели «ВПИ» для ближней линии (M_1-M_3). При увеличении разноса отклик «ВПИ» на поздних временах положительный и по амплитуде становится больше, чем для первого разноса.

Амплитуда сигнала «ВПГ» при увеличении разноса в поздней стадии уменьшается и приближается к сигналу «Без ВП».

Сигнал «ВПГ и ВПИ» (широкий пунктир) на всех разносах положительный и по мере увеличения разноса и уменьшения амплитуды сигнала от «ВПГ» в поздней стадии переходного процесса к нему стремится сигнал от «ВПИ».

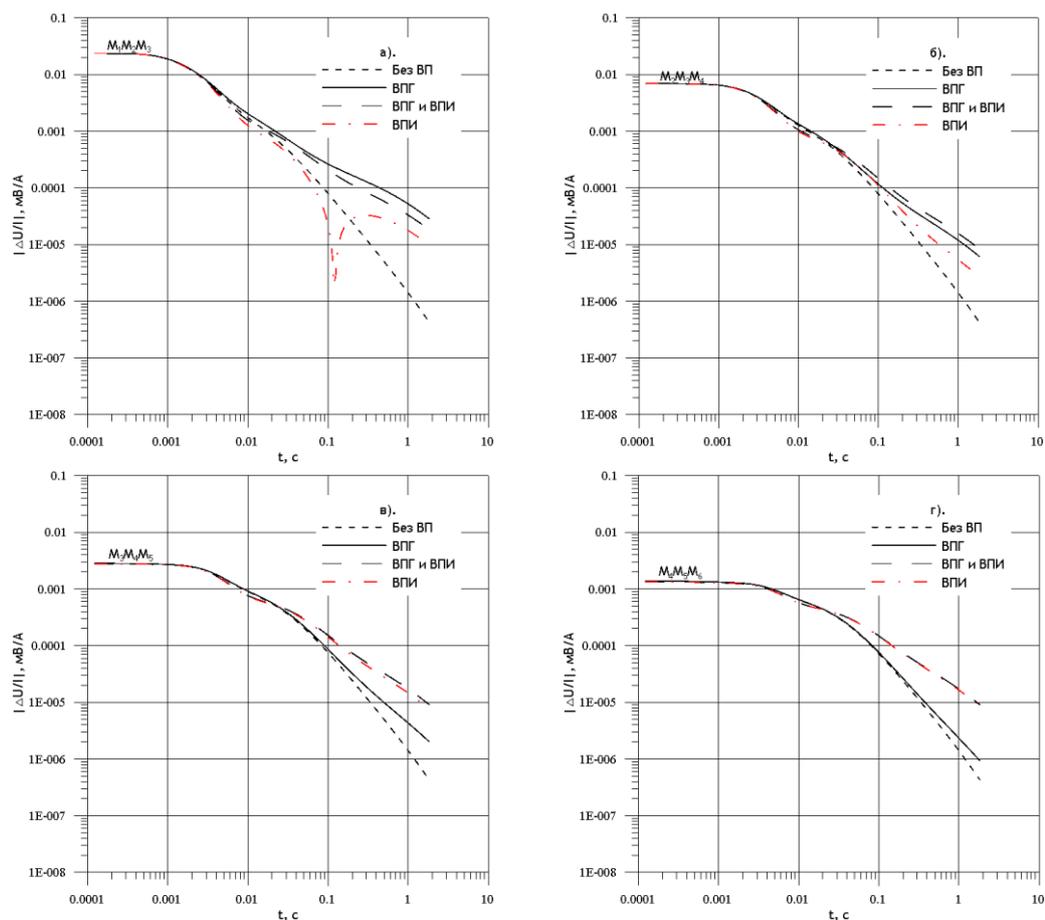


Рис. 5. Сигнал переходного процесса на 3-х электродных измерительных линиях $M_1M_2M_3$, $M_2M_3M_4$, $M_3M_4M_5$, $M_4M_5M_6$.

Близость значений разности потенциалов на смежных линиях M_1M_2 , M_2M_3 , M_3M_4 , M_4M_5 , M_5M_6 показывает сигнал переходного процесса второй конечной разности ($\Delta^2 U$) (рис. 6). Для неполяризующейся Земли (пунктирная линия) на всех 3-х электродных измерительных линиях после 30мс этот параметр резко уменьшается и после 200мс его значения становятся меньше $1e-8$ мВ/А (они не показаны на рис. 6).

Для модели «ВПИ» (широкий пунктир с точкой) отмечается смена знака сигнала $\Delta^2 U$ для линий $M_1M_2M_3$, $M_2M_3M_4$, $M_3M_4M_5$. С увеличением разноса от первой линии до третьей отрицательные значения «ВПИ» по амплитуде становятся больше значений «ВПГ».

Для модели «ВПГ и ВПИ» (широкий пунктир) присутствует смена знака сигнала на линиях $M_2M_3M_4$ и $M_3M_4M_5$.

Для модели «ВПГ» (сплошная линия) смены знака сигнала на всех разносах не происходит, в время смены скорости спада увеличивается при удалении

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

измерительной линии от источника.

Значительные изменения претерпевает сигнал $\Delta^2 U$ для самой удалённой линии ($M_4M_5M_6$). На ней изменение сигнал в поздней стадии переходного процесса от моделей «ВПГ», «ВПГ и ВПИ» и «ВПИ» - схожи.

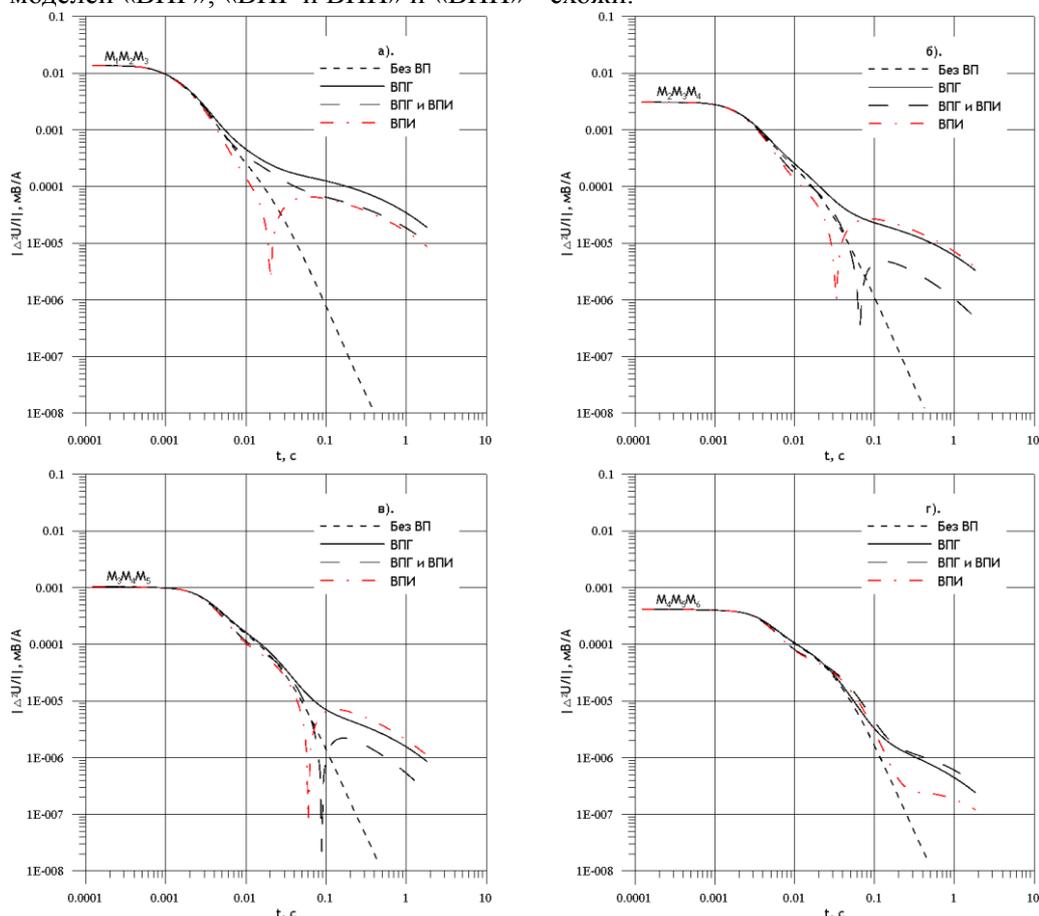


Рис. 6. Сигнал переходного процесса второй конечной разности на 3-х электродных измерительных линиях $M_1M_2M_3$, $M_2M_3M_4$, $M_3M_4M_5$, $M_4M_5M_6$.

На графиках (рис. 7) для каждой 3-х электродной измерительной линии показана трансформанта PI для четырёх моделей. Поведение трансформанты зависит от изменений $\Delta^2 U$ и ΔU во время переходного процесса. Знак трансформанты определяется знаком двух составляющих. Её отрицательные значения связаны с отрицательными значениями одной из них, для данной модели, на более ранних временах знак меняет вторая конечная разность. На ближнем разnose смена знака сигнала наблюдается и для ΔU . На трансформанте этот момент отмечается отсутствием монотонности графика, точкой разрыва и скачкообразным переходом из отрицательных в положительные значения (этот момент не показан на рис. 6а).

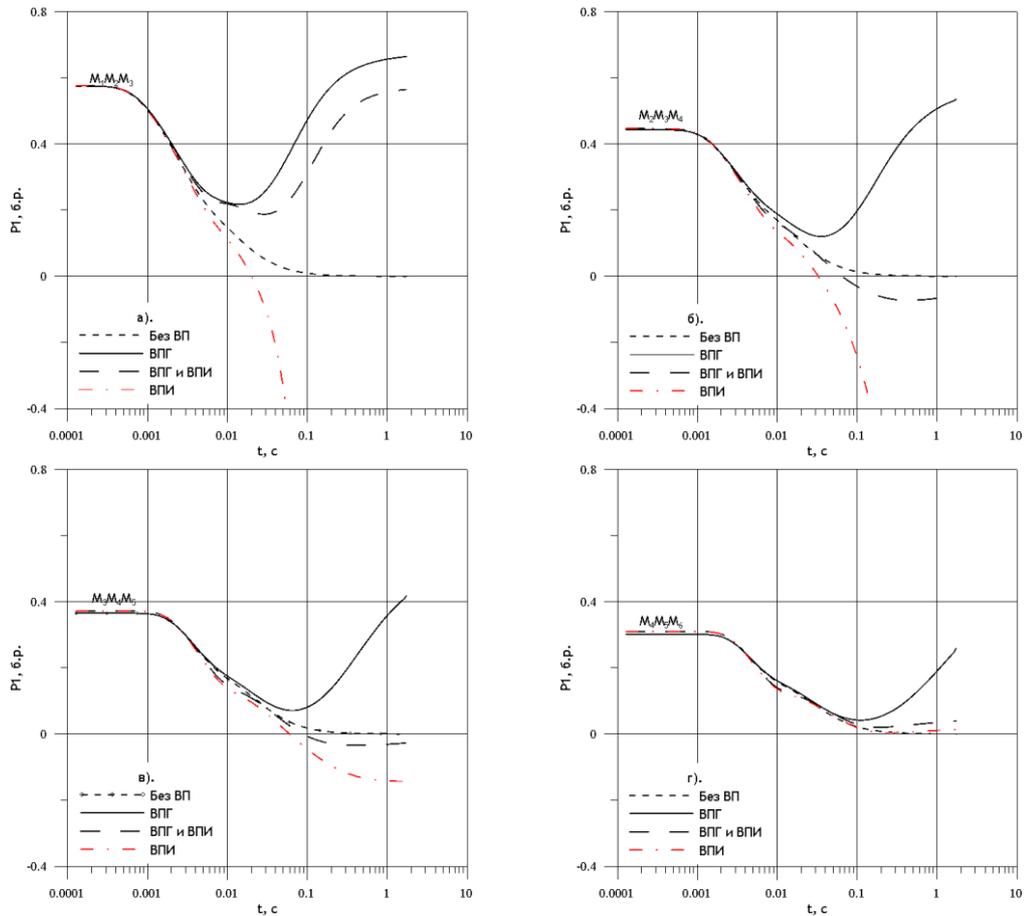


Рис. 7. Трансформанта $P1$ на 3-х электродных измерительных линиях $M_1M_2M_3$, $M_2M_3M_4$, $M_3M_4M_5$, $M_4M_5M_6$.

Отклик $P1$ от неполяризуемой модели (пунктирная линия) после 100 мс выходит на 0 на всех разностях, что свидетельствует о стремлении к $0 \Delta^2 U$.

$P1$ для модели «ВПГ» (сплошные линии) после изменения скорости спада параметра $\Delta^2 U$ начинает возрастать и имеет восходящую правую ветвь на всех разностях. Начало восходящей ветви также смещается на более поздние времена при увеличении разности.

Над моделью «ВПИ» (линии широким пунктиром с точкой) после времени смены знака переходный процесс второй конечной разности на трёх первых линиях ($M_1M_2M_3$, $M_2M_3M_4$, $M_3M_4M_5$) можно наблюдать смену знака трансформанты $P1$, которая имеет нисходящую правую ветвь отрицательных значений.

Над моделью, поляризуемой в верхней и нижней части (линии крупным пунктиром) смена знака $P1$ отмечается для второй и третьей линий. Отмечается снижение амплитуды значений трансформанты такой модели на поздних временах для всех разностей, за исключением первого. Такое ослабление трансформанты

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

похоже на взаимное подавление поляризационного сигнала от верхнего и нижнего поляризующегося слоя.

5. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОВЕДЕНИЯ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ И 3-Х ЭЛЕКТРОДНЫХ ЗАЗЕМЛЁННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ - ПРОЯВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА, ВПГ И ВПИ

Результаты расчётов сигнала переходного процесса можно интерпретировать следующим образом: 1). отклик ВП отмечается в сигнале переходного процесса на всех разносах для которых проводились расчёты (1500–5500 м); 2). среда поляризуется и гальваническим и вихревым током. На меньших разносах, в пределах диапазона времён переходного процесса для которых проводились расчёты, сигнал от нижнего поляризующегося горизонта связан с поляризацией вихревым током, при увеличении разноса регистрируется поляризационный отклик от этого горизонта, связанный с гальваническим током; 3). поляризационный отклик от верхней части среды связан с гальваническим током на всех разносах. На меньших разносах он значительный, а с увеличением разноса, когда эффективная глубина регистрации отклика от воздействия постоянного тока для осевой установки увеличивается, он становится всё меньше и меньше. Вклад верхней части среды в отклик, связанный с гальваническим током, с увеличением разноса осевой установки уменьшается, соответственно увеличивается от нижней части среды, где расположен третий поляризующийся слой; 4). ВП, связанная с вихревым током, для заданных проводящих и поляризационных свойствах среды, проявляется на меньших разносах, при увеличении разноса сигнал индукционно вызванной поляризации от нижней части среды перекрывается поляризационным откликом вызванным гальваническим током; 5). на симметричном измерителе для такой установки для всех поляризующихся моделей отмечается смена знака сигнала переходного процесса.

Сигнал, регистрируемый заземлённой электрической линией, содержит, по меньшей мере, индуктивную и поляризационную составляющую, возбуждаемую как гальваническим, так и вихревым током.

Важный результат расчётов – зафиксировано присутствие смены знака сигнала становления для измерителя в осевой области источника в присутствии среды для которой поляризация вызвана преимущественно вихревым током.

Эффективная глубина с которой регистрируется отклик Земли осевой установкой зависит от разноса – расстояния между источником и приёмником. На малых разносах – глубинность исследования постоянным током небольшая и нижний поляризующийся горизонт поляризуется преимущественно вихревым током, что проявляется в виде смены знака сигнала переходного процесса на ближней линии. При увеличении разноса возрастает эффективная глубина, которая определяет сигнал постоянного тока и на схожем временном диапазоне влияние ВПИ уменьшается, третий слой поляризуется преимущественно гальваническим током, что показывает близость сигналов от моделей «ВПГ и ВПИ» и «ВПИ».

Для 3-х электродных измерительных линий поведение сигнала переходного

процесса, второй конечной разности и трансформанты PI можно интерпретировать как проявление становления поля, гальванически и индукционно вызванной поляризации. На поздних временах эти величины определяются соотношением проявления одного или другого вида вызванной поляризации.

Смена знака сигнала на поздних временах зафиксирована для сигнала переходного процесса, для второй конечной разности и для трансформанты PI на измерителях в осевой области источника на ряде разносов. Такое поведение сигналов связано с проявлением индукционно вызванной поляризации. Вид трансформанты PI для неполяризуемой среды, поляризуемой в верхней части и поляризуемой под высокоомным экраном существенно различается – трансформанту можно рассматривать как инструмент для разделения времён преобладания сигнала связанного с гальванически вызванной поляризацией и индукционно вызванной поляризацией во время переходного процесса.

ВЫВОДЫ

Сигнал, регистрируемый заземлённой электрической линией, содержит индуктивную и поляризационную составляющую, вторая возбуждается и гальваническим и вихревым током. Эффективная глубина, которая определяет отклик на воздействие постоянного тока осевой установкой, зависит от разноса – расстояния между источником и приёмником. На близком расстоянии (на малых разносах) – эффективная глубина исследования постоянным током, с которым связана гальванически вызванная поляризация, небольшая и проявляется поляризация вызванная вихревым током, в виде смены знака сигнала переходного процесса на измерительной линии. При удалении приёмника от источника в осевой зоне (увеличении разноса) увеличивается эффективная глубина влияния постоянного тока и на схожем временном диапазоне влияние ВПИ уменьшается.

Важный результат расчётов – зафиксировано присутствие смены знака разности потенциалов для измерителя в осевой области источника в присутствии среды для которой поляризация вызвана вихревым током. Это становится новым научным фактом, т.к. считалось [9], что отрицательные значения приобретает только вторая конечная разность сигнала переходного процесса. Здесь можно сделать вывод: для источника заземлённая линия в осевой зоне индукционно вызванная поляризация проявляется в смене знака сигнала переходного процесса $\Delta U(t)$, а для 3-х электродной измерительной установки в смене знака второй конечной разности $\Delta^2 U(t)$ и трансформанты $PI(t)$. Нужно отметить, что несмотря на различный вид проявления на измерителях, природа сигналов индукционно вызванной поляризации и гальванически вызванной поляризации одинакова – электрофизические, электрохимические и электрокинетические релаксационные процессы в многофазной гетерогенной геологической среде.

Вызывает интерес исследование проявления ВПИ и ВПГ для условий акваторий. Здесь водная толща представляет из себя проводящий, в зависимости от минерализации воды, неполяризуемый слой, который отделяет электроразведочную установку от проводящей поляризуемой геологической среды. В зависимости от мощности воды, глубины погружения установки, разноса и

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

времени регистрации сигнала соотношение ВПИ и ВПГ будет различаться. Изучение оптимальных условий для изучения поляризуемости геологической среды вызывает интерес практической аэральной геоэлектрики.

Список литературы

1. Каменецкий Ф.М., Тригубович Г.М., Чернышёв А.В. Три лекции о вызванной поляризации геологической среды. Мюнхен: Вела Ферлаг, 2014. 58 с.
2. Могилатов В.С. Импульсная электроразведка. Новосибирск: НГУ, 2014. 300 с.
3. Компаниец С.В., Кожевников Н.О., Антонов Е.Ю. Проявление и учёт индукционно-вызванной поляризации при изучении осадочного чехла юга сибирской платформы методом ЗСБ // Геофизика. 2013. №1. С. 35-40.
4. Кожевников Н.О., Антонов Е.Ю., Захаркин А.К., Корсаков М.А. Поиск таликов методом ЗСБ в условиях интенсивного проявления индукционно-вызванной поляризации // Геология и геофизика. 2014. Т. 55, № 12. С. 1815–1827.
5. Халлбауэр-Задорожная В.Ю. Процессы, происходящие в горных породах при наложении электрического тока и разности потенциалов: вызванная поляризация // Вопросы естествознания. 2016. 3(11). С. 76–79.
6. Комаров В.А. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л. : Недра, 1980. 391 с.
7. Вишняков А.Э., Лисицын Е.Д., Яневич М.Ю. Влияние временных параметров вызванной поляризации залежей углеводородов на переходные процессы электромагнитного поля // Техника и методика геофизических исследований Мирового океана: Сборник научных трудов 1988, С. 124-132.
8. Петров А.А. Возможности метода становления электрического поля при поисках углеводородов в шельфовых зонах // Геофизика. 2000. №5. С. 21-26.
9. Моисеев В.С. Метод вызванной поляризации при поисках нефтеперспективных площадей. Новосибирск : Наука, 2002. 135 с.
10. Легейдо П.Ю., Мандельбаум М.М., Рыхлинский Н.И. Дифференциально-нормированный метод электроразведки при прямых поисках залежей углеводородов // Геофизика. 1995. № 4. С. 42–45.
11. Легейдо П.Ю., Мандельбаум М.М., Рыхлинский Н.И. Информативность дифференциальных методов электроразведки при изучении поляризующихся сред // Геофизика. 1997. №3. С. 49–56.
12. Легейдо П.Ю. Теория и технология дифференциально-нормированной геоэлектроразведки для изучения поляризующихся разрезов в нефтегазовой геофизике. Дис. на соиск. уч. ст. д. г.-м. н. Иркутск : ИрГТУ, 1998. 198 с.
13. Ситников А.А. и др. Аппаратура и системы наблюдений для решения нефтегазопроисковых задач дифференциально-нормированным методом электроразведки (ДНМЭ) на суше // Приборы и системы разведочной геофизики. 2017. №2. С. 36–41.
14. Ситников А.А. и др. Аппаратура, устройства и системы наблюдений для решения нефтегазопроисковых и инженерно-геологических задач дифференциально-нормированным методом электроразведки (ДНМЭ) на акваториях // Приборы и системы разведочной геофизики. 2017. №2. С. 42–49.
15. Кожевников Н.О. Быстропротекающая индукционно-вызванная поляризация в мёрзлых породах // Геология и геофизика. 2012. Т. 53, № 4. С. 527–540.
16. Сидоров В.А. Об электрической поляризуемости неоднородных пород. // Изв. АН СССР. Физ. Земли. 1987. №10. С. 58-64.
17. Карасёв А.П., Птицын А.Б., Юдицких Е.Ю. Быстрые переходные процессы вызванной поляризации. Новосибирск: Наука, 2005. 291 с.
18. Каменецкий Ф.М. Электромагнитные геофизические исследования МПП. М.: ГЕОС, 1997. 162 с.
19. Агеенков Е.В., Ситников А.А., Пестерев И.Ю. Проявление разных типов вызванной поляризации в электромагнитных измерениях заземлённой линией // Геофизика. 2018. №2. С. 37–43.
20. Strack K.-M. Exploration with deep transient electromagnetics. – Elsevier science publishing Co, 1992. 373 p.
21. Nabighian M.N. Quasi-static transient response of a conducting half-space: An approximate representation // Geophysics. – 1979. – 44. – P. 1700–1705.

**TRANSIENT PROCESS ON THE SURFACE OF CONDUCTIVE
POLARIZABLE EARTH ON GROUNDED ELECTRICAL LINES**

Ageenkov E.V.¹, Sitnikov A.A.², Pesterev I.Yu.², Popkov A.V.², Vodneva E.N.¹

¹National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia; ²Siberian Geophysical Research Production Company Ltd, Irkutsk, Russia

E-mail: aev@dnme.ru

The publication raises the question of the transient process in a conducting polarizable Earth after a pulsing by a grounded line, which is more complicated than after a similar action by an inductive loop. A grounded line excites the medium both galvanically and inductively, respectively, in a geological environment, the flow of both galvanic and eddy currents will create relaxation processes that will manifest itself as an EM signal together with a signal of inductive field formation.

The scientific goal of the publication is to investigate the transient process of an electric field on the surface of a conducting polarizable Earth for several spans of a axial installation. Use for this purpose a number of one-dimensional models in which the IP is created primarily by galvanic current, mainly by the eddy current and by two types of currents and to show the difference in the signal of the transient process on 3 electrode measuring lines, with galvanic and inductive excitation of the induced polarization predominating for visual allocation of the time range when in general the signal of the transient process is dominated by the formation signal, galvanically induced polarization, and induction-induced polarization.

The study is based on the results of solving a direct problem of pulsed electrical reconnaissance with earthed lines, in which the IP is taken into account by introducing the frequency-dependent resistivity by the Cole-Cole formula. The dependence of the potential difference (ΔU), the second finite potential difference ($\Delta^2 U$) and the EM field transformers (PI) on the time (t) of the transient process and their visual analysis.

Keywords: transient process, induction induced polarization, IPI, galvanically induced polarization, IPG, grounded electric line, inductive loop, three electrode measuring lines, differential-normalized electrical prospecting method, DNME.

References

1. Kamenetsky F.M., Trigubovich G.M., Chernyshev A.V. Chto glavnoe v geofizike: geo ili fizika? [What is important in geophysics: geo or physics?]. *Geophysics*, 2015, no 2, pp. 69-76 (In Russian).
2. Mogilatov V.S. Impulsnaya electrorazvedka [Impuls electroprospecting]. Novosibirsk: NGU, 2014, 300 p. (In Russian).
3. Kompaniets S.V., Kozhevnikov N.O., Antonov E.Y. [Occurrence and accounting of inductive IP in the study of sedimentary cover of South of Siberian platform by TEM method]. *Geophysics*, 2013, no 1, pp. 35-40 (In Russian).
4. Kozhevnikov N.O., Antonov E.Y., Zaharkin A.K., Korsakov M.A. Poisk talikov metodom ZSB v usloviyah intensivnogo proyavleniya induktsionno-vizvannoy polyarizatsii [TEM surveys for search for taliks in areas of strong fast-decaying IP effects]. *Geologi and Geophysics*, 2014, Vol. 55, no 12, pp. 1815-1827 (In Russian).
5. Hallbauer-Zadorozhnaya V.Yu. Processy proiskhodyashie v gornikh porodakh pri nalozhenii elektricheskogo toka I raznosty potencialov: vizvannaya polyarizatsiya [The processes taking place in rocks

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

- when in electric current and potential difference: induce polarization]. Questions of natural science, 2016, 3(11), pp. 76–79 (In Russian).
6. Komarov V.A. Electrorazvedka metodom vyzvannoy polarizatsii [Geoelectrics of induced polarization method]. L.: Nedra, 1980, 391 p. (In Russian).
 7. Vishnyakov A.E., Lisizin E.D., Yanevich M.Yu. Vliyanie vremennikh parametrov vyzvannoy polarizatsii zalezhey uglevodorodov na perekhodnie processi elektromagnitnogo polya [The influence of IP time parameters of hydrocarbon deposits on the transient processes of the electromagnetic field]. Technique and methodology of geophysical research of the World Ocean. Sbornik nauchnikh trudov, 1988, pp. 124-132 (In Russian).
 8. Petrov A.A. Vozmozhnosti metoda stanovleniya elektricheskogo polya pry poiskakh uglevodorodov v shelfovikh zonakh [The possibilities of the TEM in the search for hydrocarbons in the shelf zones]. Geophysics, 2000, no 5, pp. 21-26 (In Russian).
 9. Moiseev V.S. Metod vyzvannoy polarizatsii pri poiskakh nefteperspektivnykh ploshadey [IP method for HC research]. Novosibirsk: Nauka, 2002, 135 p. (In Russian).
 10. Legeydo P.Yu., Mandelbaum M.M., Pikhliniy N.I. Differentsialno-normirovannyi metod electrorazvedky pry pryamikh poiskakh zalezhey uglevodorodov [Differensial-normalayzed method of electroprospecting for HC research], Geophysics, 1995, no 4, pp. 42–45 (In Russian).
 11. Legeydo P.Yu., Mandelbaum M.M., Pikhliniy N.I. Informativnost differentsialnykh metodov electrorazvedky pry izuchenii polarizuyushikhsya sred [Informativity of differencial methods of electroprospecting for polarizable medium research]. Geophysics, 1997, no 3, pp. 49–56 (In Russian).
 12. Legeydo P.Yu. Teoriya I tekhnologiya differentsialno-normirovannoy geoelektriki dlya izucheniya polarizuyushikhsya razrezov v neftegazovoy geofizike [Theory and thecnology differnsial-normalayzed geoelectricalprospecting for polarizable ground in oil&gas geophysics research]. Thesis ph. d. Irkutsk: IrGTU, 1998, 198 p. (In Russian).
 13. Sitnikov A.A. et. al. Apparatura I sistemy nabludenii dlya resheniya neftegazoposkovikh zadach differentsialno-normirovannim metodom electrorazvedki (DNME) na sushe [Equipment and observing systems for solving of oil and gas exploration problems onshore using differentially-normalized method of electrical survey (DNME)]. Equipment and system in exploration geophysics, 2017, no 2, pp. 36–41 (In Russian).
 14. Sitnikov A.A. et. al. Apparatura, ustoystva I sistemy nabludenii dlya resheniya neftegazoposkovikh I inzhenerno-geologicheskikh zadach differentsialno-normirovannim metodom electrorazvedki (DNME) na akvatoriyakh [Equipment, devices and observing systems for solving of oil and gas exploration and geotechnical problems in water areas using DNME and CDEMS electrical prospecting methods]. Equipment and system in exploration geophysics, 2017, no 2, pp. 42–49 (In Russian).
 15. Kozhevnikov N.O. Bistroprotekayushey induktsionno-vyzvannoy polyaryzatsiya v merzlykh porodah [Fast-decaying inductive IP in frozen ground]. Geologi and Geophysics, 2012, Vol. 53, no 4, pp. 527-540 (In Russian).
 16. Sidorov V.A. Ob elektricheskoy polyarizuemosti neodnorodnykh porod [About electrical charginability of inhomogeneous rocks]. Izv. AN USSR. Earth Physics, 1987, no 10, pp. 58-64 (In Russian).
 17. Karasev A.P., Ptichin A.B., Yudichskiy E.Yu. Bistrie perekhodnie processi vyzvannoy poliarizatsii [Fast decays of induce polarization]. Novosibirsk: Nauka, 2005, 291 p. (In Russian).
 18. Kamenetsky F.M. Elektromagnitnie geofizicheskie issledovaniya MPP [Electromagnetic geophysical surveys TEM]. M.: GEOS, 1997, 162 p. (In Russian).
 19. Ageenkov E.V., Sitnikov A.A., Pesterev I.Yu. Proyavlenie raznykh tipov vyzvannoy polarizatsii v elektromagnitnykh izmereniyakh zazemlennoy liniy [Display of induce polari-zation different types in electromagnetic measurements by the line]. Geophysics, 2018, no 2, pp. 37–43 (In Russian).
 20. Strack K.-M. Exploration with deep transient electromagnetics. Elsevier science publishing Co, 1992, 373 p.
 21. Nabighian M.N. Quasi-static transient response of a conducting half-space: An approximate representation. Geophysics, 1979, no 44, pp. 1700–1705.

Поступила в редакцию 05.05.2019

УДК 552.551.217.1(477.75)

ЛАВОВЫЕ ПАЛЕОПОТОКИ ТРИАСОВОГО ВУЛКАНИЗМА В ЮГО- ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО КРЫМА

Лысенко В.И.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Филиал МГУ в
г. Севастополь, Российская Федерация
E-mail: niagara_sev@mail.ru*

В западной части южного берега Крыма обнаружен Тессельский осадочно-вулканогенный комплекс андезитов верхнего триаса, перекрытый породами таврической серии. В породах лавовых потоков наблюдается минералогическая зональность, а в их фронтальной части встречаются пепериты и следы процессов десквамации. На поверхности лав и туфовой толщи находятся сульфидно-карбонатные и карбонат-кварц-сульфидные трубчатые и плоские гидротермально-бактериальные постройки. Их формирование шло за счёт палеофлюидов во время образования эффузивной толщи синхронно с формированием пород перекрывающей таврической серии. Гидротермальные изменения пород и полисульфидная минерализация в гидротермально-бактериальных постройках указывают на возможность находок крупных рудных тел с полисульфидной минерализацией.

Находки на поверхности лав биогерм брахиопод *Worobiella* ex gr. *caucasica* Dagys, а в разрезе аммонита *Megaphyllites insectus* (Mojsisovics) доказывают триасовый возраст вулканизма в южной зоне Горного Крыма.

Ключевые слова: вулкан, лавы, андезиты, пепериты, трубчатые постройки, палеофлюиды.

ВВЕДЕНИЕ

В познании истории геологического развития Горного Крыма существенное значение имеет изучение магматической деятельности в регионе. Магматизм в этом регионе имеет довольно длительный временной период развития. Он связан с тектоникой образования Крымской геосинклинали и оказал существенное влияние на формирование её терригенных толщ.

Первое упоминание о проявлении вулканизма в Горном Крыму принадлежит Палласу П.С. В конце XIX и в начале XX веков более подробное описание геологического строения, петрографического и химического состава магматических пород приводится в работах Романовского Г.Д. (1867), Штукенберга А.А. (1874), Пренделя Р.А. (1886), Лагорио А.Е. (1887), Фохта Н.К. (1903), Мейстером А.К. (1908), Зайцева А.М. (1910), Щербакова Д.И. (1923) и Михайловского С.Н. (1925). Многие данные этих исследователей не потеряли своего значения до наших дней. Лучинским В.И. (1939), Левинсон-Лессингом Ф.Ю. (1933), Пустоваловым И.Ф. (1959), Кочуровой Р.Н. (1968), Макаровым Н.Н., Лебединским В.И., Шалимовым А.И., Спиридоновым Э.М., Шнюковой Е.Е. [1, 2, 3, 4] и другими исследователями более детально были изучены морфологические особенности, петрохимический состав, этапы магматической деятельности и время образования эффузивных и интрузивных тел в различных регионах Горного Крыма. Было установлено, что при довольно узком распространении магматических пород в структурах Горного Крыма, они разнообразны по составу, форме выделения и возрасту [1, 3]. В пространственном положении магматические постройки образуют прерывистые

северную и южную полосы относительно Главной горной гряды [1, 2]. Магматические породы, слагающие эти полосы, имеют некоторое различие по петрографическому составу и возрасту [1]. В пределах северной полосы встречаются эффузивные и интрузивные образования верхнетриасового, нижнеюрского и среднеюрского возраста. Верхнетриасовый возраст вулканитов окрестностей Петропавловки в северной части Качинского поднятия определен по отпечаткам фауны, собранной из подстилающих пород [2, 5]. Южная зона залегания магматических пород приурочена к шовной зоне Южного берега Крыма (далее ЮБК). Она имеет большую протяжённость и в строение зоны входят мелкие и крупные интрузивные тела окрестностей Фороса, Мухомлатки, Кастрополя, Алупки, Ялты, Партенита, Алуштинского района, Солнечногорска и Рыбачьего, а также вулканические палеомассивы Карадага, Лимен, Кастрополя, Фороса и Меласа [1]. Эффузивные породы южной зоны имеют среднеюрский (байосский - батский) возраст [1, 2]. Сложнее обстоит вопрос с датировкой внедрения многочисленных интрузивных и субвулканических тел, известных в этой зоне. Вмещающие их породы имеют, как верхнетриасовый, так и нижнеюрский возраст [1, 5]. В научной литературе утвердилась точка зрения о среднеюрском возрасте интрузий ЮБК [1], хотя некоторые исследователи считают, что внедрение происходило в ранней юре [3].

В ходе геологического изучения палеовулканических тел окрестностей поселка Тессели автором были получены новые данные, которые позволяют по-новому взглянуть на стратиграфию и историю геологического развития западной части ЮБК. Найденные автором на контакте лавовых палеопотоков с вмещающими породами таврической серии «сульфидно-карбонатные трубки» и туфовые толщи, позволяют дать новую трактовку условиям образования и возрасту процессам вулканизма этого региона.

Целью проведённых исследований являлось изучение строения и образования эффузивной толщи окрестностей посёлка Тессели. В ходе выполнения исследования решались задачи по установлению особенностей строения эффузивной толщи, времени и условий её образования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения геологического строения залегания магматических тел и поиска выходов сульфидно-карбонатных построек на территории участка автором было выполнено детальное геологическое картирование южного склона массива Челеби-Яурн-Бели над посёлком Тессели (Главная гряда Крымских гор). Особое внимание уделялось изучению контактов магматических пород с терригенной толщей, пространственному положению магматических тел, условиям залегания туфовой толщи и сульфидно-карбонатных палеопостроек, а также поиску фаунистических остатков в вмещающих породах. Выполнение этих работ осложнялось задернованностью местности, современными лесопосадками, изрезанностью склонов, многочисленными оползнями и активными современными делювиальными процессами на крутых склонах. Особое внимание уделялось исследованию

минералогической дифференциации пород в магматических телах, а в приконтактных зонах контактам магматических и вмещающих пород. Из центральных и приконтактных частей магматических тел и из туфовой толщи были отобраны образцы для изготовления шлифов и штуфов для полировки. Так как главными минералами контактовой зоны являются карбонаты, то некоторые полировки были протравлены в соляной кислоте, что позволило более детально узнать строение контакта.

Для понимания особенностей образования палеопотоков особое внимание уделялось изучению контактов карбонатных и сульфидно-карбонатных построек с поверхностью эффузивных и вмещающих пород таврической серии. С этой целью из зон контактов изготавливались полированные поперечные и продольные спилы, а также шлифы и аншлифы. Изучение минералогического состава эффузивных и вмещающих пород, а также карбонатных и сульфидно-карбонатных построек осуществлялось на микроскопе Olympus BX 5 с фотокамерой Olympus DP 12 в Институте минералогии УрО РАН г. Миасс.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Выявленные автором выходы магматических пород находятся на удалении 3-6 км от известных вулканических палеопостроек и интрузивных массивов Фороса и Меласа и являются самыми западными проявлениями вулканизма ЮБК. Возможно, из-за своих незначительных размеров и приуроченности выходов к крутым залесенным склонам, магматические породы этого региона выпали из поля зрения исследователей [1]. По этой причине отсутствуют их изображения на геологических картах геологов съемщиков второй половины XX века (А.С. Борисенко и др. 1976; А.В. Иванов и др. 1978) [6]. Тела изверженных пород расположены в верхней части прибрежного склона Южного берега Крыма в интервале абсолютных отметок от 140 м до 450 м между горой Парус и оврагом Биюк-Дере над поселком Тессели (44°23'38" – 44°23'54" с.ш.; 33°46'31" -33°46'31" в.д.). В этой зоне протяженностью около трех километров с востока на запад исследовано тридцать пять выходов эффузивных пород, которые образуют три прерывистые субпараллельные зоны субширотного простирания: южную; центральную и северную. Наличие вмещающих глинистых пород таврической свиты на крутых склонах позволяет высказать предположение, что некоторые выходы эффузивных пород в нижней южной зоне, возможно, являются фрагментами оползневых массивов. Поэтому, главное внимание уделялось изучению центральной и северной зон, в состав которых входят 26 обнажений лавовых палеопотоков и толщ, сложенных породами кластолавовые, ксенолавокластические, гиалокластические, гидротермальные и гальмиролитические фации. Расстояние между отдельными выходами составляет 30-300 метров. Промежутки между ними обычно приурочены к понижениям в рельефе, которые, возможно, контролируются субмеридиональными разломами. Характерной особенностью выходов вулканических пород является их схожий андезитовый состав и фациальное разнообразие терригенно-туфовых и лавовых толщ. В центральной зоне с запада на восток наблюдаются различия в форме

выходов магматических пород и составе перекрывающих толщ, что связано с фациальными условиями и разным уровнем эрозионного среза. Породы лавовых палеопотоков слагают нижние части разреза эффузивной толщи. Они часто перекрыты алевролитами и аргиллитами таврической серии, а реже породами гиалокластической, кластолавовой и ксенолавокластической фаций. Несмотря на большое количество обнажений лавовых потоков в южной и центральных зонах, особенности их образования и нахождения в вмещающих толщах можно проследить только по отдельным разобренным фрагментам [7].

Выходы коренных пород лавовых палеопотоков центральной зоны представлены телами пластообразной формы размером до 200 м, а также небольшими выходами холмообразной формы, так называемых «напорных валов». Расстояние между ними составляет 40-300 метров. Обнажения лавовых потоков разделены овражной сетью, которая имеет меридиональную ориентировку. Цепочка выходов эффузивов имеет широтное простирание, а поверхность тел лавовых палеопотоков имеет слабый наклон на восток под углом 3°-10°.

В фронтальной части некоторых лавовых потоков наблюдаются фрагменты участков с брекчиевидным материалом. В них обломки андезитов от глыбовой до щебнистой размерности образуют валы, которые сверху перекрыты плёнкой гиалокластитов. Некоторые поверхности глыб покрыты белой корочкой карбоната, и на всём материале отсутствуют следы поверхностного выветривания. Иногда крупнообломочный материал образует вертикальные стенки на окончании лавовых потоков. Описание подобных форм обломочного материала приводятся при описании извержений поверхностного вулканизма под названием «глыбовые лавы». Валы с подобным материалом в отдельных наших обнажениях имеют протяжённость не более 10,0 м. и мощность около 2,0 м. Контакты «глыбовых лав» с палеолавовыми толщами резкие и довольно неровные на микро- и макроуровнях.

В нижней части в приконтактной зоне некоторых фронтальных выходов «напорных валов» встречаются образования, которые в западной литературе получили название пепериты [8, 9]. Другими словами, это находки обломков пород таврической серии в лавах и на оборот. Материал пеперитов сере-зелёных андезитов имеет слегка окатанную угловатую форму размером от 5.0-120,0 мм (рис. 1). Их поверхность со всех сторон покрыта кварц-карбонатной плёнкой мощностью 0,5-1,5 мм. Вмещающие алевролиты вблизи контакта слабо окварцованы и интенсивно перемяты. Несколько другое положение занимают породы таврической серии в андезитах. Довольно редко в них встречаются угловатые обломки гравелитов и щебня аргиллитов и алевролитов, имеющие форму неправильной призмы. Наличие пеперитов указывает, что первичное излияние лав происходило в не спокойной обстановке на неровной поверхности, покрытой маломощным слоем иловых отложений [10].



Рис. 1. Пепериты сере-зелёных андезитов в алевролитах таврической серии.

В передних частях лав часто наблюдаются участки с процессами подводного автобрекчирования (десквамации) андезитов (рис. 2). Концентрическое скорлуповидное шелушение образует эллипсовидную, а реже шарообразную отдельность. Чешуйки концентрической отдельности при современном поверхностном физическом выветривании распадаются на щебнистый остроугольный материал и песок. Образование таких форм «закалки» можно объяснить контактом горячих лав с холодной водой палеоокеана Тетис [7, 11].



Рис. 2. Концентрическое скорлуповидное шелушение андезитов в фронтальной части лавового палеопотока.

Наиболее крупное обнажение лавового палеопотока находится в центре центральной зоны и имеет протяженность около 200 м. Его нижний контакт с породами таврической серии скрыт рыхлыми отложениями. Видимая мощность лавы около 10 м. Данное пластовое тело в крест простирания, имеет форму верхней части усеченного конуса. Центральная его часть шириной 3-6 м с двух сторон ограничена боковыми наклонными поверхностями, которые имеют падение на север под разными углами. Угол наклона северной стороны 40° - 50° , а южной – 70° - 80° . Центральная часть лавового палеопотока имеет довольно неровную валообразную форму со сложной волнистой поверхностью, имеющей слабый наклон на восток под углом 5° - 10° . Открытая поверхность лавового потока в некоторых местах покрыта автобрекчией излившегося материала и на ней отмечаются выступы валов вздутия. Поверхность палеопотока нарушена мелкими сбросами (меньше метра), которые имеют меридиональную ориентировку. Обычно к ним приурочены зоны кварцевого и кальцитового прожилкования. Поверхность лав довольно плотно облегают алевролиты и аргиллиты таврической серии, а на западе тонкий прослой серо-зелёных гиалокластитов. Контакты между ними довольно резкие, волнистые и неровные, что является характерным признаком подводного лавового извержения. Аргиллиты и алевролиты залегают в основном согласно на эффузивных породах, а на незначительном удалении от контакта их слоистость часто нарушена более поздней древнекиммерийской складчатостью [12]. Смятие глинисто-терригенной толщи таврической серии сопровождается образованием в ней разно ориентированных зеркал скольжения, что связано с различной пластичностью пород. Кроме этого в породах таврической серии вблизи контакта отмечаются микролинзочки витро-кристаллоклассического туфового материала мощностью меньше 1,0 мм.

Особое внимание уделялось изучению контактов лавовой толщи с вмещающей терригенной толщей. Они изучались по шлифам и полированным штуфам образцов, отобранным из контактов различных мест палеопотоков. На контакте породы сильно карбонизированы, поэтому для исследования их положения в пространстве, у части штуфов поверхности были протравлены в кислоте.

Вблизи контакта с эффузивными породами алевролиты и аргиллиты имеют серовато-коричневую окраску, чем отличаются от вышезалегающих голубовато-серых и черных пород таврической серии [13]. Это связано с процессами карбонатизации, что хорошо видно после травления в кислоте. Карбонатная минерализация в них представлена микросферолитами, разно ориентированными микропрожилками, микролинзами и псевдоминдалинами антраконита и кальцита. Мощность цветowych изменений составляет 0,5-5,0 см. Верхняя граница карбонатизации довольно расплывчатая. Нижний контакт алевролитов с лавами резкий с многочисленными макро- и микронеровностями. Алевролиты граничат не с эффузивами, а с «межконтактным прослоем» кальцита. Он залегают между лавами и породами таврической серии. «Межконтактный прослой» имеет непостоянную мощность – от 2,0 до 12,0 мм. У него довольно резкие контакты зубчато-дроблёной формы с вышезалегающими алевролитами (рис. 3а, 3б). Формально, «межконтактный прослой» можно разделить на верхнюю и нижнюю микрозоны,

которые различаются составом брекчированного материала. Верхняя микрозона на 60-80% сложена остроугольным материалом песчаной размерности измененных алевролитов. Поверхность обломочного материала покрыта микропленкой халцедона. Нижняя сложена обломками эффузивных пород, сростками кристаллов кварца и плагиоклаза, а также редкими вкрапленниками пирита и остроугольными обломками алевролитов. Этот не окатанный остроугольный материал в контактовом прослое цементирован полупрозрачным крупнокристаллическим кальцитом, а в некоторых местах антраконитом. Можно предположить, что «межконтактный прослой» - это своеобразная антраконит-кальцитовая рубашка, которая образовалась горячими лавами и холодным илом. Остроугольная форма обломочного материала в ней является доказательством импульсного выделения накопленной энергии остывания и почти «мгновенной» литификации осадков на поверхности лав. Значительную роль в этом процессе играют метанотрофные и метаногенные бактерии и археи, которые участвуют в переработке метана при остывании лав. Доказательством такого предположения являются выше описанные сферолитовые образования карбонатов [10, 14].

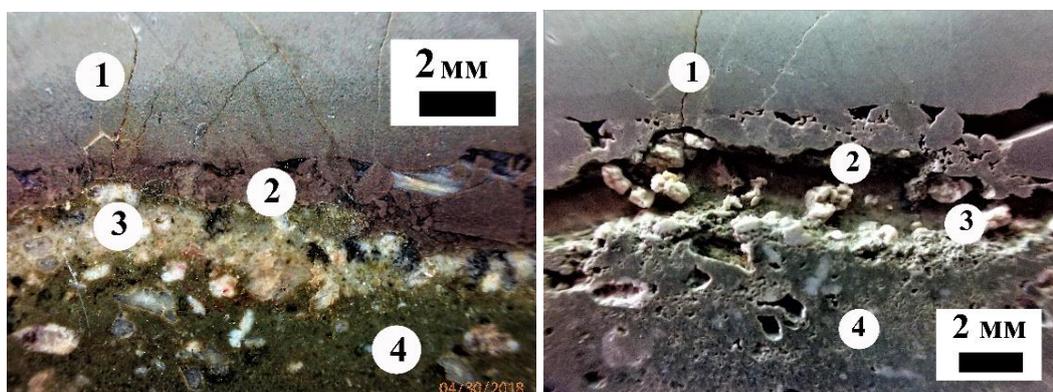


Рис. 3а. Контакт алевролитов с лавовым палеопотоком. На рис. 3б. данная поверхность контакта после травления кислотой: 1 - алевролиты; 2 - верхняя подзона «межконтактного прослоя»; 3 - нижняя подзона «межконтактного прослоя»; 4 – риодациты.

Нижняя граница «контактного прослоя» с породами лавового комплекса визуалью довольно резкая, но с многочисленными макро- и микронеровностями. Породы описываемого подводного лавового палеопотока имеют зональное строение за счет минералогической дифференциации. В верхней части потока близи контакта часть лав сложена серо-зелеными дацитами, реже – риодацитами. Породы имеют порфировую, а у основной массы – афанитовую структуру. В ней отмечаются вкрапленники кварца изометрической формы, кроме этого он присутствует в составе основной массы.

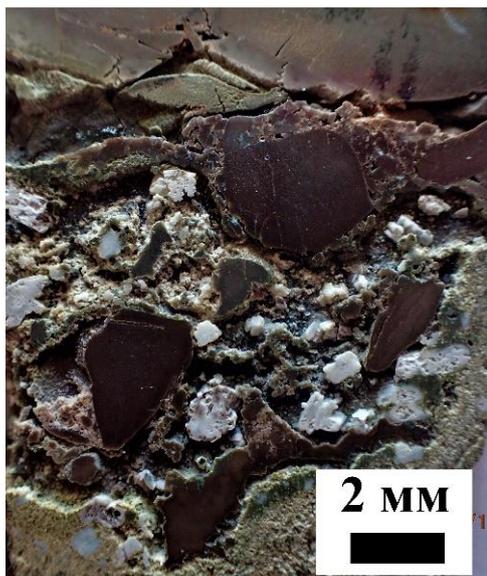


Рис. 4. Пепериты алевролитов округлой, линзовидной и ленточной формы в приповерхностной части дацитов.

Таблитчатые кристаллы плагиоклаза белого цвета представлены олигоклазом, который часто замещен клинохлором и кальцитом.

Кроме этого, встречаются сростки плагиоклаза (рис. 3а, 3б), имеющие зональное строение. Вокруг них иногда отмечается пиритовая оторочка. Основная масса породы хлоритизирована и окварцована. Текстура дацитов миндалекаменная, вблизи контакта - микрофлюидальная. Миндалины округлые, а чаще эллипсоидной формы, длинная ось которых ориентирована параллельно контакту. Они имеют размеры от 2,0 до 30,0 мм и составляют в приконтактовой части от 5 до 10% общего объема породы. С удалением от поверхности лавового палеопотока размеры и количество миндалин в породе значительно уменьшаются. Они выполнены халцедоном, хлоритом, кальцитом, а чаще - антраконитом. Вблизи контакта встречаются крупные миндалины размером больше 3 см, имеющие зональное строение. Обычно центральная их часть выполнена кварцем или халцедоном, а краевая – тонкополосчатым антраконитом и кальцитом. Часто в миндалинах чёрный антраконит имеет сферолитовую поверхность, в образовании которой возможно активное участие принимают сообщества прокариот по переработке метана. В дацитах, залегающих в верхней части вулканического тела, встречаются многочисленные мелкие разноориентированные прожилки белого кальцита и антраконита, а также мелкая вкрапленность пирита. При изучении контактов приповерхностных дацитов с терригенной толщей в отдельных штуфах образцов были найдены включения буровато-коричневых алевролитов (рис. 4). Подобные образования вблизи фронта лавового потока мы выше описывали под названием пепериты [8, 9]. Они находятся ниже поверхности контактового прослоя на расстоянии 1-5 см. Включения имеют округлую, линзовидную и ленточную форму, а

их размеры от 0,3 до 5 см. Их образование связано с захватом лавой неконсолидированных осадков. Находки пеперитов в наших приповерхностных дацитах является подтверждением, высказанного ранее предположения, что излияние лавового палеопотока происходило в морских условиях на рыхлые донные отложения. Общая мощность приповерхностных риодацитов и дацитов составляет в разных местах от 1,0 до 3,0 м, и они постепенно переходят в темно-серые кварцевые порфиры. В них отмечаются единичные вкрапленники кварца, а количество кристаллов плагиоклаза в виде сростков и удлинённых табличек составляет более 20% площади шлифа. В целом кварцевые порфиры интенсивно карбонатизированы, и в них отмечается мелкая вкрапленность пирита. Основная масса кварцевых порфиров имеет афанитовую структуру и миндалекаменную текстуру. Миндалины имеют размеры от 1,0 до 3,0 мм и выполнены кальцитом, хлоритом и халцедоном. Мощность кварцевых порфиров в разных частях лавового палеопотока от 0,4 до 2,0 м, а их переход в мелкокристаллические андезиты постепенный. С глубиной исчезают миндалины, увеличивается количество вкрапленников плагиоклаза и появляется пироксен.

За счет увеличения размеров кристаллов, лавы постепенно переходит в среднезернистые массивные андезиты, которые слагают основную их часть. Породы имеют серовато-зеленую окраску. Для среднезернистых андезитов характерны полнокристаллическая офитовая, а реже гипидиоморфная структуры и массивная текстура. Идиоморфные пластинчатые и двойниковые сростки кристаллов плагиоклаза, составляют более 60% общего объема породы. Они имеют размеры по длинной оси до 3 мм и представлены андезитом. Реже встречаются зональные таблички плагиоклаза, центральная часть которых сложена олигоклазом, а периферия – узкими зонами лабрадора. Отмечаются реликты ромбического пироксена, замещенного хлоритом и карбонатом. Роговая обманка имеет удлиненную форму и ксеноморфный облик по отношению к плагиоклазам. Реже встречаются включения вторичного амфибола игольчатой формы. Выделения кварца ксеноморфной изометричной формы отмечаются обычно между плагиоклазом и темноцветами и занимают не более 1% площади шлифа. Кроме этого встречаются редкие мелкие вкрапленники сфена, биотита, а чаще в породе отмечается мелкозернистый пирит. При просмотре шлифов из центральной части лавового палеопотока по минеральному составу можно выделить диориты, плагиоклазиты (более 70% составляет плагиоклаз) габбро-диориты и габбро-нориты, между которыми сложно провести границу перехода. Для этих пород характерна хорошая раскристаллизация и отсутствие фрагментов вулканического стекла, что доказывает длительный срок остывания лавовой толщи. В разновидностях пород лавового потока всегда присутствуют вкрапленники пирита и очень редко магнетита.

Дополнительным доказательством лавовой природы выходов пород являются находки автором сульфидно-карбонатных трубчатых построек на поверхности лав и в алевrolитах таврической серии. Их формирование происходило на поверхности лавового палеопотока, а дальнейший рост сульфидно-карбонатных труб осуществлялся перпендикулярно поверхности лав и слоистости вмещающей терригенной толщи (рис. 5).



Рис. 5. Выходы сульфидно-карбонатных трубчатых построек на поверхности алевролитов таврической серии.

Они имеют резкие контакты с эффузивными породами и с вмещающими породами таврической серии. Сульфидно-карбонатные постройки имеют вид вертикальных или слабоизогнутых труб длиной до 80 см и диаметром до 30 см. Из-за смятия пород таврической серии позднекиммерийской складчатостью [12] и активных современных процессов выветривания, наши постройки часто разбиты на отдельные части, представленные блоками размером от 5 до 20 см. Иногда, в этих блоках и на их поверхности наблюдаются разно ориентированные зеркала скольжения и трещины разрыва, «залеченные» прожилками кальцита. Фрагменты частей трубчатых построек имеют шаровидную, эллипсовидную, конусовидную, а чаще цилиндрическую форму. По мере роста трубчатых тел, у них уменьшается или увеличивается диаметр, а на поверхности строений появляются боковые конусовидные отростки и горизонтальные выросты, залегающие согласно со слоистостью вмещающих алевролитов. Кроме трубчатых тел иногда наблюдаются сульфидно-карбонатные постройки или их части, имеющие уплощённую лепешковидную или линзовидную форму и залегающие согласно с вмещающей толщей. Такие строения имеют размеры плоской части по длинной оси до 30 см, по короткой до 20 см, но высота постройки не больше 8 см. На нижней и верхней поверхностях этих плоских строений находятся кратерообразные углубления, центральная часть которых сложена сульфидами. Иногда такие кратерообразные выступы отмечаются на боковых поверхностях.

По результатам изучения поверхностей полировок контактов сульфидно-карбонатной постройки с лавами и алевролитами, хорошо видно, что местами их зарождения являются микропонижения поверхности лавового потока (рис. 6). Возможно, это следы первичной трещиноватости, залеченные поствулканическими процессами. Границей между сульфидно-карбонатной постройкой и лавами является прогнутая «межконтактная прослойка», описанная нами выше. Она представлена серовато-белым крупнокристаллическим кальцитом размерами 1-2 мм и обволакивает строение нижней части постройки, отделяя её от эффузивов и вмещающих алевролитов. Самая нижняя часть постройки в приконтактной зоне имеет удлиненную воронкообразную форму с пережимами. Нижняя часть сульфидно-карбонатных труб сложена зеленоватым кальцитом, в котором при просмотре под микроскопом просматриваются многочисленные сферолитовые

образования, сросшиеся между собой. Эти карбонатные образования являются продуктом бактериального синтеза. В осевой конусообразной постройке просматривается зона осветления с расплывчатыми границами и мощностью от 3 до 5 мм (рис. 7), которая является флюидальным каналом со следами деятельности гидротерм. В нем отмечаются участки, обогащенные вкрапленностью галенита, сфалерита, халькопирита, пирротина, марказита и пирита, которые имеют прерывистый характер [15]. Подробная характеристика этих трубчатых построек, имеющих некоторое сходство с современными «чёрными и серыми курильщиками» рифтовых систем дна океанов, приводится автором в более ранних работах [15]. Резкие границы сульфидно-карбонатных гидротермально-бактериальных построек с лавами и алевролитами, их минералогическая зональность, а также находки в них пеплового и туфового материала, позволяют сделать вывод, что образование трубчатых строений происходило во время активной вулканической деятельности при остывании лавового палеопотока и одновременно с формированием пород таврической серии.

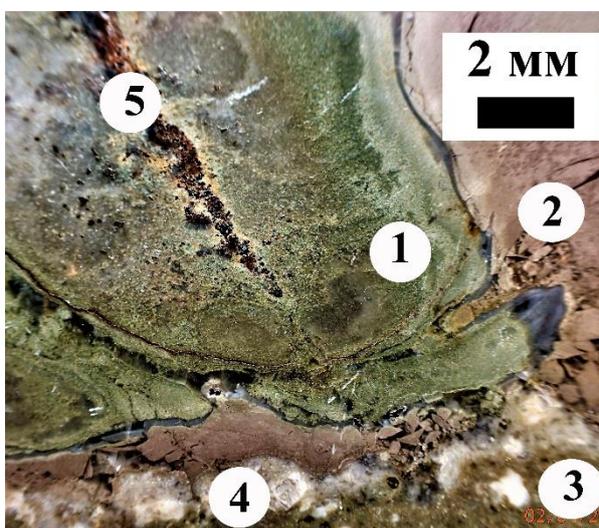


Рис. 6. Полировка поверхности штуфа контактов сульфидно-карбонатной постройки с лавами и алевролитами: 1- сульфидно-карбонатная постройка; 2- алевролиты; 3 – лавы дацитов; 4 – «межконтактный прослой»; 5 - флюидальный канал с сульфидной минерализацией.

Остальные выходы фрагментов лавовых потоков «напорных валов» в центральной и южной зонах имеют сходную холмистую форму. Размеры их выходов - от 5,0 до 20,0 метров по простиранию, а расстояние между ними составляет 50,0-300,0 метров. Данные по изучению их петрографического состава, минералогической дифференциации и контактов с вмещающими породами таврической серии указывают, что это, возможно, части единого лавового палеопотока без сульфидно-карбонатных построек. Возможно, это фронтальные части лавовых языков одного крупного тела, разбитого разломами

древнекиммерийской складчатости на отдельные блоки [12]. Из общей характеристики несколько выделяется холмообразный выход эффузивных пород, названный автором Рыжий, который расположен в 200 м к западу от описанного выше центрального лавового палеопотока. Андезиты, слагающие его, интенсивно окварцованы, гидрослюдизированы и пиритизированы, что указывает на процессы интенсивной гидротермальной деятельности по переработке этого массива. Пирит в породе занимает более 10% общего объёма. Сплошная сульфидная минерализация в андезитах приурочена к зонам повышенной трещиноватости, которые имеют меридиональную ориентировку. Обычно, это маломощные линзовидные прожилки сплошного пирита мощностью до 5,0 мм. К одной такой зоне приурочена карбонат-кварц-халцедон-сульфидная гидротермально-бактериальных постройка, имеющая форму «линзовидной жилы». Она имеет протяжённость 0,8 м. и мощность от 10,0 до 50,0 мм. Постройка имеет резкие контакты с вмещающими породами. Её плоские поверхности покрыты округлыми бугорчатыми образованиями бактериального карбоната и гидроокислов железа и марганца. В центральной части постройки встречаются пепловый материал вулканического стекла, обломки туфового материала и многочисленные раковины моллюсков, гастропод и фораминифер (рис. 7). Тонкостенные карбонатные раковины фауны и их центральная часть замещены пиритом. Эти находки позволяют считать, что «линзовидная жильная» постройка при своём росте была открытой системой. Её образование происходило на выходах гидротермальных источников в сероводородной среде во время активной вулканической деятельности [16].

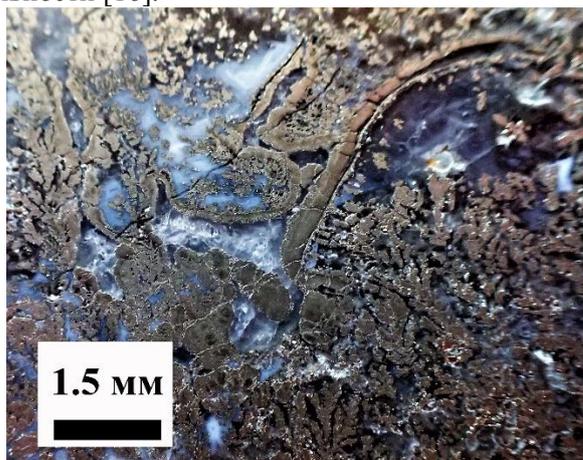


Рис. 7. Тонкостенные раковины брахиопод, колломорфный и друздевидный пирит в карбонат-кварц-халцедон-сульфидной гидротермально-бактериальных постройке.

В настоящее время выход описанных эффузивных пород, проработанный гидротермальной деятельностью, имеет буро-коричневую окраску за счёт гидроокислов железа и марганца. Эти образования имеют двойственную природу. Часть окислов связано с современными процессами выветривания, а большая их часть с участием гальмиролиза [17, 18]. В их продуктах имеются различия. Окислы

современного выветривания сопровождаются гипсом, а «подводное выветривание» - шлейфом охры, налетами окислов железа и марганца, а также приурочено к линейным зонам [19].

В западной части центральной зоны на поверхности одного из фрагментов лавового палеопотока на контакте их туфами была найдена биогерма, сложенная ракушечником брахиопод. Кроме этого, в постройке обнаружены находки гастропод и губок. Ракушечный материал биогермы цементирован «жилыми» образованиями кварц-карбонатными и карбонатными бактериальными постройками. Размеры биогермы в обнажении составляют несколько квадратных метров, а высота около метра. В самой биогерме ракушняк брахиопод и «жилый» карбонат бактериальных построек цементирует крупно глыбовый материал эффузивных пород, имеющих сходство с породами лавовых палеопотоков. Отдельные цементируемые глыбы пиритизированных эффузивов подверглись процессам выветривания. Так как они находятся в не выветренном материале биогермы, поэтому можно считать, что это следы процессов гальмиролиза. Брахиоподы и гастроподы создают достаточно плотную упаковку в цементирующей массе. Они представлены несколькими видами. Их тонкостенные створки обычно покрыта тонкой плёнкой буро-коричного и чёрного светов. Предположительно, это следы симбиоза с бактериальным сообществом вблизи зон метановой дегазации [14]. Несколько выше по разрезу в прошлое черных комковатых известняков автором были обнаружены отпечатки моллюсков, брахиопод и раковина аммонита.

Современные извержения лавы из вулканов всегда сопровождаются выбросами туфового материала. Подобные отложения встречаются в северной зоне, а также в западной части центральной. Эти полигенные фациальные материалы выбросов вулкана в разных зонах, возможно, относятся к разным временным интервалам. Между ними находится толща пород таврической серии мощностью 40,0- 80,0 м. Можно считать, что более молодые выбросы вулканогенно-терригенных пород приурочены к северной зоне, а более древние к западной части центральной. У них нет различия в петрографическом составе, но имеется разница в фациальных условиях образования. Результатам исследования пород других фаций вулканизма будет посвящена другая следующая статья.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты исследования Тессельского осадочно-вулканогенного комплекса верхнего триаса установили, что он имеет довольно сложное строение. Изученные автором выходы эффузивных пород представлены образованиями лавовой, кластолавовой, ксенолавокластической, ксеногиалокластической, ксенолитогиалокластической, гидротермальной и гальмиролитической фации.

Горный Крым иногда считают амагматичным регионом Альпийской геосинклинальной складчатой области [1, 3, 21]. Магматические породы занимают в нем менее 10% общей площади [1]. Из этой статистики выделяется западная часть ЮБК. В этом районе выходы интрузивных и эффузивных пород отмечены вблизи поселков Лемены, Кастрополь, Мелас и Форос [1]. Они тянутся своеобразной

цепочкой вдоль прибрежной зоны и находятся на расстоянии пяти - десяти километров друг от друга.

К западу, на продолжение этой зоны, находится описываемый Тессельский осадочно-вулканогенный комплекс андезитов. Обычно вулканические массивы имеют размеры от десятков до сотни квадратных километров [20, 22]. В предгорных обрывах ЮБК обнажается незначительная южная часть нашей вулканической постройки. Можно предположить, что центральная часть вулканического аппарата Тессели находится севернее под толщей пород средней и верхней юры, что косвенно подтверждается наличием под Главной грядой в указанных местах магнитной и гравитационных аномалий [23, 24]. Наиболее близко от жерла вулкана находятся обнажения эффузивных пород в западной части центральной зоны. Здесь отмечаются выходы пород, изменённых гидротермальными процессами и поля трубчатых сульфидно-карбонатных гидротермально-бактериальных построек [25].

Образование вулканогенного комплекса пород происходило в ходе нескольких извержений. Наблюдается значительный временной интервал между образованием эффузивных пород центральной и северной зон. Имеются некоторые различия в фациальных условиях формирования пород этих зон, что связано с разными типами извержений [22, 25]. По нашим предположениям, самый ранний этап связан с излиянием лавовых палеопотоков андезитов. Из-за высокой вязкости палеопотоки имели незначительные размеры и мощность [7]. У них наблюдается внешнее сходство с описанными подобными образованиями в центральной части Горного Крыма под названием «силлы» [1, 26, 27]. Во второй половине XX века исследователи считали, что их образование связано с внедрением «магмы в горизонтально лежащие незатвердевшие осадки таврической серии. При этом породы силлов не взламывают вмещающую толщу, а залегают согласно» [1, 26]. Сложно поверить, что клин пород мощностью более пяти метров прорвётся по глинистому прослою на расстояние более сорока метров, а при этом не изменит и не нарушит элементов залегания, выше залегающих слабо литифицированных, осадков таврической серии.

В отличие от силлов, породы Тессельского подводного лавового палеопотока формировались в одно время и в одном секторе океана Тетис совместно с терригенной толщей таврической серии. Единое время и место образования лав в породах таврической серии доказывают следующие факты, описанные выше:

- находки в фронтальной части палеопотоков выступов валов вздутия и «глыбовых лав» с брекчиевидным материалом;
- поверхности лав в некоторых местах перекрыты плёнкой гиалокластитов;
- в нижней части фронтальных выходов лав и на их поверхности встречаются пепериты и отмечаются следы процессов десквамации андезитов;
- в приконтактной зоне риодациты имеют миндалекаменную текстуру, а в некоторых миндалинах чёрный антраконит с сферолитовой поверхностью образован с участием сообществ прокариот;
- резкие и неровные контакты лав с вмещающей терригенной толщей;
- в приконтактной зоне отсутствуют явные следы воздействия на вмещающие породы высоких температур и образования в них роговиков;

- происходит образование брекчиевидного материала в зоне контакта за счёт остывания лав палеопотока;
- в алевролитах вблизи контакта с лавами отмечается микролинзы туфов и карбонатизация породы за счет бактериального хемосинтеза;
- во всех блоках палеопотоков отмечается зональная минералогическая дифференциация пород от риодацитов до андезитов, а иногда до габбро-норитов.
- находки биогермы брахиопод и сульфидно-карбонатных трубчатых бактериальных построек на поверхности лав.

Главным доказательством лавовой природы магматических тел и образования их во временном периоде T_3-J_1 , являются находки сульфидно-карбонатных трубчатых бактериальных построек. Рост сульфидно-карбонатных трубчатых бактериальных построек начинался на поверхности лавового палеопотока. Своей осью роста они ориентированы перпендикулярно к поверхности лавового потока и слоистости покрывающих их алевролитов таврической серии. Образование тел сульфидно-карбонатных трубок происходило с некоторым опережением формирования терригенного материала пород таврической серии и в период активной вулканической деятельности [28].

Процессы образования пород различных фаций Тессельского вулкана происходили в морской среде палеоокеана Тетис. Доказательством являются находки биогермы брахиопод, плоских и трубчатых бактериальных построек [29], многочисленные следы десквамации на поверхности лав, а также следы процессов гальмиролиза. Предположительно, вулканическая деятельность осуществлялась на больших глубинах океана, на это указывают многочисленные находки тонкостенной фауны и следы высокой газонасыщенности ксеногиалокластов и риодацитов на поверхности лав [7].

Породы таврической серии западной части ЮБК изучали многие геологи [13, 21, 30, 31], но их возраст продолжает оставаться дискуссионным. Найденная автором фауна позволяет уточнить этот вопрос. Довольно разнообразный видовой состав имеют брахиоподы, которые образуют биогерму на поверхности лав и туфов. Из-за сильного сжатия породы в ходе диагенеза, в настоящее время сложно определить их видовой состав. По предварительным результатам значительную часть брахиопод можно отнести к виду *Worobiella* ex gr. *caucasica* Dagys, которые имеют возраст норийский век [31, 32]. Определения выполнены кандидатом геолого-минералогических наук Ю.С. Репиным. Выше биогермы в прослое черных песчаных известняков с включениями микрополосчатых строматолитов были обнаружены отпечатки моллюсков, брахиопод и раковина аммонита. По результатам определения профессора доктора геолого-минералогических наук В.В. Аркадьева из СПб ГУ, найденный аммонит относится к *Megaphyllites insectus* (Mojsisovics), и его возраст норийский век верхнего триаса [30]. Необходимо отметить, что геологи корифеи в начале XX века описывали в районе Ласпи, Тессели, Фороса [21, 30, 31] находки отпечатков фауны, которые позволили им считать, что породы таврической серии в этом регионе представлены отложениями корнийского и норийского ярусов верхнего триаса. Дополнительным подтверждением предполагаемого возраста являются литологические признаки пород таврической серии. Это находки в

породах таврической серии горизонтов конкреций железистых карбонатов, имеющих плоские, караваеобразные, вытянутые линзообразные и шарообразные формы [13, 21]. Здесь же были найдены песчаники, на поверхности которых отмечалась ячеистая шестиугольная сеть (Paleodictyon). Биоглифы и конкреции обычно характерны для флиша верхнего триаса [13, 21]. Подтверждают данный возраст следы древней киммерийской складчатости на поверхности плоских и трубчатых карбонатных постройках, а также в алевролитах таврической серии. Дополнительную информацию дают результаты изучения цирконов Юго-западного Крыма. У некоторых из них по определению установлен возраст верхнего триаса [33].

В начале статьи авторы писали, что отличием северной зоны развития магматизма от южной, является наличие следов триасового вулканизма в Лозовской зоне северной части Качинского поднятия [1]. Правда, в наше время некоторые исследователи ставят под сомнение этот возраст. На сегодняшний день нет доказательств сингенетичности фауны позднего триаса, так-как её находки обнаружены в тектоническом клине среди вулканитов [3]. Поэтому можно считать, что автором впервые приведены доказательства существования позднем триасе вулканизма в Горном Крыму. Факт его существования в южной зоне требует пересмотра палеогеографических условий формирования Горного Крыма и пород таврической серии. Возможно, вулканизм в позднем триасе имел более широкое распространение. Доказательством такого предположения являются результаты бурения скважин № 1кч и 2кч [6]. Они были пробурены в 60-х годах XX века в центральной части Качинского поднятия. На глубинах более 2000 метров они вскрыли четыре интервала магматических пород мощностью от 50 до 150 метров. Вмещающими породами магматических тел являются алевролиты и аргиллиты таврической серии [6].

ВЫВОДЫ

По результатам наших исследований впервые установлено в западной части южной зоны Горного Крыма наличие вулканизма в позднем триасе. В породах лавовых палеопотоках наблюдается минералогическая дифференциация, а в их фронтальной части и на поверхности встречаются пепериты и отмечаются следы процессов десквамации андезитов. На поверхности лав и туфовой толщи обнаружены сульфидно-карбонатные и карбонат-кварц-сульфидные трубчатые и плоские гидротермально-бактериальные постройки. Их формирование шло за счёт палеофлюидов во время образования эффузивной толщи синхронно с формированием пород таврической серии. Находки на поверхности лав биогерм брахиопод *Worobiella ex gr. caucasica* Dagys, а в разрезе аммонита *Megaphyllites insectus* (Mojsisovics) указывают норийский возраст вулканизма в южной зоне Горного Крыма.

Установленные гидротермальные изменения пород и полисульфидной минерализации в сульфидно-карбонатных гидротермально-бактериальных постройках позволяют предполагать нахождения вблизи центрального аппарата

Тессельского вулкана крупных рудных тел с полисульфидной минерализацией.

Необходимо продолжить изучение вулканизма в западной части южной зоны Горного Крыма. Особое внимание следует уделить изучению геохимии и петрохимического состава пород, что позволит более точно установить рудную специализацию вулканизма и условий его образования. Обязательно необходимо выполнить работы по уточнению возраста по циркону из эффузивной толщи.

Автор благодарит за консультации и оказанную помощь в изучении пород профессора и члена корреспондента РАН В.В. Масленникова, а за определение фауны профессора доктора геолого-минералогических наук В.В. Аркадьева и кандидата геолого-минералогических наук Ю.С. Репина.

Список литературы

1. Лебединский В.И., Макаров Н.М. Вулканизм Горного Крыма. Киев: Изд-во АН УССР, 1962. 208 с.
2. Славин В.И. Геологическая история Крымского полуострова в триасовом периоде // Бюллетень МОИП. Отд. геологии. 1986. Т. 61. Вып. 6. С. 46–50.
3. Спиридонов Э.М., Федоров Т.О., Ряховский В.М. Магматические образования Горного Крыма. Статья 1 // Бюллетень МОИП. Отд. геологии. 1990. Т. 65. Вып. 4. С. 119–13.
4. Шнюков Е.Ф., Щербаков Е.Е., Шнюкова Е.Е. Палеоостровная дуга севера Черного моря. Киев.: «Чернобыльинформ», 1997. 287 с.
5. Заика-Новачкий В.С., Соловьев И.В., Сухорада А.В. Петропавловский палеовулкан Горного Крыма // Вісник Київського Університету. Сер. геології. 1989. № 8. С. 3–8.
6. Иванов В.И. Чайковский Б.И. и др. «Отчет по ГК в м 1:50000 Западной части Горного Крыма, Байдарский р-н в пределах листов L – 36 – 128 – А, Б, В, Г» - 1978-1981. (Фондовый материал КП «Южэкогеоцентр»).
7. Кориневский В.Г. Эффузивы Урала. Екатеринбург.: Уральский Ц АО, 2014. 216 с.
8. Busby-Spera CJ, White J.D.L. Variation in peperite textures associated with differing host sediment properties // Bull. Volcanol. 1987. Vol. 49. P. 765–776.
9. Биске НС, Ромашкин А.Е, Рычанчик дв. Протерозойские пеперит-структуры участка Лебещина // Геология и полезные ископаемые Карелии. 2004. Вып. 7. С. 193–200.
10. Селиверстов Н.И., Торохов П.В., Баранов Б.В. Подводный вулкан Пийпа: структурно тектонический контроль, геологическое строение и гидротермальная активность // Вулканология и сейсмология. 1995. № 2. С. 50–71.
11. Масленников В.В. Седиментогенез, гальмиролиз и экология колчеданосных палеогидротермальных полей. Миасс: ИМин УрО РАН, 1999. 348 с.
12. Пчелинцев В.Ф. Киммериды Крыма. М.: Наука, 1966. 126 с.
13. Логвиненко Н.В. О флишевых текстурах триасовых отложений Крыма // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. 1961. № 3. С. 16–28.
14. Лисицын А.П., Богданов Ю.А., Гурвич Е.Г. Гидротермальные образования рифтовых зон океана. М.: Наука, 1990. 256 с.
15. Лысенко В.И., Садыков С.А., Литая В.А. Морфология и изотопный состав сульфидно-карбонатных построек эффузивных пород верхнего триаса юго-западной части Горного Крыма // Металлогения древних и современных океанов-2017. Четверть века изучений субмаринных месторождений. Миасс.: ИМин УрО РАН, 2019. С. 277–281.
16. Seliverstov N.I., Torokhov P.V., Egorov Yu.O., Dubrovsky V.N., Taran Yu.A., Kokarev S.G. Active seeps and carbonates from the Kamchatsky Gulf (East Kamchatka) // Bull. Geol. Soc. of Denmark. 1994. V.41. P. 50–54.
17. Масленников В.В., Зайков В.В. Продукты разрушения и окисления придонных сульфидных построек на дне Уральского палеоокеана // Докл. АН СССР. Т. 319. 1991. № 6. С. 1434–1437.

ЛАВОВЫЕ ПАЛЕОПОТОКИ ТРИАСОВОГО ВУЛКАНИЗМА В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО КРЫМА

18. Hannington M.D., Jonasson I.R., Herzig P.M., Petersen S. Physical, chemical processes of seafloor mineralization at mid-ocean ridges // *Seafloor hydrothermal Systems: Physical, Chemical, Biological and Geological Interactions*. Geophys. Monograph, Washington, DC: Am. Geophys. Union, 1995. V. 91. P. 115–157.
19. Fouquet Y., Von Stackelberg U., Charlou J.-L. et al. Metallogenesis in back-arc environments: the Lau Basin example // *Economic Geology*. 1993. Vol. 88. P. 2154–2181.
20. Макдональд Г. Вулканы. М.: Мир, 1975. 431 с.
21. Муратов М.В. О стратиграфии триасовых и нижнеюрских отложений Крыма // *Изв. ВУЗов. Геология и разведка*. 1959. № 11. С. 31–41.
22. Ботвинкина Л.Н. Генетические типы отложений областей активного вулканизма. М.: Наука, 1974. 318 с.
23. Кобелев В.П., Русаков О.М., Богданов Ю.А., Козленко Ю.В. Геофизические исследования в 27-м рейсе НИС «Владимир Паршин» в Черном море // *Геофизический журнал*. 2007. Т.29. № 2. С.167–178.
24. Ентин В.А., Гинтов О.Б., Гуськов С.И. Ещё раз о природе Крымской гравитационной аномалии // *Геофизический журнал*. 2010. № 6. С. 34–41.
25. Луцицкий И.В. Основы палеовулканологии. М.: Наука, 1971. Т. 1. 480 с.
26. Лебединский В.И. Пластовые интрузии в таврической серии и их роль в геологической истории Горного Крыма // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1962. № 4. С. 32–39.
27. Мудренко С.В. Печников В.А., Самсоненко В.Л. Гипабиссальные и субвулканические образования Бодракско-Салгирской зоны (Предгорный Крым) // *Региональная геология некоторых районов СССР*. 1983. Вып. 6. С. 18–23
28. Богданова О.Ю., Горшков А.И., Баранов Б.В., Селиверстов Н.И., Сивцов А.В. Гидротермальные образования подводного вулкана Пийпа (Командорская котловина) // *Вулканология и сейсмология*. 1989, № 3. С. 49–62.
29. Торохов П.В. Сульфидная минерализация гидротермальных образований подводного вулкана Пийпа (Берингово море) // *Докл. АН СССР*. 1992. Т. 326. № 6. С.1060–1063.
30. Астахова Т.В. Палеонтологическая характеристика триасовых отложений Крыма // *Палеонтологический сборник*. 1972. Вып. 2. № 9 С. 57–63.
31. Моисеев А.С. О фауне и флоре триасовых отложений долины р. Салгир в Крыму // *Изв. Всес. Геол.-Разв. Объединения*. Л. 1932. Вып. 39. С. 1–14.
32. Дагис А. С, Дагис А. А., Казаков А. М., Курушин Н. И. Граница нижнего и среднего триаса на севере Средней Сибири. Л.: Гостоптехиздат, 1959. 360 с.
33. Nikishin A.M., Khotylev A.O. Bychkov A.Y. Cretaceous Volcanic Belts and the Evolution of the Black Sea Basin // *Moscow university Geology Bulletin*. 2013. Vol 68. № 03. pp. 141–154.

TRIASIC VOLCANISM IN THE SOUTH-WESTERN PART OF MOUNTAIN CRIMEA

Lysenko V.I.

Moscow State University M.V. Lomonosov Moscow State University Branch in Sevastopol, Russian Federation

E-mail: niagara_sev@mail.ru

Tessel sedimentary-volcanogenic complex of andesites of the Upper Triassic, which is overlain by rocks of the Tauride series, was found in the western part of the southern coast of Crimea. Mineralogical zoning is observed in scoria flows, and peperites are found in their frontal part. On the surface of lavas and tuff strata there are carbonate, sulfide-carbonate and carbonate-quartz-sulfide tubular and flat bacterial structures. Their formation was due to paleofluids during the formation of the effusive stratum simultaneously with the formation of rocks of the overlapping Taurida series.

Hydrothermal rock changes and polysulfide mineralization in hydrothermal-bacterial structures indicate the possibility of detecting large ore bodies with polysulfide mineralization. Findings on the surface of lavas bioherms of brachiopods *Worobiella ex gr. caucasica* Dagys, and in the context of ammonite *Megaphyllites insectus* (Mojsisovics) prove the Triassic age of volcanism in the southern zone of the Mountain Crimea.

Keywords: volcano, lavas, andesites, peperites, tubular structures, paleofluids..

References

1. Lebedinskij V.I., Makarov N.M. Vulkanizm Gornogo Kryma (Volcanism of the Mountain Crimea). Kiev: Izd-vo AN USSR (Publ.), 1962, 208 p. (in Russian).
2. Slavin V.I. Geologicheskaya istoriya Krymskogo poluostrova v triasovom periode (Geological history of the Crimean peninsula in the Triassic period). Byulleten' MOIP. Otd. Geologii, 1986, T. 61, Vyp. 6, pp. 46–50. (in Russian).
3. Spiridonov E.M., Fedorov T.O., Ryahovskij V.M. Magmatische obrazovaniya Gornogo Kryma. Stat'ya 1 (Magmatic formations of the Crimean Mountains. Article 1). Byulleten' MOIP. Otd. Geologii, 1990, T. 65, Vyp. 4, pp. 119–13. (in Russian).
4. Shnyukov E.F., Shcherbakov E.E., Shnyukova E.E. Paleoostrovnyaya duga severa Chernogo moraya (Paleo-island arc of the north of the Black Sea). Kiev: «Chernobyl'inform» (Publ.), 1997, 287 p. (in Russian).
5. Zaika-Novackij V.S., Solov'ev I.V., Suhorada A.V. Petropavlovskij paleovulkan Gornogo Kryma (Peter-Paul Paleovolcano of the Crimean Mountains). Visnik Kiivs'kogo Universitetu. Ser. Geologii, 1989, no 8, pp. 3–8. (in Russian).
6. Ivanov V.I. Chajkovskij B.I. i dr. «Otchet po GGK v m 1:50000 Zapadnoj chasti Gornogo Kryma, Bajdarskij r-n v predelakh listov L – 36 – 128 – A, B, V, G» - 1978-1981. (Fondovyy material KP «Yuzhekogeocentr») (Report on the GGC in m 1: 50,000 of the Western part of the Mountain Crimea, Baidar district, within sheets L - 36 - 128 - A, B, C, D" - 1978-1981. (Stock material of KP "South-Geocenter"). (in Russian).
7. Korinevskij V.G. Gialoklastity (obzor predstavlenij ob usloviyah obrazovaniya) (Hyaloclasts (a review of ideas about the conditions of formation)). Vulkanologiya i seismologiya, 1984, no 6, pp. 82–91. (in Russian).
8. Busby-Spera C.J., White J.D.L. Variation in peperite textures associated with differing host sediment properties // VIII. Volcanol, 1987, Vol. 49, pp. 765–776. (in English).
9. Biske N.S., Romashkin A.E., Rychanchik D.V. Proterozojskie peperit-struktury uchastka Lebeschina (Proterozoic peperite structures of Lebeschina site). Geologiya i poleznye iskopaemye Karelii, 2004, Vyp. 7, pp. 193–200. (in Russian).
10. Seliverstov N.I., Torohov P.V., Baranov B.V. Podvodnyj vulkan Pijpa: strukturno tektonicheskij kontrol', geologicheskoe stroenie i gidrotermal'naya aktivnost' (Piipa Underwater Volcano: structural tectonic control, geological structure and hydrothermal activity). Vulkanologiya i seismologiya, 1995, no 2, pp. 50–71. (in Russian).
11. Maslennikov V.V. Sedimentogenez, gal'miroлиз i ekologiya kolchedanonosnyh paleogidrotermal'nyh polej (Sedimentogenesis, halmirolysis and ecology of pyritiferous paleohydrothermal fields). Miass: IMin UrO RAN (Publ.), 1999, 348 p. (in Russian).
12. Pchelincev V.F. Kimmeridy Kryma (Kimmerids of Crimea). M.: Nauka (Publ.), 1966, 126 p.
13. Logvinenko N.V. O flishevyyh teksturah triasovyh otlozhenij Kryma. Izv. VUZov. Geologiya i razvedka, 1961, no 3, pp. 16–28. (in Russian).
14. Lisicyn A.P., Bogdanov Yu.A., Gurvich E.G. Gidrotermal'nye obrazovaniya riftovyh zon okeana (ydrothermal Formations of Ocean Rift Zones). M.: Nauka (Publ.), 1990, 256 p. (in Russian).
15. Lysenko V.I., Sadykov S.A., Litau V.A. Morfologiya i izotopnyj sostav sul'fidno-karbonatnyh postroek effuzivnyh porod verhnego triasa yugo-zapadnoj chasti Gornogo Kryma (Morphology and isotopic composition of sulfide-carbonate structures of effusive rocks of the Upper Triassic of the southwestern

- part of the Crimean Mountains). Metallogeniya drevnih i sovremennyh okeanov-2017. Chetvert' veka izucheniya submarinnyh mestorozhdenij. Miass: IMin UrO RAN (Publ.), 2019, p. 277–281. (in Russian).
16. Seliverstov N.I., Torokhov P.V., Egorov Yu.O., Dubrovsky V.N., Taran Yu.A., Kokarev S.G. Active seeps and carbonates from the Kamchatsky Gulf (East Kamchatka). Bull. Geol. Soc. of Denmark, 1994, V.41, pp. 50–54.
 17. Maslennikov V.V., Zajkov V.V. Produkty razrusheniya i okisleniya pridonnyh sul'fidnyh postroek na dne Ural'skogo paleookeana (Destruction and oxidation products of bottom sulphide structures at the bottom of the Ural Paleo-Ocean). Dokl. AN SSSR, 1991, T. 319, no 6, pp. 1434–1437. (in Russian).
 18. Hannington M.D., Jonasson I.R., Herzig P.M., Petersen S. Physical, chemical processes of seafloor mineralization at mid-ocean ridges. Seafloor hydrothermal Systems: Physical, Chemical, Biological and Geological Interactions. Geophys. Monog., Wash., DC: Am. Geophys. Union, 1995, V. 91, pp 115–157.
 19. Fouquet Y., Von Stackelberg U., Charlou J.-L. et al. Metallogenesis in back-arc environments: the Lau Basin example. Economic Geology, 1993, Vol. 88, P. 2154–2181.
 20. Makdonal'd G. Vulkany (Volcanoes). M.: Mir (Publ.), 1975, 431 p. (in Russian).
 21. Muratov M.V. O stratigrafii triasovyh i nizhneyurskih otlozhenij Kryma (On the stratigraphy of the Triassic and Lower Jurassic deposits of the Crimea). Izv. VUZov. Geologiya i razvedka, 1959, no 11, pp. 31–41. (in Russian).
 22. Botvinkina L.N. Geneticheskie tipy otlozhenij oblastej aktivnogo vulkanizma (Genetic types of deposits of areas of active volcanism). M.: Nauka (Publ.), 1974. 318 p. (in Russian).
 23. Kobolev V.P., Rusakov O.M., Bogdanov Yu.A., Kozlenko Yu.V. Geofizicheskie issledovaniya v 27-m rejse NIS «Vladimir Parshin» v Chernom more (Geophysical exploration in the 27th flight of the R / V «Vladimir Parshin» in the Black Sea). Geofizicheskij zhurnal, 2007, T.29, no 2, pp.167–178. (in Russian).
 24. Entin V.A., Gintov O.B., Gus'kov S.I., Eshchyo raz o prirode Krymskoj gravitacionnoj anomalii (Once again on the nature of the Crimean gravitational anomaly). Geofizicheskij zhurnal, 2010, no 6, pp. 34–41. (in Russian).
 25. Luchickij I.V. Osnovy paleovulkanologii (Fundamentals of paleovolcanology). M.: Nauka (Publ.), 1971, T. 1, 480 p. (in Russian).
 26. Lebedinskij V.I. Plastovye intruzii v tavricheskoj serii i ih rol' v geologicheskoy istorii Gornogo Kryma (Formation intrusions in the Tauride series and their role in the geological history of the Crimean Mountains). Izv. AN SSSR. Ser. geol., 1962, no 4, pp. 32–39. (in Russian).
 27. Mudrenko S.V. Pechnikov V.A., Samsonenko V.L. Gipabissal'nye i subvulkanicheskie obrazovaniya Bodrasko-Salgirskoj zony (Predgornyj Krym) (Hypabyssal and subvolcanic formations of the Bodraki-Salgir zone (Piedmont Crimea)). Regional'naya geologiya nekotoryh rajonov SSSR, 1983, Vyp. 6, pp. 18–23. (in Russian).
 28. Bogdanova O.Yu., Gorshkov A.I., Baranov B.V., Seliverstov N.I., Sivcov A.V. Gidrotermal'nye obrazovaniya podvodnogo vulkana Pijpa (Komandorskaya kotlovina) (Hydrothermal formations of the underwater volcano Piipa (Commander Basin)). Vulkanologiya i sejsmologiya, 1989, no 3, pp.49–62. (in Russian).
 29. Torohov P.V. Sul'fidnaya mineralizaciya gidrotermal'nyh obrazovanij podvodnogo vulkana Pijpa (Beringovo more) (Sulfide mineralization of hydrothermal formations of the underwater volcano Piipa (Bering Sea)). Dokl. AN SSSR, 1992, T.326, no 6, pp. 1060–1063. (in Russian).
 30. Astahova T.V. Paleontologicheskaya harakteristika triasovyh otlozhenij Kryma (Paleontological characteristics of the Triassic sediments of the Crimea) // Paleontologicheskij sbornik, 1972, Vyp. 2, 1972, pp. 57–63. (in Russian).
 31. Moiseev A.S. O faune i flore triasovyh otlozhenij doliny r. Salgir v Krymu (On the fauna and flora of the Triassic deposits of the river valley. Salgir in Crimea). Izv. Vses. Geol.-Razv. Ob"edineniya. LI., 1932, Vyp. 39, pp. 1–14. (in Russian).
 32. Dags A. S, Dags A. A., Kazakov A. M., Kurushin N. I. Granica nizhnego i srednego triasa na severe Srednej Sibiri (The border of the Lower and Middle Triassic in the north of Central Siberia). L.: Gostoptekhizdat (Publ.), 1959, 360 p. (in Russian).
 33. Nikishin A.M., Khotylev A.O. Bychkov A.Y. Cretaceous Volcanic Belts and the Evolution of the Black Sea Basin. Moscow university Geology Bulletin, 2013, Vol 68, no 03, pp. 141–154.

Поступила в редакцию 31.09.2019

УДК 551.2+ 551.3

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ОСНОВНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ

Юдин В.В.

*МОО Крымская Академия наук, г. Симферополь, Российская федерация
E-mail: yudin_v_v@mail.ru*

В статье с краткими пояснениями представлены уточненные и дополненные за много лет авторские классификации подразделений актуалистической геодинамики, а также систематизации генетических типов орогенов, меланжей, несогласий, магматизма, олистостром и опасных волн.

Ключевые слова: *геодинамика, орогены, меланжи, несогласия, магматизм, олистостромы, опасные волны.*

ВВЕДЕНИЕ

Классификации геодинамических процессов и объектов являются одной из важных научных проблем современной теоретической геологии. В основном они разрабатывались по морфологическому, структурно-тектоническому и другим признакам. Полные систематизации на основе происхождения практически отсутствуют. В настоящей статье приведены генетические классификации, составленные автором в течение более четверти века. Часть из них была опубликована в разных изданиях, где более подробно приведены обоснования и конкретные примеры выделенных подразделений [1-12 и др.]. После многолетних обсуждений с коллегами и обобщения последних данных по строению разных регионов на основе актуалистической геодинамики, эти подразделения были уточнены, дополнены и приведены ниже с краткими пояснениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Классификация геодинамики. Термин «геодинамика» был введен более 100 лет назад А. Лявом и долгое время понимался как взаимосвязь динамики Земли с космическими факторами, приводящих к формированию приливов в коре и к образованию закономерной регматической сетки трещин-разломов. При последующих революционных сменах геологических парадигм этот термин трактовался по-разному и во многом противоречиво.

В современном понимании, актуалистическая геодинамика – наука о тектонических процессах внутри и на поверхности Земли, рассматривающая перемещения вещества и энергии [4, 5, 7, 8 и мн. др.]. Эта наука объединила концепции тектоники литосферных плит и мантийных плюмов, сформировав универсальную теорию происхождения и эволюции современных и древних структур Земли. Главной причиной тектонических движений считаются мантийные конвекционные токи, приводящие в движение литосферные плиты и их фрагменты. Основные подразделения геодинамики приведены на рис. 1.



Рис. 1. Классификация подразделений геодинамики

Актуалистическая геодинамика разделяется на эндогенную, которую предлагается традиционно называть просто геодинамикой и *экзогеодинамикой* [4, 7, 8 и др.]. Объектами изучения эндогенной – являются глобальные и более мелкие структуры, сформированные внутренними силами Земли. К ним относятся континенты, океаны, складчато-надвиговые пояса, зоны проявления вулканизма, метаморфизма, сейсмичности и др., образованные за счет конвективных течений в мантии вследствие гравитационной и тепловой дифференциации Земли. При рассмотрении древних процессов обособлена историческая *палеогеодинамика*, которая восстанавливает древние геодинамические процессы, формирующие структуры и формации аналогичные современным. Основной задачей таких реконструкций является выяснение прежнего положения литосферных плит, их конфигураций, типов границ и движений. К процессам эндогенной *неогеодинамики* относятся сейсмичность, глубинное структурообразование, создающее рельеф, современный вулканизм, тепловые аномалии, смещения в современных разрывах, динамометаморфизм и т.д. При наличии достоверных данных допустимо разделять *литосферную* (плитную) и *глубинную* неогеодинамику, связанную с плюмами в основном из нижней мантии.

Экзогеодинамика также подразделяется на *палео- (историческую)* и молодую *неоэкзогеодинамику*. Они рассматривают внешние, в основном морфологические приповерхностные особенности Земли, сформированные под воздействием солнечного тепла и гравитации. К ним относятся элементы рельефа и факторы, его образующие: эрозия, абразия, образование олистостром, турбидитов, оползней, осадконакопление, деятельность воды, льда и ветра, карст и другие.

В последние годы при рассмотрении современных процессов выделяются специфические разделы геодинамики. Пример тому – *экогеодинамика*, охватывающая опасные эндогенные и экзогенные явления, которые

непосредственно влияют на экологию [4]. Развиваются направления *инженерной* и *сейсмогеодинамики*, чему посвящен ряд публикаций и даже учебников. Ниже приведены генетические подразделения основных эндогенных и экзогенных процессов.

Процессы и объекты эндогенной геодинамики

Классификация орогенеза. Под орогенезом (по Г. Джильберту 1890 г. «орос» – гора, «геннао» – рождать) понимается процесс резко повышенной тектонической, магматической и сейсмической активности земной коры, приводящий к формированию горного рельефа. Такие зоны понимаются как орогены. В связи с научной революцией в геологии и сосуществованием различных геотектонических гипотез этот процесс трактуется противоречиво.

Орогенез – главное проявление эндогенной геодинамики Земли на ее твердой поверхности. К горам принято относить различные по генезису и морфологии возвышенности с расчлененным рельефом, вершины которых возвышаются над основанием более чем на 700 м. Подробные представления об орогенах в трактовке различных авторов и по разным признакам приведен в монографии [1 и мн. др.]. Можно лишь отметить, что принимаемый многими исследователями критерий выделения гор от уровня моря до вершины – недопустим. Во-первых, это связано с существенным изменением в геологической истории уровня Мирового океана в периоды оледенений. Во-вторых, в таком понимании игнорируются крупные подводные горы разного генезиса. То же можно отметить по поводу гипотетически обязательной связи орогенеза с конвергентной складчатостью.

В актуалистическом геодинамическом понимании эволюции земной коры, в соответствии с циклом Вильсона, орогенез может проявляться на пяти этапах: 1) сводового поднятия, предшествующего рифтогенезу; 2) спрединга с образованием срединно-океанических хребтов; 3) субдукции с образованием активных окраин плит разных типов; 4) коллизии; 5) на заключительном этапе постколлизионного орогенеза (дейтероорогенеза).

Анализ всех горных сооружений мира позволил нам 27 лет назад создать полную, генетико-эволюционную классификацию орогенов [1]. В последующие годы эта классификация была уточнена и дополнена (рис. 2). По типу образования выделены два класса орогенов: *дивергентные (первоорогены)*, образованные в результате подъема мантийного материала в конвективных токах и плюмах и *конвергентные* (собственно орогены), образованные сжатием. Для наглядности на рисунке 2 добавлены современные примеры всех типов орогенов, модели их образования и максимальные высоты разных гор в километрах.

Дивергентные орогены и связанные с ними структуры весьма специфичны по сравнению с конвергентными. Выделение дивергентных орогенов признается не всеми исследователями. Процесс вызван проявлением достаточно быстрых восходящих орогенических движений, приводящих к образованию горного рельефа на суше или на дне океанов. Обычно это сопровождается образованием мощных терригенных и вулканогенных формаций с большими скоростями осадконакопления. Отдельно выделяются *плюмогенные* орогены, высота которых в океанах достигает самых больших превышений в 9 км. *Аркогенные* (рифтогенные)

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ОСНОВНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ

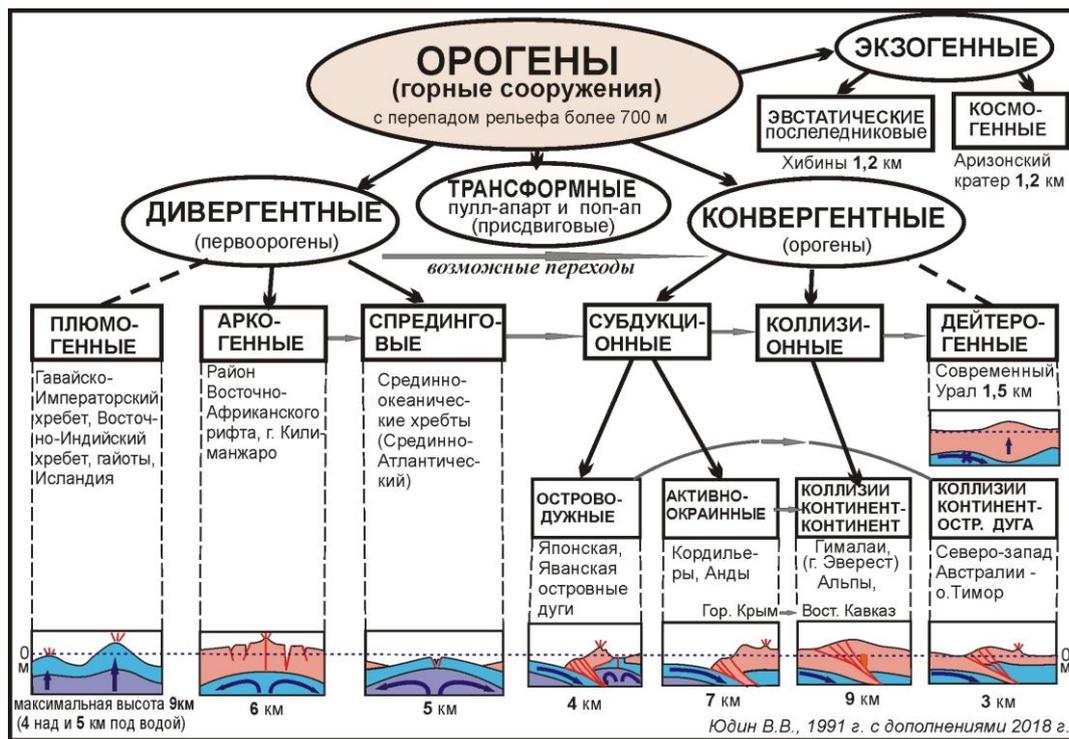


Рис. 2. Классификация и примеры генетических типов орогенеза

на суше и подводные *спрединговые* орогены имеют более глобальный масштаб. Они отражают начальные этапы развития цикла Вильсона.

Конвергентные орогены создаются тангенциальным сжатием и скучиванием литосферы на границах сходящихся плит. В зависимости от строения и положения фрагментов земной коры в зоне конвергенции выделяются различные типы и подтипы орогенов, что отражено во многих публикациях разных исследователей. В процессе геодинамической эволюции в соответствии с циклом Вильсона один тип или подтип конвергентного орогена может переходить в другой, что показано серыми стрелками на рисунке 2. В современных крупных складчато-надвиговых поясах по простиранию могут сосуществовать геодинамические режимы субдукции и коллизии. Тогда их следует называть субдукционно-коллизионными, разделяя в конкретной области по типу поддвигаемой океанической или континентальной коры.

Трансформные орогены связаны с глобальными сдвигами. Такие разрывы иногда формируют крупные положительные формы в структурах поп-ап и отрицательные перепады рельефа в структурах пулл-апарт [10 и др.]. На континентах абсолютно чистые сдвиги редки. Чаще они связаны со сдвиго-надвигами. Вдоль таких зон трансформные орогены могут переходить в конвергентные. Их разделение проводится по преобладанию надвигового или сдвигового смещения.

В заключении цикла Вильсона на месте уже денудированного коллизионного орогена иногда проявляется вторичное завершающее горообразование в виде дейтероорогенеза. Нами оно объяснялось изостатическим подъемом скученных сиалических корней гор при окончательном отмирании нисходящего мантийного конвекционного тока [1].

В древних складчато-надвиговых поясах (палеорогенах), достаточно четко фиксируются осадочные и магматические формации большинства подтипов современных: аркогенных, субдукционных, коллизионных и эпиколлизионных. Вследствие полной субдукции от дивергентных спрединговых и плюмогенных орогенов, в конвергентных, обычно почти не остается следов. Название древних орогенов во избежание накладок может даваться по последнему, наиболее хорошо сохранившемуся в формациях типу или подтипу, а также по возрасту проявления. Например, Палеоурал – субдукционно-коллизионный или коллизионный ороген, а современные Уральские горы – дейтерогенный ороген (рис. 2).

Отдельным типом гор, которые не укладываются в эндогенную геодинамику Земли, являются *эвстатические и космогенные орогены*). По сути, они имеют экзогенное происхождение, поскольку связаны с эвстатическим поднятием территории после снятия нагрузки растаявшего ледникового покрова или с падением на Землю крупных болидов. О интенсивности и роли орогенических движений можно судить по высоте современных орогенов (рис. 2.). В древнейшей геологической истории космогенные орогены преобладали.

Классификация тектонических меланжей. В сместителях крупнейших надвигов и сдвигов конвергентных орогенов часто развиты мощные зоны передробленных пород, которые представляют собой отдельные эндогенные хаотические комплексы – тектоны. Такие меланжи (от французского слова смесь) состоят из глыб-кластолитов разного состава, размера и возраста, которые сорваны при смещении и погружены в мелкообломочный матрикс.

Общепринятая генетическая классификация меланжей отсутствовала. Традиционно они разделялись по составу матрикса или по составу глыб. Однако одинаковые по литологическим признакам типы микститов могут образовываться при разных геодинамических режимах. Поэтому нами предложена генетическая классификация меланжей с элементами их состава (рис. 3). Такая классификация с приведением конкретных примеров была опубликована в работах [8, 10, 12].

Сдвиговые меланжи в чистом виде встречаются редко. Обычно они связаны с надвиго-сдвигами. Специфической особенностью таких микститов является формирование полосовых скоплений ромбовидных в плане кластолитов, расположенных под углом к простиранию сдвига. Зоны ромбовидных блоков получили название лозанж. Морфологически он напоминает систему пластин-дуплексов, положенных на бок. Второй характерный признак сдвиговых меланжей – наличие в матриксе мелких нейтральных складок с субвертикальными или круто наклоненными шарнирами. Главную роль в выделении этого типа микститов является достоверное определение реального сдвигового типа самого нарушения, с



Рис. 3. Классификация меланжей

четким разделением правостороннего или левого смещения и его амплитуды.

Сбросовые меланжи формируются на крыльях раздвигов при эндогенном рифтогенезе и спрединге. По сути, такие сбросы имеют гравигенное происхождение и формируют другой тип микститов – экзогенные олистостромы, классификация которых приведена ниже. Отнесение меланжа к сбросовому типу возможно лишь в том случае, когда в зоне сброса присутствуют синхронные смещению высокотемпературные минералы, свидетельствующие об эндогенном происхождении разрыва.

Надвиговые меланжи наиболее широко развиты в конвергентных орогенах. Микститы, сформированные при субдукции и коллизии, в общем похожи. При длительной конвергенции, субдукция постепенно переходит в коллизию с образованием сходных складчато-надвиговых структур. Поэтому надвиговые меланжи четко могут разделяться лишь по расположению к главной зоне конвергенции – на сутурные, фронтальные и тыловые.

Сутурные меланжи связаны с древними зонами конвергенции, в которых были поглощены значительные фрагменты древней океанической или субокеанической коры. После субдукции, континентальные массы древних плит или террейнов сходятся с образованием регионального надвига огромной амплитуды. В сутурных меланжах проявляется динамометаморфизм высоких давлений и относительно низких температур. Здесь же развита самая интенсивная дислоцированность пород из всех известных на Земле. Специфической

особенностью их является наличие кластолитов из офиолитовой триады палеоокеанической коры. Могут присутствовать фрагменты пород первого (осадочного) слоя, сложенного глубоководными илами и радиоляритами, превращенными в яшмы и фтаниты, фрагменты второго-третьего слоя (базальтов и габброидов), а также ультрабазиты подстилающей мантии. Кластолиты из ультрабазитов в меланжах обычно сильно изменены и серпентинизированы. В зависимости от преобладающего состава пород, сутурные меланжи подразделяются на офиолитовые и динамосланцевые.

Офиолитовые меланжи по составу весьма разнообразны. Традиционно они называются серпентинитовыми и обычно располагаются в основании офиолитовых покровов. Матрикс из тектонизированных серпентинитов местами превращен в перетертый агрегат по ультрабазитам. Кластолиты от сантиметров до первых сотен метров, имеют неправильную форму и представлены глыбами пород офиолитовой ассоциации. Меланж перекрывается и включает в себя фрагменты тектонических чешуй разного состава и возраста. Поэтому традиционное название «серпентинитовый меланж» не вполне отвечает составу кластолитов, а иногда и матрикса. Такие микститы правильнее называть сутурным офиолитовым меланжем, подразумевая различный состав слагающих пород с присутствием офиолитов.

Динамосланцевые меланжи отличаются от офиолитовых преобладанием в них метаморфических сланцев высоких давлений и низких температур с незначительным содержанием кластолитов. Такие зоны характерны для верхних частей коллизионных сутур, первоначально сложенных абиссально-батиальными осадочными породами аккреционного клина. Синонимами такого меланжа являются глаукофансланцевый, голубых сланцев и др., в зависимости от преобладающего состава слагающих пород и степени динамометаморфических преобразований.

Фронтальные меланжи располагаются в автохтоне древних коллизионных сутур или в молодых активных зонах конвергенции. Они наклонены в одну сторону со швом и имеют одинаковую вергентность связанных с ними складок. Более детальная типизация таких меланжей определяется составом слагающих их кластолитов и матрикса (рис. 3). Общепринято разделение их на осадочные, вулкано-терригенные, гипсокарбонатные меланжи.

В предшествующих классификациях отдельно рассматривались терригенные и карбонатные меланжи. Но поскольку оба типа слагающих пород являются осадочными, мы, как и в зарубежных публикациях, выделяем осадочные меланжи, подчеркивая седиментационный тип слагающих их пород. В зависимости от разного или одинакового литологического состава обломков, они традиционно разделяются на полимиктовые и мономиктовые.

Гипсокарбонатные и гипсосолевые меланжи связаны с высокой пластичностью слагающих их пород в условиях тангенциального сжатия, что неизбежно приводит к их аномальной дислоцированности. В геодинамической эволюции по циклу Вильсона, соленосные отложения закономерно формируются в основном на двух этапах – рифтогенном и коллизионном. Соленосные комплексы

рифтогенного этапа подстилают пассивно-окраинные формации и при конвергенции послойно меланжированы во многих орогенах мира. На коллизионном этапе соленосные комплексы формируются в передовых, реже тыловых прогибах и определяют их тектоническую расслоенность.

Тыловые меланжи нередко сходны с фронтальными, но связаны с ретронадвигами, имеющими наклон противоположный коллизионной сuture. Такие микститы располагаются в тыловой части складчато-надвиговой области или зон конвергенции и легко диагностируются по их положению относительно основных надвиговых структур.

Меланжи сложного генезиса образуются при наложении разных этапов длительной геодинамической эволюции. Четко обоснованные микститы смешанного генезиса в литературе описывались редко, хотя выделено их достаточно много. Важно отметить, что разнотипные меланжи и рассмотренные ниже олистостромы нередко формируются одновременно. Как следствие, образуются тектонизированные фронтальные олистостромы. Их формирование связано с оползневыми комплексами, развитие которых контролируется тектоническими покровами и надвигами. Терригенные полимиктовые меланжи иногда развиваются в подошвах покровов при тектонизации олистостром, образованных перед фронтом надвигающегося покрова. Такой меланж имеет нечетко выраженный, постепенный нижний контакт, которым он отделяется от подстилающих олистостром. Верхний контакт, по которому его перекрывают образования покрова – тектонический.

Меланжи представляют собой широко распространенные тектонические образования, известные во многих регионах мира. Предложенная геодинамическая классификация включает все известные типы современных и древних меланжей, что позволяет разделять их в древних и в современных орогенах.

Классификация несогласий. Геодинамическая эволюция орогенов достаточно четко фиксируется в несогласном залегании осадочных формаций. Это выражено значительными перерывами в осадконакоплении между комплексами слоев и проявляется в разном их залегании. Выделено много видов несогласий, морфологические признаки которых изложены в монографиях, учебниках, справочниках и статьях.

На рис. 4 представлена генетическая классификация несогласий и их соотношений практически всех ранее выделенных типов, включая термины-синонимы. Подразделения отличаются масштабами распространения и выраженностью в стратиграфических разрезах. Их конкретные примеры приведены в статье [11].

С позиций актуалистической геодинамики можно выделить три основные причины формирования несогласий. Первая связана с глобальной эволюцией земной коры очень крупных регионов Земли в соответствии с циклом Вильсона (рифтогенез – спрединг – субдукция – коллизия). На заключительных этапах развития цикла формируются конкретные (но не повсеместные на Земле) угловые несогласия, разделяющие структурно-геодинамические комплексы разных циклов.



Рис. 4. Классификация несогласий

Вторая причина связана с проявлением регионального тектогенеза на фоне развития этапов одного цикла Вильсона. Эти несогласия имеют менее масштабное и более локальное распространение, связанное с некоторым ускорением в целом непрерывно и длительно проявляющегося процесса конвергенции. Такие несогласия являлись основанием для выделения многочисленных и противоречивых фаз тектогенеза, считавшихся глобальными. Отметим, что многие такие фазы оказались «скользящими» во времени, вследствие длительной миграции зоны основного структурообразования от внутренних зон складчато-надвиговых областей к внешним. Кроме того, во многих конвергентных орогенах присутствует сдвиговая составляющая. В результате, по простирацию складчато-надвигового пояса образуются зоны продольных поднятий и опусканий с разным уровнем денудационного среза. Соответственно в них фиксируются разные диапазоны размыва осадочного комплекса.

Третья, причина формирования несогласий связана с эпейрогеническими поднятиями и седиментацией на фоне проявления первых двух причин, связанных с эндогенным тектогенезом. Кроме того, за счет экзогенных эвстатических колебаний уровня морей и мирового океана на кратонах формируются *стратиграфические параллельные несогласия* с различными подтипами (рис. 4).

Угловые несогласия наиболее важные для понимания геодинамической эволюции регионов. Они понимаются как взаимоположение осадочных толщ, имеющих существенно разные углы наклона. Поверхностью несогласия считается подошва вышележащего комплекса. Нижележащие слои дислоцированы сильнее, чем их покрывающие и залегающие субпараллельно несогласному контакту

Поскольку структурообразование часто происходит одновременно с осадконакоплением, на сейсмопрофилях и при непосредственном изучении контактов, даже в одном небольшом районе можно наблюдать разные типы согласных и несогласных соотношений толщ. В присводовых частях растущих антиклиналей выделяются зоны размывов со стратиграфическими, а локально и с угловыми несогласиями. На крыльях складок они переходят в согласные стратиграфические контакты. Такие локальные конседиментационные угловые несогласия также не отражают наличия тектонопауз и не дают оснований для выделения фаз тектогенеза, отдельных структурных этажей и ярусов.

Локальные угловые несогласия, проявленные в сериях грубо-косослоистых пород, иногда сопровождающиеся резко выраженными угловыми несоответствиями слоев осадков. Такие размывы (диаастемы) также не отражают переломных моментов в тектоническом развитии региона и не предшествуют новым циклам осадконакопления. Ряд исследователей мелкие размывы внутри толщ к несогласиям не относят и называют их ложными.

Крайевые несогласия, образуются при эвстатических изменениях уровня морей и океанов. Такие образования следует рассматривать как неоавтохтоны, характерные для многих горно-складчатых районов мира. Они обусловлены не тектонопаузами между фазами складчатости, а аномально быстрым осадконакоплением на отдельных участках при непрерывно продолжающемся структурообразовании.

Тектонические несогласия, связаны с пологими разрывами эндогенного и гравигенного происхождения. Они образуются на дивергентном или конвергентном этапах развития и формируют разные падения пород в крыльях, внешне схожие со стратиграфическими угловыми несогласиями. Отличие заключается в присутствии на контактах зон брекчирования, мелких складок и зеркал скольжения, что позволяет легко их различать. Отметим, что ряд исследователей тектонические контакты с разным падением пород в крыльях надвигов несогласиями не считают. Это приводит к путанице терминов, а также интерпретаций строения и истории развития конкретных геологических объектов. *Гравигенные тектонические несогласия* в основном связаны с пологими сбросами, развитыми в основаниях сползших олистолигов и олистоплак [8, 11].

В заключение добавим, что вследствие разной компетентности породных комплексов, разделенных совершенно очевидными стратиграфическими несогласиями, по зоне их контакта при конвергенции часто происходит субпослойный срыв (флэт, детачмент). В таких случаях следует отдельно рассматривать генезис и возраст собственно стратиграфического и наложенного тектонического несогласия с определением возраста и роли каждого из них.

Классификации интрузивного и эффузивного магматизма достаточно хорошо разработаны по морфологическому признаку (формы тел) и по петролого-геохимическим особенностям. Однако четкого деления по происхождению на основе актуалистической геодинамики они не дают. Исключение составляет, составленная нами 20 лет назад классификация, которая была уточнена с рассмотрением конкретных примеров в разных регионах [2, 3, 5, 6, 7, 8, 10 и др.]. Исходя из положения современного магматизма Земли в различных

геодинамических обстановках, дополненная генетическая классификация приведена на рис. 5. Она основана на общей эволюции земной коры и отражает все известные современные и древние проявления этих процессов.



Рис. 5. Геодинамическая классификация магматизма Земли с современными примерами

Космогенный (импактный) магматизм связан с падением на Землю крупных космических тел. Он встречается редко, не укладывается в закономерности геодинамической эволюции и непосредственно не связан с эндогенными процессами. Примерами тому – разновозрастные астроблемы, в центральных частях которых присутствует специфический вулканизм [1, 3 и др.]. Можно предполагать, что на самых ранних стадиях развития Земли этот вид магматизма был одним из главных, но ныне у поверхности почти не сохранился.

Плюмогенный магматизм (горячих точек, внутриплитный) – один из самых грандиозных на Земле. Он излил десятую долю лав на поверхности и формирует наиболее крупные вулканы. Источник магмы расположен глубоко в мантии, где кроме верхнего яруса конвекционных токов, отвечающих за тектонику плит, существует нижний ярус конвекции. Из него поднимаются отдельные горячие струи из магмы диаметром до сотен километров. У поверхности они образуют “горячие точки”, число которых на Земле по разным данным составляет от 36 до 122. Их примеры рассмотрены во многих публикациях [2, 3 и др.]. С древними горячими точками на континентах связаны мощные трапповые излияния и специфический

кимберлитовый вулканизм [6].

Рифтовый магматизм формируется при горизонтальном раздвигании мантийными токами толстой континентальной коры. Такой процесс происходит в системе Восточно-Африканских рифтов, длиной 3 тыс. км и сопровождаются большим тепловым потоком из недр. Здесь же формируются вулканы разных морфологических типов (рис. 5) и покровные трещинные излияния. К рифтогенному геодинамическому режиму в геологическом прошлом был приурочен кимберлитовый вулканизм [5, 6 и др.].

Спрединговый магматизм распространен на Земле наиболее широко. Он сформировал “базальтовый” слой океанской коры, занимающей 56% поверхности планеты. Излияния такого типа составляют 80% объема всех вулканических пород. Общая протяженность срединно-океанических хребтов, в которых формируется новообразованная океанская кора, составляет около 60 тыс. км. На склонах хребтов под тонким слоем осадков залегают базальты, излившиеся на поверхность дна в виде покровов, даек и многочисленных мелких вулканических построек. На более глубоком уровне океанической коры образуется габбровый слой в основании которого залегают кумулятивный расслоенный дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый слой. Спрединговый магматизм оказывает влияние и на мантию, формируя ее истощенный верхний слой.

Отдельным подтипом является *задуговоспрединговый* магматизм, формирующий новообразованную субокеаническую кору в задуговых бассейнах (например, в морях Охотском, Японском, Банда и Черном). Следует отметить, что на континентах, вследствие последующей субдукции, от спредингового магматизма в геологической летописи остаются лишь фрагменты в офиолитовых меланжах присутурных зон.

Конвергентный магматизм формируется при сжатии литосферных плит. При субдукции океанской коры на глубинах 50-300 км происходит выплавка преимущественно андезитовой магмы. В плане зона плавления удалена по падению сместителя на расстояние 100-500 км, в зависимости от угла его наклона. Поэтому этот тип вулканизма назван нами *надсубдукционным*, чтобы подчеркнуть его удаленное положение от выхода на поверхность зоны конвергенции, выраженной «холодным» глубоководным желобом [2, 3 и др.].

На суше с надсубдукционным магматизмом связано 75% всех действующих вулканов. Классический пример тому – “андезитовая линия” вокруг Тихого океана, состоящая из многочисленных вулканических построек, в двух типах окраин. *Активноокеанский магматизм* (восточнотихоокеанского или андийского типа) проявляется на краях континентов, примыкающих к зоне субдукции. Пример тому – вулкан Парикутин на юге Северной Америки, Льюльяльяко в Андах и др. [2, 3 и др.]. На глубине формируются плутоны диоритов, гранодиоритов и тоналитов.

Островодужный магматизм широко развит на севере, западе и юге Тихого океана, а также в Индонезийской зоне конвергенции. Строение надвигаемой окраины иное, что отражается и в составе магматитов. Наиболее известный вулкан этого типа – Кракатау).

Коллизионный магматизм происходит, когда океаническая кора в зоне

конвергенции полностью поглощена и сталкиваются фрагменты континентальной коры. Магматизм в этих условиях в основном среднего и кислого состава. Обычно он проявляется на ранних стадиях коллизии, когда на глубине еще идет подвиг переходной коры. Примеры тому приведены в работах [2, 3 и др.]. Вероятно, он связан с седловинными отслоениями и разуплотнениями в ядрах очень крупных принадвиговых антиформ.

Предложенная генетическая классификация на основе актуалистической геодинамики позволяет разделить многообразие объектов и понять закономерности размещения проявления современного и древнего магматизма.

Процессы и объекты экзогенной геодинамики

Классификация олистостром, как гравигенных экзогенно-тектонических микститов, разработана недостаточно. Их типизация по внутреннему строению, литологическому составу или другим признакам несовершенна, поскольку одинаковый набор составляющих обломков пород может быть в генетически разных видах микститов и наоборот. Типизации с позиций тектоники литосферных плит были противоречивы и не охватывали все виды микститов. Разработанная нами полная генетическая классификация олистостром, основанная на актуалистической геодинамике и цикле Вильсона (рис. 6). Более детальные описания подразделений и их конкретных примеров приведены в публикациях [9, 10 и др.].

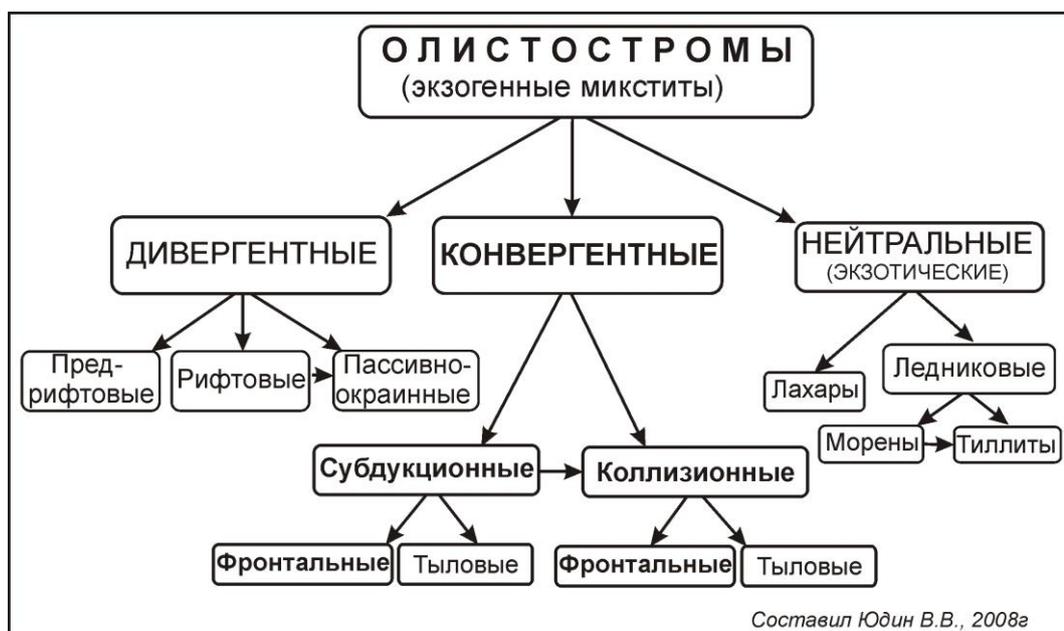


Рис. 6. Классификация олистостром

Дивергентные олистостром связаны со склоновыми процессами перед началом расхождении литосферных плит, при рифтогенезе, а также на пассивных окраинах континентов. Современные процессы дивергенции создают контрастный

рельеф, с перепадами высот от сотен метров до 2-6 км, на склонах которого, происходит образование олистостром. Согласно принципу актуализма, можно полагать, что в рифтогенных литодинамических комплексах палеоскладчато-надвиговых поясов, можно выявить древние аналоги таких микститов.

Предрифтовые олистостромы образуются на склонах крупных сводовых поднятий, предшествующих рифтогенезу. Примеры тому выявлены в раннемеловое время в Крыму, Турции и на Кавказе [8, 9, 10].

Рифтовые олистостромы формируются в начале собственно дивергентного этапа. По системе сбросов создаются линейные грабены с достаточно контрастным рельефом, что способствует формированию гравигенных микститов. Современные аналоги такого режима известны в Восточноафриканских и Байкальском рифтах, в Красном море и других районах.

Пассивноокраинные олистостромы образуются в подводных условиях, после перехода рифтогенного режима к спрединговому и появления океанической коры. Роль эндогенного тектонического фактора при создании микститов мала или отсутствует. Материал подводных олистостром образуется на относительно крутых континентальных склонах пассивных окраин огромной протяженности. Современными примерами тому - гравигенные микститы на континентальных склонах Атлантического океана, где перепады высот подводного рельефа достигают 5-6 км. Аналогичные микститы выявлены и в древних пассивноокраинных формационных комплексах горно-складчатых областей.

Конвергентные олистостромы развиты наиболее широко и нами разделены на субдукционные и коллизионные (рис. 6). Основным отличием между ними является преобладание в субдукционном типе морских, а в коллизионном – наземных олистостром. Оба типа микститов проявляются во фронтальной и тыловой частях зон конвергенции. По отношению к основной зоне субдукции или коллизионной сuture, они достаточно просто различаются на фронтальные и тыловые подтипы.

Субдукционные олистостромы формируются преимущественно на подводных склонах островных дуг и активных окраин андийского типа, а также в глубоководных желобах с наиболее контрастным рельефом на Земле. Большинство древних субдукционных олистостром осложнены эндогенной тектонической переработкой. Она выражена ремобилизацией олистолитов и матрикса эндогенными разрывами и ассоциацией с меланжами.

Фронтальные субдукционные олистостромы развиты в складчато-надвиговых поясах перед фронтом надвигающихся аллохтонов. Состав обломков в микстите очень разный из-за смешения в аккреционной призме пород океанической и субконтинентальной коры. Это может привести к впечатлению меланжевой природы. Главным отличительным признаком гравигенного происхождения служит слабая степень эпигенетических преобразований матрикса и линзообразные формы тел среди осадочных толщ флиша. Древние фронтальные олистостромы протягиваются вдоль складчато-надвигового пояса на сотни и тысячи километров.

Тыловые субдукционные олистостромы развиты менее широко. Для их формирования необходим достаточно крутой склон, который в тылу тектонических покровов обычно положе, чем во фронтальной зоне. Формирование

тылового оползневого комплекса происходит при наличии крупных ретронадвигов обратного падения и присутствия в стратиграфическом разрезе пластичных прослоев глин или солей.

Кроме классической субдукции, в геодинамике хорошо известен процесс квазисубдукции – поглощение субокеанической коры в задуговых бассейнах. При таком режиме перепады рельефа в 1-3 км достаточны для формирования мощного гравигенного комплекса. Отличие *квазисубдукционных* олистостром заключается в отсутствии в матриксе и олистолитах пород офиолитовой ассоциации. Пример тому – батияль Черного моря [10, 11].

Коллизионные олистостромы широко развиты в разных регионах от раннего палеозоя до настоящего времени. Они связаны со столкновением континентальных плит на заключительных этапах цикла Вильсона. Как следствие, тип микститов в них преимущественно субаэральный. Такие олистостромы образуются в краевых и тыловых прогибах. Они характерны в верхней пестроцветной континентальной молассе и в нижней сероцветной морской молассе. Литология микститов может быть разной и зависит от состава пород воздымающегося горного сооружения. Коллизионные олистостромы также подразделяются на фронтальные и менее крупные тыловые. Их дифференциация легко проводится по расположению в автохтоне коллизионной сутуры краевого прогиба и по положению тылового прогиба в автохтонах ретронадвигов обратного падения.

Нейтральные (экзотические) олистостромы выделены нами отдельно в связи с отсутствием их непосредственной связи с рельефом, сформированным эндогенными геодинамическими режимами по циклу Вильсона. К ним отнесены лахары и ледниковые олистостромы [9, 10 и др.].

Лахары образуются на склонах вулканов независимо от их происхождения (см. рис. 5). Пирокластический материал грязекаменных потоков имеет вулканогенно-осадочное происхождение, а его перемещение по склону обязано гравитационным процессам. От классических олистостром их отличает способ образования вулканокластического материала и локальная приуроченность к конкретной вулканической постройке.

Ледниковые микститы (морены) формируются при движении и таянии покровных и горных ледников. Хаотический характер их строения локально перемежается с элементами нормально-осадочного строения. Древние морены (*тиллиты*) также характеризуются всеми признаками, свойственными микститам. Они образуют псевдостратифицированные тела большой протяженности и толщины со специфическими признаками строения (следов абразивной обработки обломков и ложка комплекса; наличие эрратических валунов, отсутствие связи со склонами и др.).

В заключение рассмотрения олистостром отметим, что, различные их типы играют важную роль в строении верхней части земной коры. Составленная геодинамическая классификация включает практически все известные в мире виды современных и древних гравигенных микститов.

Классификация опасных и катастрофических волн по генезису имеет важное значение для понимания современных и древних геологических процессов.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ОСНОВНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ

В классификациях океанологов обычно отмечались ветровые, приливные, анемобарические, сейсмические, «корабельные» и другие волны. Ниже приведена более полная генетическая классификация опасных волн, которая ранее нами не публиковалась (рис. 7).

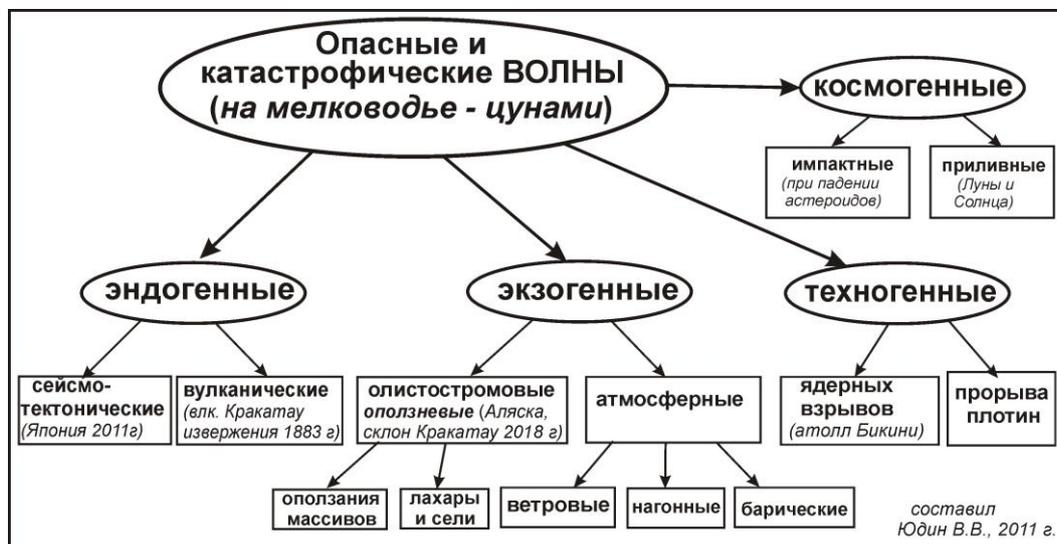


Рис. 7. Генетическая классификация волн

Отдельно выделены *космогенные* типы с достаточно прогнозируемыми *приливными* гравитационными волнами от Луны и Солнца. Совершенно непредсказуемыми являются *импактные* волны в результате падения в океан астероидов. Следы от таких катастроф могли сохраниться в разрезах древних осадочных пород.

Наиболее опасные волны *эндогенного* происхождения формируются при резких смещениях крыльев крупных подводных сейсмогенных разрывов, имеющих значительную вертикальную составляющую. При подходе к берегу такие волны образуют региональные, реже глобальные катастрофические цунами (рис. 7). То же касается цунами от крупнейших береговых и подводных вулканических извержений, которые фиксируются по всему Мировому океану. Пример тому – катастрофическое извержение влк. Кракатау в 1883 г.

Экзогенные волны связаны с гравитационными и атмосферными процессами. Самая высокая из известных волн образовалась в бухте Литуйя на Аляске. Там в 1958 г. в результате обвального оползня из-за землетрясения образовалась волна высотой до 500 м. Другой тип олистоостромового генезиса волн связан с вулканическими сейсмотолчками, приводящими к разрушению склонов прибрежных вулканов (рис. 7). Наиболее широко распространенные *атмосферные* волны, разделяемые на ветровые, нагонные и барические.

К особому типу отнесены *техногенные* волны, связанные с деятельностью человека. Наиболее опасные из них происходили и прогнозируются при ядерных

взрывах в океанах и при прорывах плотин крупных водохранилищ. К этой же группе можно отнести часто фигурирующие в литературе «корабельные» волны от движения на большой скорости крупных судов. Выделенные в классификации генетические типы опасных волн не исчерпывают весь спектр их происхождения. Каждый их типов может накладываться другой с увеличением их опасности. Этому же способствует пологая морфология дна берега, особенно в устьях рек и многие другие факторы.

ВЫВОДЫ

Предложенная в статье разработка важной научной проблемы – классификации основных геодинамических процессов и объектов Земли включает практически все известные типы современных и древних орогенов, магматизма, меланжей, олистостром, несогласий и катастрофических волн. Учитывая сложность и многообразие геодинамических процессов и созданных ими геологических объектов, разработанные автором классификации, могут быть уточнены и дополнены. Приведенные рисунки с иерархией геодинамических процессов и объектов рекомендуются для использования, профессиональным ученым, а также для обзорных лекций современного состояния науки студентам геологических и географических специальностей.

Автор выражает глубокую благодарность докторам геол.-мин. наук Д.Н. Ремизову, Ю.Г. Юровскому и многим другим коллегам за полезные дискуссии и замечания при создании классификаций и статьи.

Список литературы

1. Юдин В.В. Орогенез Севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург, УИФ “Наука”, 1994. 284 с.
2. Юдин В.В. Магматизм Крымско-Черноморского региона с позиций актуалистической геодинамики. // Мінеральні ресурси України, 2003, №3. Київ. УкрДГРІ. С. 18-21.
3. Юдин В.В. Геодинамическая классификация вулканизма Земли на основе актуалистической геодинамики. В кн.: Труды междунар. конф., Ч. 1. “Эффузивно-осадочный литогенез и рудогенез”. Крымское отд. УкрГГРИ, Симферополь, 2004. С. 118-124.
4. Юдин В.В. О понятиях геодинамика и экогеодинамика. // Геополитика и экогеодинамика регионов. Симферополь, 2005. Т. 1, вып. 1. Крымский НЦ НАНУ, ТНУ. Симферополь. С. 21-24.
5. Юдин В.В. Геодинамические и структурные критерии коренной алмазоносности в Украине // Мінеральні ресурси України, Київ, 2005, №2. С. 9-12
6. Юдин В.В. Алмазоносность Украины с позиций геодинамики. В кн.: Прогнозирование и поиски коренных и россыпных алмазных месторождений. М-лы 2-й Международной конф. Симферополь-Ялта, сентябрь 2004 г. Киев, УкрГГРИ, 2006. С. 227-234.
7. Юдин В.В. Геодинамика Черноморско-Каспийского региона (*Монография*). Киев, УкрГГРИ, 2008. 117 с.
8. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Монография. Симферополь, ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
9. Юдин В.В. Классификация олистостром. Труды Крымской Академии наук, Симферополь, 2012. С. 150-162
10. Юдин В.В. Надвиговые и хаотические комплексы. *Монография*. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2013. - 252 с., 34 рис., 180 библи. ISBN 978-617-648-185-0
11. Юдин В.В. Угловые несогласия в обнажениях Крыма и сейсмических разрывах // Збірник наукових праць УкрДГРІ, №4, Київ, 2013-а. С. 127-136.
12. Юдин В.В. Классификация меланжей / Труды Крымской Академии наук. Симферополь, 2014. С. 113-123.

GENETIC CLASSIFICATIONS OF GEODYNAMIC PROCESSES

Yudin V.V.

Crimean Academy of Sciences, Simferopol, Russia
E-mail: yudin_v_v@mail.ru

Classifying geodynamic processes and objects still remains one of the most important problems of modern theoretical geology. Numerous types of existing geodynamics classifications have been based on a number of criteria such as morphological, structural-tectonic and others.

In this paper seven clarified and complemented genetic classifications are described, that constitutes a synthesis of geological research that have been conducted by the author for more than 25 years period. Some of them were published earlier in articles and books of the author, which provide more detailed justifications for geodynamic classifications and distinguished categories of different ranks.

Short descriptions of the classifications proposed are shown below.

Actualistic geodynamic is divided into endogenous and exogenous geodynamics. In each of them, paleo- and neo- geodynamics, as well as specific engineering, seismic, ecological geodynamics, etc. are discriminated.

A genetic-evolutionary classification of orogens has been created. Two main classes are distinguished - divergent and convergent, as well as transform and exogenous. Each of these classes is divided into 2-3 types and a subtypes in accordance with modern orogens.

A genetic geodynamic classification of tectonic mélanges proposed by the author differs from earlier classifications that were developed on the basis of the structure morphology and composition of mixtites. The main convergent thrust, transform shear, and divergent fault mélanges are identified as categories of the tectonic mélanges. In turn, thrust mélanges are divided into sutural, frontal and rear ones, each of which has 2-3 lithological subtypes.

Previously in the geological literature, many types of unconformities were described and their classification was mainly based on morphological features. The author of the article has compiled a genetic-geodynamic classification of unconformities, which includes almost all previously identified types. Among them, three main types (angular, parallel, and marginal) are distinguished, each of which has 2-3 subtypes and categories of lower ranks.

Classifications of magmatism are well developed on the basis of morphological and petrologic-geochemical characteristics. However, there has not been yet any classification based on origin of magmatism in the terms of actualistic geodynamics concept. Taking into consideration position of the foci of modern Earth's magmatism in various geodynamic settings, a complete genetic classification that reflects all known modern and ancient displays of magmatic processes has been compiled. Thus, magmatism is divided into divergent and convergent, plumeogenic and cosmogenic. The first two categories are divided into types and subtypes according to the Wilson cycle.

Existing classifications of olistostromes (gravitational exogenous-tectonic mixtites) based on such criteria as internal structure, lithological composition, and others are seem to be insufficiently developed. The article presents a genetic classification of olistostromes in

the terms of the actualistic geodynamics and the Wilson cycles. Divergent, convergent and neutral types are distinguished, each of which has 2-3 subtypes and more categories of lower ranks.

A genetic classification of dangerous and catastrophic waves is represented in the paper. Amongst the waves endogenous, exogenous, cosmogenic and technogenic waves are recognized. These four categories are divided into 2-3 types and 2-3 subtypes.

Taking into account the complexity and diversity of geodynamic processes and the geological objects created by them, the classifications presented in the paper may need further clarification and elaboration. The drawings with a hierarchy of geodynamic processes and objects are recommended for use by professional scientists, as well as by students of geological and geographical specialties.

Перевод А. Б. Паннелл

References

1. Yudin V.V. Orogenez Severa Urala i Paj-Hoja [Orogenesis the North Ural and Pay-Khoj]. Ekaterinburg, UIF "Nauka", 1994, 284 p. (in Russia).
2. Yudin V.V. Magmatizm Krymsko-Chernomorskogo regiona s pozicij aktualisticheskoy geodinamiki. Mineral'ni resursi Ukraïni, 2003, no 3, Kiïv. UkrDGRI, pp. 18-21 (in Russia).
3. Yudin V.V. Geodinamicheskaja klassifikacija vulkanizma Zemli na osnove aktualisticheskoy geodinamiki. V kn.: Trudy mezhdunar. konf., Ch. 1. "Jeffuzivno-osadochnyj litogenez i rudogenez". Krymskoe otd. UkrGGRI, Simferopol', 2004, pp. 118-124 (in Russia).
4. Yudin V.V. O ponjatijah geodinamika i jekogeodinamika regionov. Geopolitika i jekogeodinamika regionov. Simferopol', 2005. T. 1, vyp. 1. Krymskij NC NANU, TNU. Simferopol', pp. 21-24 (in Russia).
5. Yudin V.V. Geodinamicheskie i strukturnye kriterii korennoj almazonosnosti v Ukraine. Mineral'ni resursi Ukraïni, Kiïv, 2005, no 2, pp. 9-12 (in Russia).
6. Yudin V.V. Almazonosnost' Ukrainy s pozicij geodinamiki. V kn.: Prognozirovanie i poiski korennyh i rossypnyh almaznyh mestorozhdenij. M-ly 2-j Mezhdunarodnoj konf. Simferopol'-Jalta, sentjabr' 2004 g. Kiev, UkrGGRI, 2006, pp. 227-234 (in Russia).
7. Yudin V.V. Geodinamika Chernomorsko-Kaspijskogo regiona [Geodynamics of the Black Sea- Caspian Sea region]: Monogr. Kiev, UkrGGRI, 2008, 117 p. (in Russia).
8. Yudin V.V. Geodinamika Kryma. Monografija. Simferopol', DIAJPI, 2011, 336 p. (in Russia).
9. Yudin V.V. Klassifikacija olistostrom. Trudy Krymskoj Akademii nauk, Simferopol', 2012, pp. 150-162.
10. Yudin V.V. Nadvigovye i haoticheskie komplekсы [Tthrust structures and mixtites]: Monogr. Simferopol': IT «ARIAL», 2013, 252 p. (in Russia).
11. Yudin V.V. Uglovye nesoglasija v obnazhenijah Kryma i sejsmicheskikh razrezah. Zbirnik naukovih prac' UkrDGRI, №4, Kiïv, 2013, pp. 127-136 (in Russia).
12. Yudin V.V. Klassifikacija melanzhej. Trudy Krymskoj Akademii nauk. Simferopol', 2014, pp. 113-123 (in Russia).

Поступила в редакцию 13.10.2019

РАЗДЕЛ 7. ГЕОИНФОРМАТИКА

УДК 624.131.1(470.53)

ПРИНЦИПЫ ФОМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО – ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Красильников П.А.

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», ул.
Букирева, д.15, г. Пермь, Российская Федерация
E-mail chisp07@gmail.com*

Одной из проблем инженерно-геологического обеспечения проектной деятельности является то, что результаты выполненных инженерно-геологических исследований зачастую хранятся и передаются проектировщикам в бумажном или в цифровом виде, но в форме отдельных электронных отчетов, это затрудняет синтез и анализ имеющихся данных. Поэтому создание базы данных инженерно-геологических условий территории является необходимостью, позволяющей на более высоком уровне осуществлять обработку данных и принимать обоснованные проектные решения. В статье рассматриваются принципы создания и ведения базы данных инженерно-геологических условий. Обсуждаются технологические проблемы хранения и обработки информации. Предлагается создание баз данных инженерно-геологической информации месторождений полезных ископаемых на основе двух подсистем: реляционная (Oracle, SQL Server и др.) и геоинформационная (ArcGIS, Q ГИС и др.). В этом случае, пространственные данные хранимые в виде связанных таблиц, смогут содержать разворачиваемую информацию о глубинном строении на плане, а геоинформационные системы опирающиеся на эту базу данных, визуализируют и обеспечат инструментами для обработки и анализа имеющихся данных.

Ключевые слова: база данных, инженерно-геологическая информация, геоинформационные системы, месторождения полезных ископаемых.

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная геология месторождений полезных ископаемых, как наука, зародилась в 70-е годы 20 века. Так, в Ленинградском горном институте вопросы инженерной геологии месторождений полезных ископаемых много лет рассматривались в виде самостоятельных тем в курсе специальной инженерной геологии, а начиная с 1973/74 учебного года в учебный план была введена новая дисциплина «Инженерная геология месторождений полезных ископаемых».

В.Д. Ломтадзе в своей монографии «Инженерная геология МПИ» определил главную задачу этой предметной области как изучение и оценка геологических условий функционирования системы горная выработка – геологическая среда, получение необходимых данных для проектирования строительства и эксплуатации шахт и карьеров. Соответственно, для решения этой задачи необходимо детально изучить два фактора: геологическую среду и горнотехнические условия разработки месторождения, т. е. технологию отработки, размеры горных выработок, скорость и

способы их проходки и т.д.

Непосредственное изучение инженерно-геологических условий территории месторождений возможно только после того, как они обнаружены и поставлены на баланс, то есть на этапах: оценки, разведки и эксплуатационной разведки. Именно на этих этапах, согласно «Положения о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые) Москва 1999», инженерно-геологические изыскания являются обязательным компонентом геологоразведочных работ – частью дальнейшей геологоразведки месторождения с целью его дальнейшего освоения. Именно из-за этого, изучение инженерно-геологических условий территории месторождения осуществляется в период наличия большого объема информации о геологическом строении и соответствует стадии геологоразведочных работ.

Основной целью изучения инженерно-геологических условий месторождения при геологоразведочных работах является получение информации, необходимой для обоснованного выбора способа вскрытия и разработки месторождения в объеме, достаточном для составления проекта разработки месторождения. Исходя из этого, основное внимание уделяется физико-механическим свойствам пород. Их изучением теперь занимаются не только инженер-геологи, но и другие специалисты: маркшейдеры, горные инженеры, технологи-разработчики, шахтостроители, механики и другие специалисты самых различных организаций. Однако, для них это «готовый материал», с которым необходимо работать, не принимая во внимание их генетические и петрографические характеристики, геологическую неоднородность пласта, т. е. не в должном инженерно-геологическом плане [1]. При этом, остальные аспекты инженерно-геологического строения территории, чаще всего, изучаются недостаточно полно. Зачастую плохо изучаются породы, слагающие вскрышу месторождения, ослабленные зоны полезной толщи, степень трещиноватости горных пород, наличие карстовых форм и других структурно-петрографических и структурно-тектонических особенностей. Кроме того, при проведении геологоразведочных работ не уделяется внимания изучению напряженного состояния горных пород, особенно чрезмерных напряжений.

Отдельно хотелось бы отметить, что задачи прогноза изменения инженерно-геологических условий в результате отработки полезного ископаемого не решаются при геологоразведочных работах и составлении проекта разработки месторождений, а они могут существенно измениться в результате хозяйственной деятельности человека и привести к негативным последствиям. К примеру, активизации экзогенных геологических процессов. Особенно это актуально, когда добыча полезного ископаемого ведется или велась подземным способом на активно освоенной территории.

Очевидно, что решение перечисленных выше инженерно-геологических задач возможно при условии наличия качественной информации, хорошо структурированной и удобной для обработки и анализа.

В последние годы уже ни у кого не вызывает сомнения утверждение о том, что информация является одним из самых ценных ресурсов. Отсутствие оперативной, достоверной и полной информации об инженерно-геологической среде, зачастую

может привести к возникновению аварийных ситуаций. Все больше и больше исследователей приходит к тому, что создание и ведение баз данных в области геологии и инженерной геологии является необходимым условием оперативного и обоснованного принятия решений. Поэтому *целью работы* ставилось – разработка принципов и выбор технологии формирования баз данных инженерно-геологической информации и поиск оптимального программного продукта.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одной из проблем инженерно-геологического обеспечения проектной деятельности является то, что результаты выполненных инженерно-геологических исследований зачастую хранятся и передаются проектировщикам в бумажном или в цифровом виде, но в форме отдельных электронных отчетов, что существенно затрудняет работы с этой информацией. Поэтому создание базы данных инженерно-геологических условий территории является не «блажью» отдельных инженер-геологов, а необходимостью, позволяющей на более высоком уровне осуществлять обработку данных и принимать обоснованные проектные решения.

Процедура формирования такой базы данных должна представлять собой последовательный синтез, упорядоченных во времени геологоразведочных работ. Кроме того, после их выполнения такая база данных должна стать «исходными данными» для персонала, осуществляющего добычу полезного ископаемого, а также использоваться для прогнозирования изменения инженерно-геологических условий в результате ведения добычных работ. Поэтому объединение информации необходимо осуществлять на базе программных продуктов, использующих цифровые стандарты, позволяющие с минимальными трудозатратами осуществлять импорт/экспорт данных в программы, используемые специалистами разных служб: геологи, маркшейдеры, проектировщики и др.

По своему характеру такая база данных должна быть всесторонней и включать всю имеющуюся горно-геологическую информацию, полученную на разных стадиях геологоразведочных работ. Тогда база данных позволит решать широкий класс различных задач. На основании этого очевидно преимущество использования принципа централизованной архитектуры. Для него является характерным наличие единой базы данных и удаленного интерактивного режима работы с ней из любого объекта сети, то есть база данных разворачивается на центральном сервере, а всем заинтересованным лицам раздается доступ, ограниченный потребностями клиентских мест.

Использование этого принципа дает возможность работать с базой данной в режиме реального времени нескольким специалистам: геологам, маркшедерам, гидрогеологам и другим, что позволяет в любой момент получать только актуальную информацию, исключает возможность двойного ввода и позволяет осуществлять дополнительный контроль вводимой информации от всех пользователей.

Для реализации этих требований особое внимание следует уделить используемому программному обеспечению, на базе которого создается и ведется база данных.

Одним из возможных программных средств, способных справиться с решением поставленных задач могут стать геоинформационные системы. Необходимость и возможность использования геоинформационных систем для решения инженерно-геологических задач была раскрыта в докторской диссертации С.В. Козловского. Он разработал концепцию и обосновал принципы и методологию создания ГИС в инженерной геологии и показал, что географические информационные системы являются наиболее эффективным способом обработки больших объемов инженерно-геологической информации, а использование ГИС в производственном процессе обеспечивает оптимальный уровень получения и использования материалов изыскания при выборе методов управления информационным и интеллектуальным потенциалом [2,3].

В работе [4] приводятся результаты создания геоинформационной системы содержащей географические и геологические карты мира и России, карты инженерно-геологических структур Земли, совмещающая которые получают инженерно-геологическое районирование территории на четырех масштабных уровнях. Кроме того, содержится информация о сооружениях различного назначения: мосты, плотины, тоннели и др. Реляционные таблицы тематических слоев хранят данные о составе и свойствах пород, геологических процессах и т.п.

Зарубежные авторы тоже признают эффективность использования геоинформационных систем для создания геолого- картографических баз данных и эффективность инструментальных возможностей ГИС [5,6].

Однако, геоинформационные системы идеально подходят для решения «плоскостных» пространственных задач и подготовки картографического материала, но плохо приспособлены для отрисовки разрезов и моделирования глубинной изменчивости территории, а инженерно-геологическая толща представляет собой сложную геосистему, состоящую из линз, слоев, прослоев, меняющих свою структуру и фракционный и минеральный составы не только по вертикали, но и по латерали, представляя собой сложные трехмерные инженерно-геологические элементы. Структура классических ГИС позволяет хранить информацию по принципу «одна строка – одна запись – один объект на карте», что неприменимо для работы в трехмерном пространстве.

ВОЗМОЖНЫЙ ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Решение этой проблемы, автор видит в создании реляционной ГИС, в которой могут быть реализованы связи по принципу «один-ко многим», «многие-ко многим». Однако, классические, настольные ГИС, пока не могут реализовать эту связь. Поэтому, наиболее оптимальным, в этом случае, является вариант хранения пространственной информации в виде связанных таблиц (реляционные базы данных), интерактивно связанной с геоинформационными системами. Эта динамическая связь позволяет хранить и оперативно добавлять информацию о геологической толще в любом карто- или графознаке на плане и качественно визуализировать имеющуюся информацию, а также использовать все инструментальные возможности ГИС-систем для обработки и анализа имеющихся данных.

Автор в работах других исследований, иногда сталкивается с подменой понятий. В некоторых работах под реляционной базой данных понимается реляционная (атрибутивная) таблица ГИС. Однако, реляционная таблица ГИС и реляционная база данных это принципиально разные понятия.

Реляционная (атрибутивная) таблица ГИС это одна таблица интерактивно связанная с геометрическими объектами визуализируемыми в видовом окне.

Реляционная база данных это множество взаимосвязанных таблиц. В каждой таблице могут быть прописаны ограничения и реализованы различные взаимоотношения между таблицами. Существует возможность осуществлять различного рода запросы, которые подбирают необходимые данные, взятые из одной или множества таблиц. Результирующая таблица формируется из множества путем их объединения. Чаще всего для объединения используются одни и те же столбцы, которые определяют отношения между таблицами. Очевидно, что использование реляционной базы данных для хранения инженерно-геологической информации позволяет осуществлять накопление и структурирование детальной информации о геологической толще в точке или полигоне на плане.

Управление такими банками информации происходит через специальные программные решения, называемые – реляционные системы управления базами данных. Наиболее известные программные продукты: Oracle, SQL Server, MySQL, Sybase, DB2, TeraData и др.

Использование же только реляционной базы данных тоже имеет ряд ограничений и неудобств. Так, в таблице удобно хранить информацию для дискретных объектов, но невозможно для полигонов и полилиний. Таким объектами могут стать: тектонические разломы, участки развития различных экзогенных процессов и другие характеристики инженерно-геологических условий территории. В этом случае, в ГИС можно и необходимо хранить информацию характерную для полигональных и линейных объектов, характеризующих топографическую и инженерное геологическую ситуацию территории исследования.

В работе [7] затрагивает технические сложности формирования и управления банков инженерно-геологической информации, создаваемых на основе геологических фондов. Основной вывод, к которому пришли авторы – необходимость динамической связи между базой данных и картографическим моделями. В работах [8, 9, 10] авторы показывают всю мощь геоинформационных систем для синтеза инженерно-геологических данных в пределах крупных промышленных агломераций.

Таким образом, наиболее разумным является создание и ведение реляционной базы данных, интерактивно связанной с геоинформационными системами. Эта связь позволит качественно визуализировать имеющуюся информацию и использовать всю инструментальную мощь ГИС-систем для обработки и анализа имеющихся данных

Таким образом, технологически, база данных инженерно-геологической информации должна состоят из двух подсистем: реляционной и геоинформационной (рис.1.).



Рис.1. Концептуальная модель ввода, хранения, анализа и вывода данных на основе предлагаемой связи «реляционная база данных – ГИС»

Для работы с пространственной информацией, одним из важных моментов, позволяющих на высоком уровне устанавливать пространственно-временные закономерности и проводить расчеты, является наличие единой пространственной подосновы. Хранение информации в единой системе координат позволит проводить оверлейный анализ (анализ наложения) разных типов данных, полученных из разных источников.

Проведя всесторонний анализ по проблеме исследования, автором были выделены и предлагаются следующие принципы создания базы данных инженерно-геологической информации месторождений полезных ископаемых.

1. **Принцип взаимосвязанности информации.** База данных должна состоять из трех взаимосвязанных блоков: реляционный, представленный в виде связанных таблиц, картографический (визуализация картируемых объектов), инструментальный (совокупность аналитических инструментов для выполнения различного рода расчетов и оверлейных операций).

2. **Принцип полноты информации.** База данных инженерно-геологической информации должна быть частью горно-геологической системы предприятия и содержать все имеющиеся данные о месторождении, представленных в двухмерном и трехмерном видах.

3. **Принцип общей топосновы.** Данные необходимо хранить в единой системе координат. Это позволит проводить оверлейные операции с данными, полученными из разных источников.

4. **Принцип обменных форматов.** Импорт/экспорт данных должен осуществляться в широко известные и необходимые для инженер-геолога программы. Это позволит использовать информацию не в каком-то одном

программном продукте, а даст возможность специалисту использовать те программные комплексы, которыми он владеет.

5. Фактографический принцип. Информация, накапливаемая в банке данных должна являться банком фактических данных, полученных в ходе выполнения изысканий. Это позволит любому специалисту переосмыслить данные с использованием новых методов и технологий, т.е. решать задачи в зависимости от текущих реалий.

6. Принцип централизованной архитектуры. Информация должна храниться на централизованном сервере, к которому имеется одновременный доступ для разных специалистов.

Использование этих принципов актуально не только для создания базы данных вновь разведываемых месторождений, но и для тех, разведка которых была проведена в предыдущие годы, а в настоящее время ведется их разработка.

Для таких месторождений становится актуально создание базы данных на основе фондовой информации, при работе с которой возникают трудности, которые необходимо учитывать. К примеру, в работе [7] авторы указали на следующие проблемы, возникающие при использовании архивных материалов:

- Прямой контакт с авторами отчета невозможен и все ошибки – неточности, возникающие при работе с информацией, невозможно уточнить и проверить. Возникает субъективность в обработке данных.

- Часть архивной информации представлена в рукописной форме, что затрудняет ее использование в расчетах.

- За прошедшие годы терминология и геологические представления изменились, поэтому становится трудно объединять данные.

- По разным причинам возникают трудности при определении координат скважин.

- Некоторая информация, хранящаяся в геологических фондах, физически устаревает (свойства пород меняются, формируются новые типы грунтов, происходит изменения процессов). Это наиболее актуально для городских агломераций и промышленных территорий.

Очевидно, что для небольших месторождений общераспространенных полезных ископаемых, разработка которых уже ведется и не будет длиться десятилетия, создание такой базы данных не даст существенного экономического эффекта, но для крупных месторождений, таких как Верхнекамское месторождение калийных солей, создание горно-геологической информационной системы, существенно облегчает принятие обоснованных управленческих решений, поэтому такие работы активно ведутся последние десятилетия.

К примеру, крупные недропользователи участков недр Верхнекамского месторождения калийных солей ведут такие базы на основе, разработанного программного модуля «Геоконструктор» [10]. В этом программном модуле реализована взаимосвязь между реляционной базой данных и геологическими построениями, осуществляемые средствами ГИС и другими популярными продуктами.

Программное обеспечение было разработано в среде Visual Studio на основе

PCСУБД MS SQL Server и представляет собой реляционную базу данных и группу автоматизированных рабочих мест, работающих по принципу корпоративного серверного ресурса под управление операционной системы Windows. Реляционная база данных не ограничена количеством записей в таблицах базы данных. Установлена взаимосвязь с офисными приложениями, такими как Excel, Word, Visio, а также с ГИС-системой фирмы Esri – (ArcGis) . Это значительно упрощается процедуру импорт и экспорта данных в другие программные средства. Можно адаптировать программное обеспечение для доступа к данным через Интернет, что позволит вам масштабировать систему до любого желаемого уровня.

Программный модуль направлен на автоматизацию следующих построений:

1. Геологические и инженерно-геологические колонки скважин, удовлетворяющих нормативной документации.

2. Геологические разрезы по группе выбранных скважин или произвольной линии, проведенной в графическом интерфейсе программы.

3. Изолинии по различным количественным показателям, такие как мощность, глубина, содержание элементов в пределах интересующего нас слоя.

4. Расчет средневзвешенного содержания компонента по результатам химических анализов в отобранных пробах.

При построении геологического столбца можно выбрать группу данных, отображаемых в колонке: литологический и химический составы, показатели физико-механических свойств грунта, фотоматериал пробуренных пород. Кроме того, реализованы дополнительные фильтры используемые при автоматическом построении:

- Выбор интервала глубин, в пределах которого осуществлять построения
- Отображать или скрывать отметки кровли и подошвы слоев при построении колонок и разрезов
- Использовать линий соединяющие элементы геологической колонки с отдельной таблицей содержащей описание элемента (рис. 2)
 - вертикальный масштаб построений
 - шаг шкалы глубины.

При построении разреза необходимо указать вертикальный и горизонтальный масштабы. При штриховке пластов учитываются смена вещественного состава и выклинивание. Дополнительными параметрами можно регулировать наполнение чертежа разреза.

При генерации разреза в качестве базового масштаба страницы выбирается вертикальный масштаб. Проводится автоматическая штриховка пластов по заданной породе, при указании разных пород в скважинах по одному и тому же пласту создается граница смены минерального состава. При отсутствии части пластов по одной из колонок строятся расчетные границы выклинивания (рис. 3).

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ...

Скважина № 9701 (СКРУ-1)
 Абсолютная отметка устья скважины: -215.7 м
 Координаты устья скважины: X (З-В): 28712.44, Y (С-Ю): 40030.72
 Глубина бурения: 4.67 м
 2017 г.

Масштаб 1:100

Наименование пластов	Литологическая колонка скважины	Наименование слоев	Мощность, м	Абс. отметка, м	КД, %	№СД, %	МгД, %	Н.О., %	CaSO ₄ , %	Вр, %
КрI-КрII	+	корж 2	0.25	-215.70	1.10	89.90	0.41	5.20	2.49	0.04
		корж 1	0.21	-215.95	5.70	69.50	0.62	17.00	6.30	0.06
КрII	X	сл. 1	1.06	-216.16	29.30	63.90	0.27	3.50	2.40	0.07
		сл. 2	0.30	-217.22	8.60	85.70	0.32	2.30	2.22	0.04
		сл. 3	1.02	-217.52	30.10	66.80	0.19	0.54	1.91	0.07
		сл. 4	0.28	-218.54	10.00	85.00	0.20	2.20	2.19	0.04
		сл. 5	0.54	-218.82	35.80	61.10	0.21	0.99	1.53	0.07
КрII	+	сл. 6	0.17	-219.36	13.40	81.60	0.16	2.60	1.79	0.04
		сл. 7	0.84	-219.53	25.70	71.40	0.15	0.82	1.70	0.06

Условные обозначения:
 каменная соль
 сивинит красный

Рис. 2. Автоматическое построение колонки с использованием смарт-линий

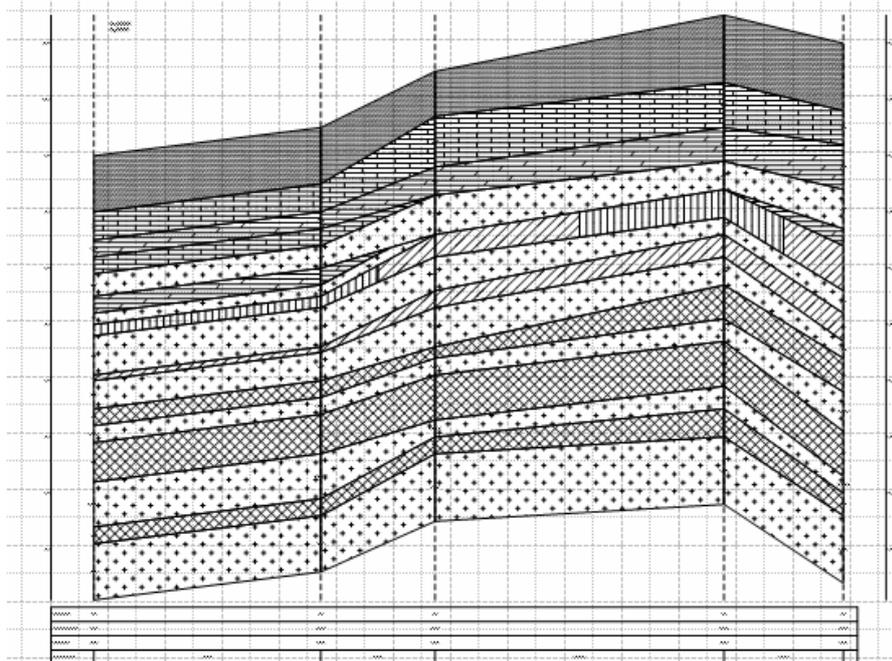


Рис. 3. Пример автоматического построения разреза

Одним из преимуществ предлагаемого решения является то, что на основе создаваемой базы данных в системе возможно написание различных расчетных модулей, которые в качестве исходных данных будут использовать хранимую в базе информацию. К примеру, в настоящее время реализованы расчеты околоскважинных целиков (расчет минимально допустимой мощности ВЗТ), расчет степени нагружения междукамерных целиков и нарастания оседаний земной поверхности, расчет целиков под объекты на земной поверхности.

На основании этих расчетов строятся прогнозные карты оседаний, выделяются зоны затопления и подтопления территории, определяются наземные объекты, находящиеся в зоне риска возникновения чрезвычайных ситуаций, на основе которых ведется разработка плана мер охраны.

ВЫВОДЫ

Создание и ведение базы данных инженерно-геологической информации на основе двух взаимосвязанных подсистем: реляционная и ГИС, позволит хранить и анализировать информацию в трехмерном пространстве, что соответствует принципам организации природной системы.

В этом случае, реляционные базы данных будут являться хранилищем и источником актуальной и полной информации о геологической среде, а геоинформационные системы – инструментальной базой, позволяющей не только геостатистически обрабатывать большие объемы пространственных данных, но и визуализировать их в 3D виде. Кроме того, уже не вызывает сомнения утверждение о том, что подготовка результирующего картографического материала в ГИС-системах очень удобна и может обеспечить соответствие всем требованиям, предъявляемым к цифровому картографическому материалу.

Создание таких ГИС, связанных и опирающихся на реляционные базы данных, являются аналогом ВМ – технологий применительно для моделирования состояния грунтового массива. Такие информационные модели территории необходимо вести на весь период разработки месторождений, и даже после его рекультивации, что позволит в любой момент времени получить качественную информацию о состоянии горных пород на осваиваемой территории.

Таким образом, создание таких баз данных обеспечивает целостный подход к изучению инженерно-геологических условий территории. На основе созданных моделей в полуавтоматическом режиме могут формироваться разрезы, планы, комплексные прогнозные карты, с возможностью их корректировки на всех этапах освоения месторождения.

Внедрение ГИС-моделирования позволит использовать в камеральной обработке инженерно-геологических данных комплексы неформальных методов геологического анализа, и реализовать комплексные методологических и математических подходы.

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДАНЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ...

Список литературы

1. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых. Учебник для вузов. Л.: Недра, 1986. 272 с.
2. Козловский С.В. Теория и практика создания геоинформационной системы в инженерной геологии. Автореф. Дисс. д-ра геол.-мин. наук. М. 2010. 48 с.
3. Козловский С.В. Принципиальная структура геоинформационной системы для решения задач инженерно-геологических изысканий // Инженерные изыскания, ОАО «ПНИИИС». М., 2010. № 5. С. 12–16
4. Аверкина Т.И., Правикова Н.В. О создании ГИС "Мировой опыт изысканий и строительства в пределах различных типов инженерно-геологических структур" // Инженерная геология. 2014. № 2. С. 64-68.
5. The concept of a geographic information system for the identification of degraded urban areas as a part of the land administration system - A Polish case study / Zysk, E., Dawidowicz, A., Żróbek, S., Żróbek, R. // Cities. 2020. Vol. 96. N102423
6. Integrating Remotely Sensed and GIS Data for the Detailed Geological Mapping in Semi-Arid Regions: Case of Youks les Bains Area, Tebessa Province, NE Algeria / Tamani, F., Hadji, R., Hamad, A., Named, Y. // Geotechnical and Geological Engineering. 2019. Vol.37(4). pp. 2903-2913
7. Мионов О. К., Викторов А. А., Фесель К. И. О проблемах ведения баз данных фондовой информации // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2011. №5. С. 455-464.
8. Систематизация материалов инженерно-геологических изысканий на основе ГИС-технологий / Пьянков С.В., Осовецкий Б.М., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г. // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-2. С. 353-356.
9. Коноплев А.В., Копылов И.С., Красильников П.А., Кустов И.В. Геоинформационное обеспечение системы инженерно-геологической и геоэкологической безопасности города Перми: Сб. науч. труд. «Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края». Пермь. 2014.
10. Разработка принципов и создание единой геоинформационной системы геологической среды г. Перми (инженерная геология и геоэкология) / Коноплев А. В. , Копылов И. С. , Пьянков С. В. , Наумов В. А., Ибламинов Р. Г. // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 632.
11. Khronusov, V.V., Barskiy, M.G., Krasilnikov, P.A. Engineering geology software database for urban areas (Conference Paper) // 18th International Multidisciplinary Scientific Geoconference, Albena; Bulgaria; 2 July 2018 до 8 July 2018, SGEM 2018; Vol. 18. Issue 2.2. pp. 163-170

PRINCIPLES OF CREATION AND MODELLING ENGINEERING GEOLOGY DATABASE OF MINERAL DEPOSITS

Krasilnikov P.A.

*Perm State University, bld. 15, Bukireva str., 614000, Perm, Russia
E-mail chisp07@gmail.com*

The main purpose of studying the engineering and geological conditions of the field during exploration is to obtain the information necessary for a reasonable choice of the method of opening and developing the field in an amount sufficient to draw up a project for the development of the field. Obviously, the solution of the geotechnical problems listed above is possible subject to the availability of high-quality information, well-structured and convenient for processing and analysis. The lack of operational, reliable and complete information about the geotechnical environment can often lead to emergencies. One of the problems of engineering and geological support for project

activities is that the results of studies are often stored and transmitted to designers in paper or digital form, but in the form of separate electronic reports, this complicates the synthesis and analysis of available data. Therefore, the creation of a database of engineering and geological conditions of the territory is a necessity, allowing at a higher level to process data and make informed design decisions. More and more researchers come to the conclusion that the creation and maintenance of databases in the field of geology and engineering geology is a prerequisite for prompt and informed decision-making. The article discusses the principles of creating and maintaining a database of engineering and geological conditions. Technological problems of information storage and processing are discussed. One of the possible software tools that can cope with the solution of tasks can be geographic information systems, which are an excellent tool for the synthesis, storage and processing of heterogeneous spatially oriented geological and cartographic information. However, geographic information systems are ideally suited for solving "planar" spatial problems and preparing cartographic material, but are poorly suited for rendering sections and modeling the depth variability of the territory, and the engineering-geological stratum is a complex geosystem consisting of lenses, layers, interlayers that change their structure and fractional and mineral compositions not only vertically, but also laterally, representing complex three-dimensional engineering-geological elements. The structure of classical GIS allows you to store information on the principle of "one line - one record - one object on the map", which is not applicable for work in three-dimensional space. The author sees a possible solution to the problem in creating a relational GIS in which one-to-many, many-to-many relationships can be implemented. However, classic desktop GISs cannot yet realize this connection. Therefore, the most optimal, in this case, is the option of storing spatial information in the form of linked tables (relational databases) that are interactively associated with geographic information systems. This dynamic connection allows you to store and quickly add information about the geological sequence in any map or graph sign on the plan and to qualitatively visualize the available information, as well as use all the instrumental capabilities of GIS systems for processing and analysis of available data. A relational database is not a relational (attribute) GIS table, but full-featured information resources created on the basis of Oracle, SQL Server, and other software products. Thus, the structure of an information database should consist of two subsystems: relational and geoinformation.

In this case, the relational data subsystem will be the repository and source of relevant and complete information about the geological environment, and geographic information systems will be the instrumental base that allows not only geostatistically processing large volumes of spatial data, but also visualizing them in 3D.

The creation of such GIS, connected and based on relational databases, is an analogue of BIM - technologies for modeling the state of the soil mass. Such informational models of the territory must be maintained for the entire period of field development, and even after its restoration, which will allow to obtain high-quality information on the condition of rocks in the developed territory at any time.

The creation of such information resources provides a holistic approach to the study of geotechnical conditions in the territory. On the basis of the created models in a semi-

automatic mode, sections, plans, integrated forecast maps can be formed, with the possibility of their correction at all stages of field development.

Keywords: database, engineering-geological information, geographic information systems, mineral deposits

References

1. Lomtadze V.D. Inzhenernaja geologija mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. Uchebnik dlja vuzov. L.: Nedra, 1986, 272 p. (in Russian).
2. Avtoreferat dissertacii doktora geologo-mineralogicheskikh nauk S.V. Kozlovskogo «Teorija i praktika sozdanija geoinformacionnoj sistemy v inzhenernoj geologii», 2010 (in Russian).
3. Kozlovskij S.V. Principial'naja struktura geoinformacionnoj sistemy dlja reshenija zadach inzhenernogeologicheskikh izyskanij. Inzhenernye izyskanija, OAO «PNIIS». M., 2010, no 5, pp. 12–16. (in Russian).
4. Averkina T.I., Pravikova N.V. O sozdanii GIS "Mirovoj opyt izyskanij i stroitel'stva v predelakh razlichnyh tipov inzhenerno-geologicheskikh struktur". Inzhenernaja geologija, 2014, no 2, pp. 64-68 (in Russian).
5. The concept of a geographic information system for the identification of degraded urban areas as a part of the land administration system - A Polish case study / Zysk, E., Dawidowicz, A., Żróbek, S., Żróbek, R. Cities, 2020, Vol. 96. N102423
6. Integrating Remotely Sensed and GIS Data for the Detailed Geological Mapping in Semi-Arid Regions: Case of Youks les Bains Area, Tebessa Province, NE Algeria / Tamani, F., Hadji, R., Hamad, A., Hamed, Y. Geotechnical and Geological Engineering, 2019, Vol. 37(4), pp 2903-2913
7. Mironov O. K., Viktorov A. A., Fesel' K. I. O problemah vedenija baz dannyh fondovoj informacii. Geojekologija. Inzhenernaja geologija. Hidrogeologija. Geokriologija, 2011, no5, pp.455-464 (in Russian).
8. Sistematizacija materialov inzhenerno-geologicheskikh izyskanij na osnove GIS-tehnologij / P'jankov S.V., Osoveckij B.M., Konoplev A.V., Iblaminov R.G. Fundamental'nye issledovanija, 2014, no 11-2, pp. 353-356 (in Russian).
9. Konoplev A.V., Kopylov I.S., Krasil'nikov P.A., Kustov I.V. Geoinformacionnoe obespechenie sistemy inzhenerno-geologicheskij i geojekologicheskij bezopasnosti goroda Permi: Sb.nauch. trud. «Geoinformacionnoe obespechenie prostranstvennogo razvitija Permskogo kraja», Perm', 2014. (in Russian).
10. Razrabotka principov i sozdanie edinoj geoinformacionnoj sistemy geologicheskij sredy g. Permi (inzhenernaja geologija i geojekologija) / Konoplev A. V. , Kopylov I. S. , P'jankov S. V. , Naumov V. A., Iblaminov R. G. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2012, no 6, pp. 632 (in Russian).
11. Khronusov, V.V., Barskiy, M.G., Krasilnikov, P.A. Engineering geology software database for urban areas (Conference Paper). 18th International Multidisciplinary Scientific Geoconference, Albena; Bulgaria; 2 July 2018 do 8 July 2018, SGEM 2018; Vol. 18, Issue 2.2, pp. 163-170 (in Russian).

Поступила в редакцию 15.10.2019

УДК 338: 631

**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ УСЛУГИ КАК ФАКТОР
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ КУРОРТНО-
РЕКРЕАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕГИОНА**

Оборин М.С.

*Пермский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», 614070, г. Пермь, ул. бульвар Гагарина, 57;
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15;
ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет им. ак. Д.Н. Прянишникова»; 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23
ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет», 354000, г. Сочи, ул. Советская, 26-а
E-mail: recreachin@rambler.ru*

В статье рассматриваются проблемы применения информационно-аналитических услуг в целях повышения эффективности планирования развития регионов с курортно-рекреационным потенциалом. Геоинформационные системы в настоящее время введены в полную эксплуатацию не во всех субъектах Российской Федерации. При этом, такие системы способствуют развитию туризма в регионах вследствие своей универсальности в направлении исследования рельефа и ландшафтов, которые играют большую роль в курортной специализации территорий страны. Совершенствование информационно-аналитического обеспечения процессов природопользования, разработки и эксплуатации природных лечебных ресурсов позволяет специалистам в области туризма наблюдать за изменениями текущей ситуации в регионе в реальном времени. Предложена модель эффективного информационно-аналитического сопровождения планирования развития и сохранения курортно-рекреационных систем региона.

Ключевые слова: информационно-аналитические услуги, геоинформационная система, курортно-рекреационная система, рельеф, ландшафт, минеральные воды, модель.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегии развития регионов с курортно-рекреационной специализацией являются долгосрочным планом, имеющим цели, задачи и показатели эффективности. Оценка выполнения программных действий невозможна без качественного информационно-аналитического обеспечения, которое предоставляет данные в оперативном режиме, располагает необходимыми инструментами для их расчетно-аналитической обработки. Информационное моделирование признается базовой составляющей рассматриваемого процесса, включающего в себя статистическое наблюдение, анализ динамики показателей, математическую статистику, логику и различные информационные модели.

Информационные технологии в настоящее время получили широкое распространение во всех сферах жизнедеятельности человека, развитии социально-экономического пространства и достижении стратегических целей бизнеса и государства. В частности, в науке и практике все более применение находят геоинформационные системы, в их разработке принимают активное участие ученые практически всех ведущих стран мира [1]. Роль ГИС-технологий в современном экономическом развитии отражена также в работах отечественных авторов [2; 3; 4;

5; 6].

В настоящее время построение информационных моделей курортно-рекреационной системы туристических регионов страны не представляется возможным без использования географических информационных систем (ГИС). ГИС – это специализированный программно-аппаратный комплекс, отвечающий за ввод, хранение, обновление, манипулирование, анализ и формирование в единый файл географически привязанной информации. Важным элементом оценки туристско-рекреационного потенциала ландшафтно-экологической среды является анализ рельефа территории. Рельеф – это одна из основных составляющих природного ландшафта, которая определяет характер курортно-рекреационной деятельности, является условием ее существования.

Применение ГИС в оценке развития регионов с курортно-рекреационной специализацией позволяет значительно уменьшить финансовые и временные расходы при проведении анализа и оценки, сохраняют высокий уровень точности результатов исследований. Их использование обеспечивает проведение наиболее эффективной геоморфологической характеристики рекреационного региона при низком расходе сторонних ресурсов. ГИС в туристических направлениях проводится с использованием картографических, ландшафтных, космических материалов, а также результатами полевых исследований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основные методы исследования: анализ информации, предоставленной ГИС Пермского края, моделирование социально-экономических процессов, наблюдение за рельефом и ландшафтом Пермского региона в реальном времени.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Информационно-аналитические услуги, сопровождающие принятие решений по развитию курортно-рекреационных систем, должны учитывать особенности местности, ландшафт, потенциал природных лечебных ресурсов. Геоинформационные системы характеризуется такими аспектами как: пространственность обеспечения структурного подхода к развитию оценки и анализа систем, также адаптивность к внешним факторам, многозадачность, ориентированность на конкретную проблематику и способность анализа многих параметров геоинформационных систем.

Анализ курортного потенциала региона и оценка его текущего развития происходит в следующем порядке:

1. Оценка текущего состояние ландшафта территории, которая производится ГИС-технологиями;
2. Получение профилей местности топографических карт, снимков из космоса, которые разрабатываются по специальным параметрам территорий;
3. Разделение рекреационных земель по одинаковым параметрам, которые преобразовываются в новые единицы;

4. Определение основных территорий для проведения полевых исследований и анализа полученных результатов в сравнении с текущим состоянием региона;

5. Проведение полевых исследований на рекреационных территориях на базе анализа эстетической привлекательности ландшафта;

6. Конечное редактирование полученных результатов оценок и анализа.

ГИС анализирует рельеф потенциальной туристической территории по всем вышеприведенным этапам.

Некоторые регионы осуществляют свою деятельность по направлению профилактического оздоровления, поскольку преобладают грядовой и крупнохолмистый рельеф на равнинах, возвышенностях и предгорьях. Параметры морфометрических и морфологических оценок регионов на основе ГИС проводятся в форме технологической оценки потенциала различных видов туризма, параметры проектно-изыскательских работ, основу мастер-плана инфраструктурного преобразования. Технические параметры и особенности местности необходимы для определения стоимости работ, этапов, их длительности.

Регионы, которые обладают ярко выраженными частями рельефа и ландшафта, являются наиболее предпочтительными для туристов.

Влияние геоинформационных систем на развитие курортно-рекреационных систем проведено на примере Пермского края, так как он является одним из регионов, обладающих уникальными природными и бальнеологическими ресурсами.

Основные параметры, которыми характеризуется ГИС Пермского края и формируют этапы развития потенциала курорта, рекреационной сферы региона на основе его рельефных особенностей [7]:

1. Геоинформационная система гидротехнических сооружений Пермского края – это картографическая и атрибутивная база геологических данных электронных тематических слоев, которая обеспечивает навигацию по районам, просмотр информации о рельефе, ландшафте и поисках их основных параметров.

2. Геоинформационные системы пространственного управления качеством образования Пермского края «Пульс» - в настоящий момент не является активной. Отвечает за сбор, хранение, анализ данных образовательных учреждений Пермского края.

На территории Пермского края осуществляет свою деятельность несколько информационных систем. Они предоставляют данные о гидротехнических сооружениях региона, которые могут привлечь новых инвесторов и повлиять на развитие туризма. На основе данных, предоставленных геоинформационной системой «Гидротехнические сооружения Пермского края», были получены результаты анализа основных курортно-рекреационных территорий.

Рассмотрим направления повышения эффективности информационно-аналитических услуг на примере оценки природных лечебных ресурсов - минеральных вод участка «Новые Ключи», Суксунского месторождения минеральных вод и лечебных грязей Суксунского пруда. Они расположены в юго-восточной части Пермского края в окрестностях поселка Суксун.

По ботанико-географическому районированию участок относится к району

островной Кунгурской лесостепи. Район островной Кунгурской лесостепи размещен в полосе широколиственно-елово-пихтовых лесов, располагаясь в междуречье Сылвы и Ирени. Небольшие островки лесов сохранились лишь по холмам. Это преимущественно березовые и осиновые с участием липы и ильма неморальнотравяные леса и сосновые с примесью лиственницы сибирской, часто с липой в подлеске, предгорные травяные леса. Для высоких коренных берегов рек характерны известняковые обнажения, именуемые “камнями”, чередующиеся с задернованными участками, покрытыми луговой и лесной растительностью. Степные участки встречаются как на выровненных водоразделах, так и на склонах. Район сильно окультурен, сельскохозяйственные земли занимают 40 - 55% общей площади, тогда как лесопокрытые земли - только 10 - 20% [8].

Частично рассматриваемый участок расположен в пределах особо охраняемой природной территории регионального значения историко-природного комплекса «Суксунский бор». На территории историко-природного комплекса «Суксунский бор» заложены ПН№7 и ПН№8, что отображено на участке данных (рисунок 1), полученных с помощью ГИС.

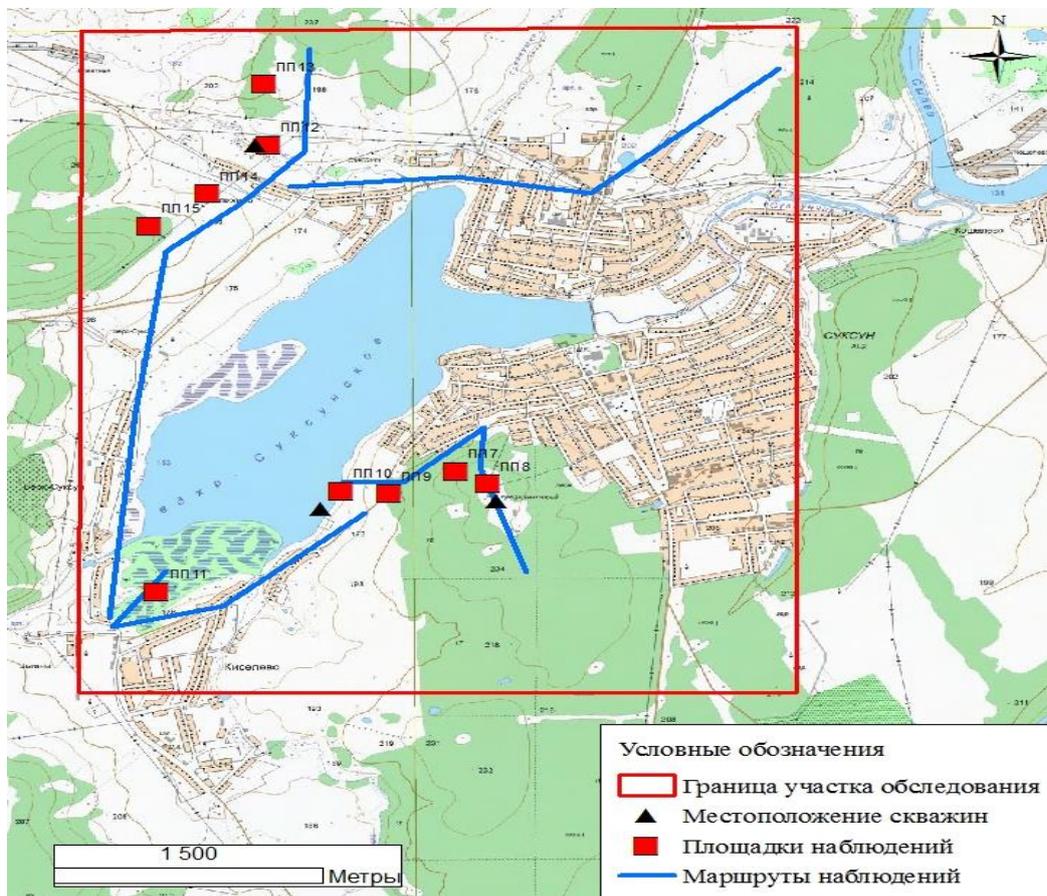


Рис. 1. Схема расположения площадок и маршрутов наблюдений

На ПН№7 произрастает сосновый лес зеленомошный паркового типа, древесный ярус которого образован сосной обыкновенной. Формула древостоя 10С, сомкнутость крон 0,4 средняя высота деревьев 18-20 м. Кустарниковый ярус отсутствует. Подлесок сформирован рябиной обыкновенной. В травянисто-кустарничковом преобладают лесные виды растений: черника и кислица обыкновенная. Следует отметить, что порядка 5% общего проективного обилия травянисто-кустарничкового яруса составляют виды не характерные для данного местообитания: ирга овалоллистная, горошек заборный, одуванчик лекарственный. Степень деградации 2, растительный покров слабо деградирован.

ПН№8 заложена на лесной поляне, здесь описан разнотравный луг. Древесный и кустарниковый ярусы отсутствуют. Единично произрастают сосна обыкновенная, черемуха обыкновенная, рябина обыкновенная и ирга овалоллистная. Травянисто-кустарничковый ярус сформирован в основном синантропными видами: манжеткой обыкновенной, мать-и-мачехой, донником лекарственным. Присутствуют в травостое синантропные виды подорожник средний, горошек заборный, что связано с вытаптыванием, наличием троп на площадке, близостью населенного пункта. Суммарное проективное обилие синантропных видов достигает 30% от общего. Степень деградации 3, растительный покров средне деградирован.

ПН№9-10 заложены при спуске от Суксунского бора к Суксунскому пруду. На ПН№9 произрастает сорно-рудеральный луг. Древесный и кустарниковый ярусы отсутствуют. Единично произрастают липа сердцелистная, карагана древовидная, клен американский и подрост сосны обыкновенной. Среди трав преобладают типичные луговые (ежа сборная, подмаренник северный, манжетка обыкновенная) и синантропные виды растений (осот полевой, лопух паутинистый, полынь обыкновенная). Средняя высота травянистых растений 5-15 см, проективное покрытие 60%. Синантропные виды занимают до 15% общего проективного покрытия, растительный покров слабо деградирован, что соответствует 2 степени деградации.

В пойменной растительной группировке у кромки Суксунского пруда заложена ПН№10. Древесный и кустарниковый ярусы отсутствуют. Единично произрастает клен американский. У воды встречаются типичные околоводные виды растений: рогоз широколистный, лютик ползучий. Синантропные виды занимают около 20% проективного покрытия, степень деградации 3, растительный покров среднедеградирован.

С южной стороны в Суксунский пруд вдается сплавина, на которой на сегодняшний день произрастает березовый лес таволговый. Древостой сформирован березой пушистой с единичным участием сосны обыкновенной. Формула древостоя 10Б+С, сомкнутость крон 0,3 средняя высота деревьев 10-12м. Кустарниковый ярус отсутствует. Единично произрастают лесные виды можжевельник обыкновенный, крушина ломкая, виды пойменных растительных группировок (смородина черная). Среди трав преобладают таволга вязолистная и камыш лесной. Синантропные виды (крапива двудомная) занимают не более 5% проективного покрытия, степень деградации 1, растительный покров очень слабо деградирован.

В районе д. Опалихино описано сельскохозяйственное поле с посевами

козлятника восточного (ПН№12). Древесный и кустарниковый ярусы отсутствуют. Единично произрастают тополь серебристый, ива козья, подрост ели сибирской и березы повислой. Среди трав преобладает культурный вид козлятник восточный. Это вид многолетних травянистых растений семейства Бобовые. Культивируется как кормовое растение, мёдонос и азотофиксатор. Нередко дичает. Растительный покров на пробной площадке сильно деградирован, т.к. синантропы и культурный вид занимает более 75% проективного покрытия.

Растительная группировка на ПН№13 представлена зарослями можжевельника обыкновенного на склоне юго-западной экспозиции. Древесный ярус отсутствует, отмечен подрост сосны обыкновенной. В растительном сообществе зафиксирован обильный кустарниковый ярус с доминированием опушечного вида можжевельника обыкновенного, кроме которого из кустарников встречаются шиповник майский, спирея городчатая. Травянисто-кустарниковый ярус сложен типичными видами лесостепного растительного комплекса вероникой колосистой, девясилом иволистным, душицей обыкновенной и лесными видами растений земляникой лесной, перловником поникающим. Единично в фитоценозе отмечен синантропный вид василек шероховатый, его обилие не велико. Степень деградации 1, растительный покров очень слабо деградирован.

На склоне западной экспозиции произрастает сосняк зеленомошный (ПН№14) с обильно развитым кустарниковым ярусом из можжевельника обыкновенного. Древесный ярус сформирован сосной обыкновенной, в меньшей степени елью сибирской и березой повислой. Формула древостоя 9С1Е+Б, сомкнутость крон 0,3, средняя высота деревьев 10-12м. Кустарниковый ярус сформирован можжевельником обыкновенным.

Травянисто-кустарниковый ярус разрежен, выражен только в «окнах». Образован темнохвойными и неморальными видами растений: земляникой лесной, кислицей обыкновенной. Моховой покров достаточно выражен также в «окнах». Сформирован, в большей степени, плевроцеумом Шребера.

Синантропные виды и нарушения растительности на пробной площадке не обнаружены. Степень деградации растительного покрова 0.

На ПН№15 произрастает сорно-рудеральный луг. Древесный и кустарниковый ярусы отсутствуют. Единично отмечены ель сибирская, ива козья и подрост сосны обыкновенной. Среди трав преобладают типичные луговые виды ежа сборная и земляника лесная. Средняя высота травянистых растений 20-30 см, проективное покрытие 60%. Синантропные виды занимают до 15% общего проективного покрытия, растительный покров слабо деградирован, что соответствует 2 степени деградации.

Ельник зеленомошный на склоне северной экспозиции с хорошо развитым мохово-лишайниковым покровом рассмотрен на ПН№16. Древесный ярус сформирован елью сибирской и в меньшей степени сосной обыкновенной и березой повислой. Формула древостоя 10Еед.С,Б, сомкнутость крон 0,5, средняя высота деревьев 15-18 м. Кустарниковый ярус отсутствует. Травянисто-кустарниковый ярус разрежен. В нем отмечены земляника лесная, ортилия однобокая, кислица обыкновенная. Моховой покров сформирован в большей степени плевроцеумом

Шребера гилокомиумом блестящим, видами родов дикранум и мниум.

Синантропные виды и нарушения растительности на пробной площадке не обнаружены. Степень деградации растительного покрова 0.

Растительный покров обследованной территории способствует ионизации воздуха и обеззараживанию воздуха за счет выделения фитонцидов. Наибольшей ионизацией воздуха отличаются сосновые боры и смешанные леса. Именно эти фитоценозы представлены на участке «Новые Ключи». Здесь произрастают сосновые и еловые леса зеленомошные, встречаются зарослями можжевельника обыкновенного и березовые леса таволговые. Близость населенных пунктов обуславливает наличие сорно-рудеральных лугов и сельскохозяйственных угодий.

Гектар соснового бора выделяет в атмосферу около 5 килограммов летучих фитонцидов в сутки, можжевельного леса — около 30 кг/сут, снижая количество микрофлоры в воздухе. Поэтому в хвойных лесах (особенно в молодом сосновом бору) воздух практически стерилен (содержит лишь около 200—300 бактериальных клеток на 1 м³), что оптимально для организации курортов и санаториев.

Следующие ландшафтные условия и геоэкологическая характеристика, рассмотренные при помощи данных ГИС - это Объект № 6 «Суксунский пруд».

Современными основными ландшафтообразующими процессами является деятельность воды и карст. К наиболее существенным проявлениям универсального закона географической зональности (через соотношение тепла и влаги) следует отнести формирование на территории растительности и животного мира хвойно-широколиственных лесов и почв с господством подзолистого и дерново-подзолистого процессов. Азональную природу имеют различия в балансе тепла и влаги на склонах разной экспозиции.

Сочетание известняков и гипсов привело к активному развитию карстовых процессов. Территория расположена в районе и Кишертского района преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста.

Кишертский район преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста простирается узкой полосой вдоль восточного склона Уфимского плато от междуречья Сылвы и Шаквы до южной границы Пермской края. Район расположен в узкой зоне сочленения Восточно-Европейской платформы и Предуральяского прогиба. Он занимает в основном левобережную часть бассейна среднего течения р. Сылвы которая на севере пересекает его в широтном направлении. Преобладает закрытый и подаллювиальный типы карста. Карстовые формы разнообразны: воронки, котловины, поноры, депрессии длиной более 1 км, карстовые речки и озера.

Карстовый район является зоной разгрузки карстовых вод Уфимского вала. Водоносный горизонт карбонатных отложений разделяется здесь на концентрированные потоки, направленные к местам разгрузки вдоль наиболее трещиноватых и закарстованных зон, а также по контактам разнородных пород. Потоки карстовых вод как бы огибают рифы, массивы гипсов и ангидритов, менее трещиноватые и малопроницаемые породы, причем сток не только поперечный, но и продольный относительно оси вала. Воды зон горизонтальной и сифонной циркуляции Уфимского вала разгружаются в виде нисходящих и восходящих

источников, а также путем фильтрации в аллювий, карстовые брекчии, трещиноватые выветрелые сульфатные отложения. На контакте с сульфатными отложениями пресные гидрокарбонатно-кальциевые воды преобразуются в сульфатно-кальциевые воды с минерализацией до 2,6 г/дм³.

Имеется много восходящих и нисходящих источников по левому берегу р. Советянки в ее нижнем течении. У подножья горы Крутой, в склоне которой выходят карстовые брекчии, они имеют дебит от 2 до 54 л/с. Впадая в р. Советянку, источники увеличивают расход воды в ней с 16 до 257 л/с. Площадь их питания являются карстовые поля по левобережью р. Советянки. Четыре родника в долине р. Киселевки имеют дебит от тысячных долей до 2,3 л/с.

Сульфатные воды были вскрыты скважинами в долине р. Суксунчик в начале XX в. В настоящее время они представляют собой восходящие источники.

Преобладают закрытый и подальювиальный типы карста. Формы его проявления разнообразны. Это воронки, поноры, котловины, карстовые депрессии с поперечником более 1 км, карстовые речки и озера. В районе обособляется несколько участков с различным характером проявления карста.

Междуречье Таза, Сылвы и Шаквы представляет собой возвышенное плато, осложненное карстовыми оврагами, воронками, котловинами и озерами. Поле воронок в окрестностях с. Посад - Кишерть площадью 0,5 км² включает более 100 форм.

К Суксунско-Советинскому карстовому участку относятся долина реки Советянки с полями воронок и карстовыми родниками по ее левобережному склону, родники в устье суходола, дающие начало р. Ключи с расходом воды более 500 л/с, поле воронок у д. Киселево. На Ключевском участке долина р. Иргины является зоной разгрузки пресных гидрокарбонатных карстовых вод карбонатных отложений Уфимского вала и сульфатных вод поповской свиты, развитых по ее правобережью.

Точки обследования расположены в пределах одной из крупнейших в Прикамье карстовых депрессий – Суксунско-Советинской депрессии. Карстовые депрессии - это крупные доледниковые котловины, перестроенные во время поздне-валдайского оледенения, расчлененные наложенными формами и раскрытые карстово-гляциальными долинами. Расположены они в древней долинной сети на границах неотектонических блоков и гипсометрических ступеней.

Суксунско-Советинская депрессия имеет длину 14 км, ширину 2,5 км и глубину до 100 м. Сульфатные кальциевые источники на дне депрессии питают реку Советянку, расход которой в устье достигает 257 л/с. На контакте с карбонатными породами в устье Суксунского суходола начинается пресная речка Ключи с расходом более 500 л/с. Дно депрессии занято прудом, а склоны местами покрыты воронками. Из пруда вытекает речка Суксунчик. Озера Суксунско-Советинской депрессии приурочены к небольшим котловинам и воронкам на левом склоне долины р. Советянки и в окрестностях д. Киселево.

Именно расположение в пределах карстовой депрессии определяет уникальность ландшафта и его геохимических особенностей: гипсометрическое и геоморфологическое разнообразие и наличие разнообразных форм рельефа, обилие небольших озер и ручьев, ботанические особенности склонов разной экспозиции.

Данные, полученные при помощи ГИС-технологии, отображены на рисунке 2.

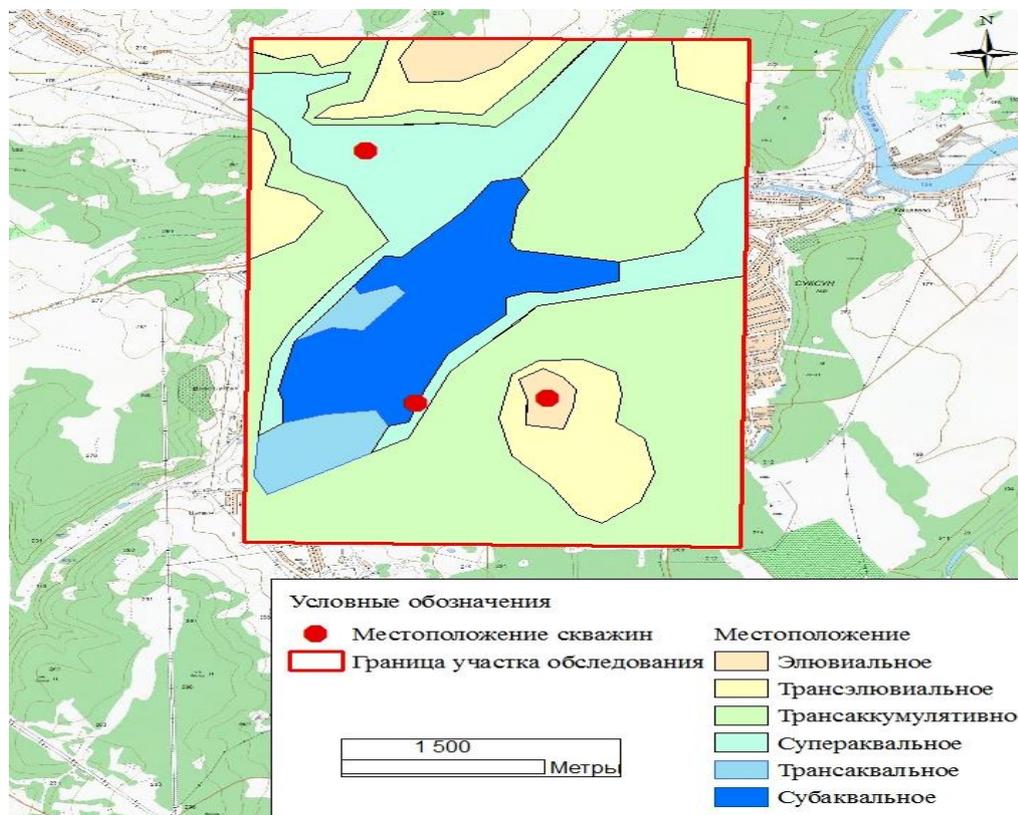


Рис. 2. Схема расположения ряда элементарных ландшафтов в районе обследования

Согласно классическим представлениям в геохимическом отношении на территории выделяется весь возможный ряд элементарных ландшафтов: элювиальный, трансэлювиальный, трансаккумулятивный, трансаквальный, супераквальный и субаквальный. Деление на элементарные ландшафты данного участка имеет определенный уровень условности, связанный с незначительным объемом прямых геохимических опробований. Согласно разделению ландшафтов, данные по Объекту №6 представлены в таблице 1.

Элювиальные элементарные ландшафты расположены в юго-восточной и северных частях обследованной территории, на возвышенном водораздельном пространстве. Общая площадь элювиальных ландшафтов около 52 га (3% от общей площади территории). Для ландшафтов характерно относительно глубокое залегание грунтовых вод, слабо оказывающих воздействие на почвы и растительность. Поступление вещества в ландшафт поступает лишь из атмосферы, боковой приток исключен (возможность привнесения антропогенных веществ не рассматривается). Почвы данного элементарного ландшафта в той или иной степени

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ УСЛУГИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ...

промыты от легкорастворимых соединений. Активный водообмен обуславливает господство окислительной среды. Вынос вещества осуществляется преимущественно водами и относительно равномерно распределен по сторонам света.

Таблица 1.
Структура сопряженного ряда элементарных ландшафтов

Название элементарного ландшафта	Площадь, га	Доля площади от общей площади участка, %
Элювиальный	52	3
Трансэлювиальный	262	13
Трансаккумулятивный	1014	52
Трансаквальный	54	3
Субаквальный	246	13
Супераквальный	329	17

Именно к элювиальным ландшафтам, расположенным на юго-востоке, приурочена точка «Новые Ключи». Эта точка является максимально высокой для данной территории. Скважины расположены в пределах историко-природного комплекса регионального значения «Суксунский бор»: высоко бонитетный сосновый бор паркового типа. Высота сосны до 25 м, возраст – до 70-90 лет. В кустарниковом ярусе встречается можжевельник. В травостое представлены лесные и луговые виды. В лесном массиве встречаются сосны в возрасте до 220 лет, что является достаточно редким для Прикамья.

С точки зрения возможностей развития курортно-санаторной отрасли это оптимальный ландшафт. Положительными факторами для развития являются: наличие сосновых насаждений, высокая эстетическая и медицинская привлекательность сосновых насаждений, удачное расположение на возвышенном пространстве.

Трансэлювиальные элементарные ландшафты как бы окружают элювиальные комплексы. Эти ландшафты занимают верхние части склонов. Общая площадь ландшафтов около 262 га (13% от общей площади обследованной территории). Геохимическими особенностями трансэлювиальных комплексов являются: привнесение вещества атмосферными осадками и боковым твердым и жидким стоком (с северо-востока на юго-запад). Транзитное положение обуславливает вынос материала вниз по склону, преимущественно в юго-западном направлении. В пределах трансэлювиальных ландшафтов сохраняется элювиально-делювиальный материал с обилием малоподвижных продуктов выветривания и почвообразования.

Трансаккумулятивные комплексы, расположенные в нижней части склонов, занимают более половины территории (52%, 1014 га). Для территории характерно более широкое распространение мелкоземистых рыхлых отложений, с высоким содержанием подвижных химических элементов.

Наиболее пониженные (приуроченные к пойме) участки относятся к и супераквальным и трансаквальным ландшафтам. Общая площадь этих участков,

расположенных в пределах обследованного участка, составляет 383 га (20%). Участки занимают нижние части долин небольших речек и ручьев, расположенных на этой территории. Участок д. «Опалихино» приурочен к этим элементарным комплексам. Забой скважины расположен в нижней части Суксунско-Светнинской карстовой депрессии.

Расположение участка достаточно удачно с ландшафтной точки зрения, прежде всего, в эстетическом аспекте: в районе расположения скважин открывается хорошая панорама на окружающие пространства, обладающие сильным расчленением рельефа. Сочетание смешанного леса, лесостепных сообществ на склонах и луговых сообществ в поймах позволяют говорить о визуальной привлекательности этого участка.

Центральную часть территории занимает Суксунский пруд. Этот комплекс следует отнести к субаквальным природным комплексам. Суксунский пруд относится к старейшим искусственным водным объектам Пермского края и насчитывает более 250 лет. Он создан одновременно с основанием в 1739 г. Суксунского медеплавильного завода.

Пруд питается сульфатными карстовыми реками Советянкой и Киселевкой, а также ручьем Ключи, начало которому дают пресные источники карстовых вод. Акватория пруда имеет длину более 3 км, а ширину – около 1 км. Западный, юго-западный и южный берега пруда пологие и заболоченные, а юго-восточный, восточный и северо-восточный – покатые и крутые.

В южной части пруда, в мелководном заливе, на площади не менее 1 км² распространена чистая, жирная, маслянистая грязь с лечебными свойствами. По составу грязь Суксунского пруда близка к лечебным грязям курорта Солицы Новгородской области и илово-горфяным грязям курорта Липецк. Количество грязей составляет 2706 тыс. тонн, а 33 тыс. тонн – распределённый фонд, находящийся в разработке ЗАО Курорт «Ключи». Здесь располагается еще одна точка исследования. С точки зрения ландшафтных условий точка расположена довольно удачно: имеется сочетание всех присущих для данного района геоморфологических объектов, расположение в непосредственной близости к крупному массиву соснового леса, Суксунский пруд можно использовать как объект отдыха и развлечений, разнообразие ботанических объектов.

Естественный ход развития и функционирования природных ландшафтов существенно нарушен в результате длительного использования территории. Значительная часть территории расположена в пределах пашни и сенокосных угодий.

В связи со значительной нарушенностью элементарных природных ландшафтов, представляется очевидной необходимостью выделения базовых экосистем, сформированных и развивающихся в результате сочетания природных и антропогенных процессов. В зависимости от степени антропогенной преобразованности можно базовые экосистемы ранжированы по степени деградации.

В пределах рассматриваемой территории выделено 6 основных базовых экосистем (рис. 3), имеющих различную степень деградации (табл. 2).

Таблица 2.

Основные базовые экосистемы обследованного участка

Название базовой экосистемы	Площадь, га	Доля площади от общей площади участка, %
Сосновый лес	305	16
Смешанный лес	224	11
Низовое болото	73	4
Луговое сообщество	508	26
Урбоэкосистемы	601	31
Акваэкосистемы (Суксунский пруд)	246	13

Наиболее ценные с точки зрения развития санаторно-курортной отрасли – базовые экосистемы соснового леса – приурочены к наиболее возвышенной части на юго-востоке территории и расположены в пределах ООПТ Суксунский бор. Общая площадь экосистемы соснового леса составляет 305 га (16% территории). Сосновые леса являются малонарушенными экосистемами.

Достаточно широко распространены луговые экосистемы, занимающие около $\frac{1}{4}$ обследованной территории и представленные на рисунке 5. Происхождение луговых сообществ в районе Кунгурской лесостепи не до конца понятно: имеются предположения об антропогенном или природном генезисе этих сообществ.

Характерной особенностью лугов Кунгурской лесостепи является наличие степных видов растений, не характерных для остальной территории Прикамья. Луговые сообщества в значительной мере преобразованы и используются для ведения сельско-хозяйства, поэтому на значительной части луговых сообществ естественная структура биотических компонентов нарушена, преобладают культурные виды растений. Естественные луга сохранились на «неудобицах» - крутых склонах бортов карстовой депрессии.

Базовые экосистемы хвойно-широколиственного леса наиболее близки по своей структуре к естественным; расположены в северо-западной части территории, они приурочены к верхним частям склона Суксунско-Советнинской депрессии. Общая площадь базовых экосистем хвойно-широколиственного леса составляет около 224 га или 11% территории. Степень деградации (2) описываемых экосистем минимальная для обследованной территории. В пределах хвойно-широколиственного леса сохраняется присущий для естественных природных комплексов энерго-вещественный обмен.

В центральной части территории расположен поселок Суксун с характерными для населенных пунктов селитебными и урбоэкосистемами. Энерго-вещественный обмен в данных комплексах в значительной мере преобразован. Общая площадь селитебных экосистем равна 601 га (31% территории). Суксунский пруд представляет собой крупную антропогенно сформированную акваэкосистему, площадь 246 га.

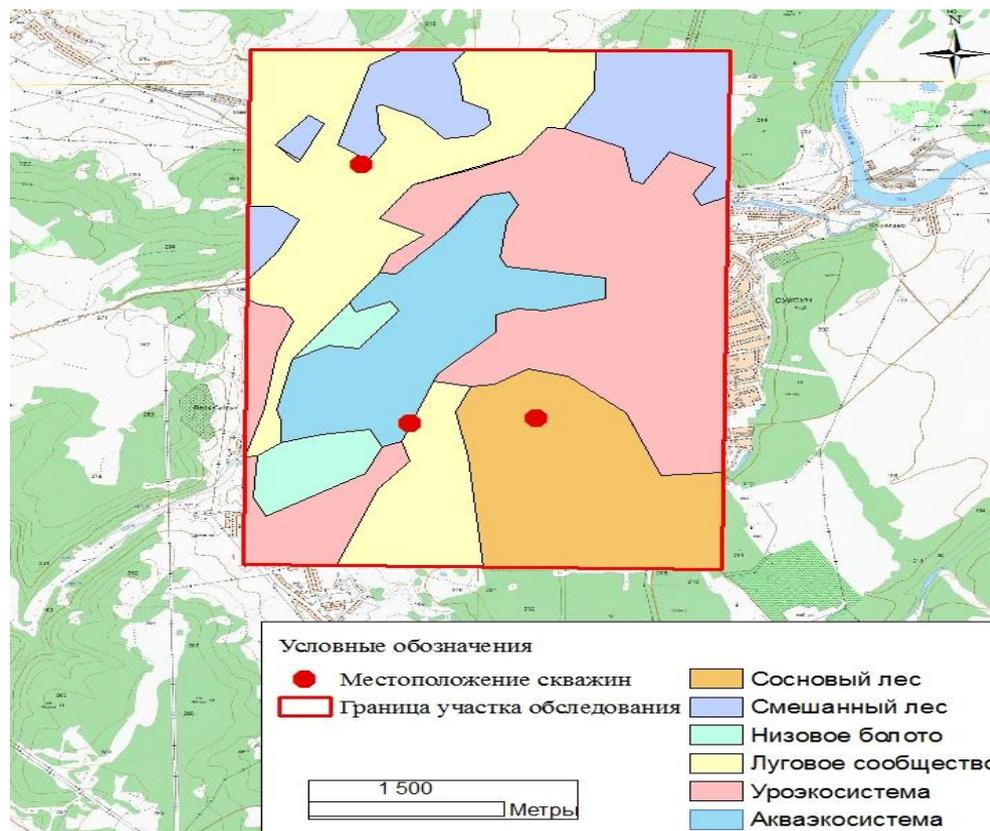


Рис. 3. Схема расположения базовых экосистем на территории обследования

Охраняемая территория имеет подведомственную принадлежность к Министерству природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. ООПТ образована решением Пермского ОИК от 28.04.81 г. № 81. Современный нормативно-правовой акт, регламентирующий функционирование историко-природного комплекса – постановление правительства Пермского края № 64-п от 28.03.2008 в действующей редакции. Границы ООПТ: в границах кварталов 15 и 17 Суксунского участкового лесничества Кишертского лесничества, представлены на рисунке 4.

Использование ГИС в определении и анализе курортно-рекреационного потенциала региона позволяет осуществить необходимые замеры и оценку рельефа и ландшафта территории. На основе данной оценки устанавливается степень развития территории, подходящей для дальнейшего ее использования в рекреационных целях. Выявляются главные ресурсы бальнеологической направленности, минеральные воды, места их расположения. В Пермском крае большое развитие получила территория, обладающая источниками минеральных вод – участок «Новые Ключи», Суксунское месторождение минеральных вод и лечебных грязей Суксунского пруда.

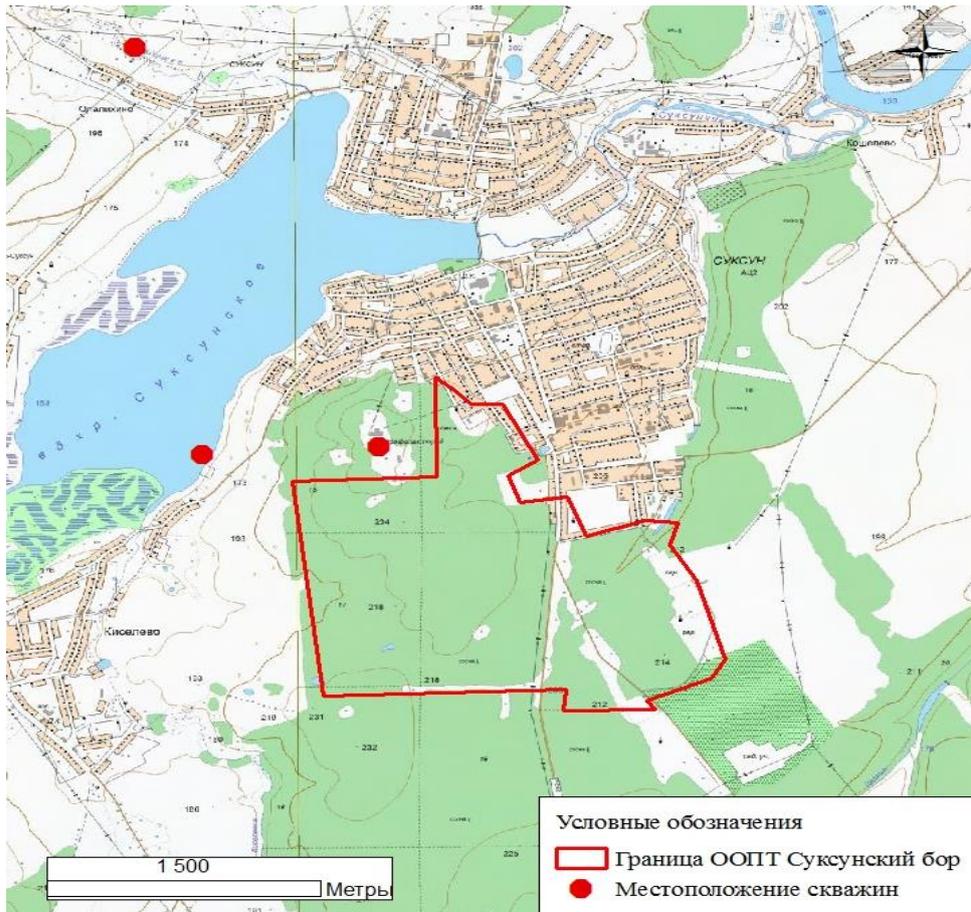


Рис. 4. Схема расположения ООПТ «Суксунский бор» относительно скважин минеральных вод

На основании проведенного анализа, можно сделать вывод, что информационно-аналитические услуги оценки потенциала и развития курортно-рекреационных систем имеют определенные проблемы и ограничения применения:

1. Пространственные данные, объединенные в ГИС, содержат недостаточное количество информации о курортно-рекреационных объектах, созданы для информирования определенных организаций, органов управления, узкоспециализированы.

2. Экономические данные содержатся в большом количестве источников, что не позволяет оперативно применять их в целях оценки тех или иных решений и программ, связанных с развитием курортно-рекреационных систем.

3. Инфраструктура курортных территорий не представлена в едином формате данных, что затрудняет ее физическую и техническую характеристику, например, оценка зданий на предмет морального и физического износа является

затруднительной.

4. Отсутствует единый подход объединения различных типов информации, тогда как ее целесообразность очевидна в целях решения задач государственного и регионального управления.

5. Обновление большого количества данных является трудоемким процессом, требующим значительных кадровых и финансовых затрат.

С учетом вышеизложенного сформирована модель информационно-аналитических услуг для целей развития курортно-рекреационных систем регионов (рис. 5).



Рис. 5. Модель информационно-аналитических услуг сопровождения развития курортно-рекреационных систем

Пространственный блок информации может быть представлен ГИС региона, другие блоки являться самостоятельными программами, либо являться структурными отделами ГИС Пермского края. Объединение трех типов информации может быть эффективным при разработке программ развития курортно-рекреационных систем и оценки положительного социально-экономического эффекта для региона и отдельных территорий.

ВЫВОДЫ

Развитие курортно-рекреационных систем регионов осуществляется на основе системного государственного и регионального планирования. Важным направлением повышения его эффективности является обеспечение качественного информационно-аналитического сопровождения. Рассматриваемая проблема была изучена на примере Пермского края. В регионе действует несколько геоинформационных систем, которые могут применяться в планировании и развитии курортно-рекреационной специализации.

Основные проблемы информационно-аналитических услуг, используемых в целях развития курортно-рекреационных систем Пермского края: непрерывная поддержка постоянно получаемых данных с помощью анализов квалифицированных специалистов; низкий уровень поддержки деятельности информационных систем частными инвесторами и государством; длительные сроки формирования и внедрения информационных баз и ГИС; различный формат и методы сбора и обработки информации; геоинформационные системы являются достаточно дорогими в создании и эксплуатации, что не позволяет малым городам и регионам со сложной финансовой ситуацией использовать их на практике.

ГИС являются открытым источником, который используется для анализа и оценки объективной информации о курортно-рекреационных ресурсах территорий с большим потенциалом в сфере туризма. Такие системы помогают принимать эффективные управленческие решения в сфере рекреации, определяют существующие проблемы и используют систему превентивных мер регулирования и контроля. ГИС способствует прогнозированию и совершенствованию аналитических процессов в курортно-рекреационной деятельности, являются фактором роста туристической популярности конкретных регионов на рынке санаторно-курортных услуг.

Существующие проблемы использования ГИС в управлении курортно-рекреационной специализацией регионов могут быть решены при улучшении следующих параметров на практике:

1. Введение единой системной методики анализа полученных от ГИС данных по курортным параметрам территорий, которая учитывает климатические и ландшафтные характеристики, сложившуюся и потенциальную специализацию.
2. Постоянное обновление реестров туристических ресурсов органами региональной государственной власти в сфере туризма.
3. Совершенствование методов сбора и аналитики информации, что достигается при помощи использования новых инновационных технологий в сфере программного обеспечения, а также повышении квалификации человеческих ресурсов.
4. Снижение стоимости ГИС или введение льгот для малых городов, муниципалитетов и регионов
5. Использование принципов государственно-частного партнерства.

Предлагаемая модель информационно-аналитических услуг состоит из трех основных информационных блоков, которые могут быть представлены как

элементы ГИС или самостоятельные базы данных, позволяет решать комплексные задачи по региональному планированию и развитию курортно-рекреационных систем. При необходимости система стандартных статистических показателей может быть дополнена интегральными индикаторами или новыми критериями оценки, которые позволят повысить эффективность выполнения управленческих целей и задач.

Список литературы

1. Белянина Н.В., Серовиков С.А. Организация и функционирование геоинформационной системы экологического мониторинга на основе распределенных вычислений // Прикладная информатика. 2010. № 6 (30). С. 28-36.
2. Бугакова Т.Ю., Кноль И.А. Интерактивный контроль пространственно-временного состояния техногенных объектов с применением технологии WEBGL // Вестник СГУТиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2016. Вып. 4 (36). С. 114-121.
3. Гусева А.В. Геоинформационные системы // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № 9. С. 50-58.
4. Еремин Н.А., Дмитриевский А.Н., Тихомиров Л.И. Настоящее и будущее интеллектуальных месторождений // Нефть. Газ. Новации. 2015. № 12 (183). С. 46-51.
5. Кацко С.Ю. ГИС для непрофессиональных пользователей как один из современных инструментов работы с геоинформацией // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2011. № 5. С. 95-102.
6. Марков Н.Г. Геоинформационные системы предприятий нефтегазовой отрасли: функциональность, архитектура и перспективы развития // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 9. С. 16-32.
7. Гидротехнические сооружения Пермского края [Электронный ресурс] - URL: <http://gts.permkrai.ru/gts.aspx?scale=6000000&lat=10567147.037779162&lon=6544616.748120384&hts=0> (дата обращения 04.12.2018г.)
8. Оборин М.С., Пахалов А.М., Шерешева М.Ю. Эффективность стратегического планирования развития малых городов на основе сетевого механизма координации // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. № 4. 2017. С. 100-117.
9. Оборин М.С., Шерешева М.Ю., Пахалов А.М. Институциональная среда как фактор формирования инвестиционного климата малых городов России // Ars Administrandi (Искусство управления). Т. 9. № 3. 2017. С. 370-394.
10. Оборин М.С., Шерешева М.Ю., Иванов Н.А. Обоснование стратегических ориентиров социально-экономического развития малых городов России // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» =Perm University Herald. Economy. Т. 12. № 3, 2017. С. 437-452.

INFORMATION-ANALYTICAL SERVICES AS A FACTOR OF INCREASE OF EFFICIENCY OF DEVELOPMENT OF RESORT AND RECREATIONAL SYSTEMS IN THE REGION

Oborin M. S.

Perm Institute (branch) FSBEI HE «Russian economic University G. V. Plekhanov»

FSBEI HE «Perm state national research University»

FSBEI HE «Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov»

FSBEI HE «Sochi state University»

E-mail: recreachin@rambler.ru

The article deals with the problems of the use of information and analytical services in order to improve the planning of the development of regions with resort and recreational potential. Geographic information system has been put in full operation in all the

constituent entities of the Russian Federation. At the same time, such systems contribute to the development of tourism in the regions due to its universality in the direction of the study of topography and landscapes, which play an important role in the resort specialization of the country. The improvement of information and analytical support of the processes of nature management, development and exploitation of natural medicinal resources allows specialists in the field of tourism to observe the changes in the current situation in the region in real time. The model of effective information and analytical support of planning of development and preservation of resort and recreational systems of the region is offered.

Keywords: information and analytical services, geoinformation system, resort and recreational system, relief, landscape, mineral waters, model.

References

1. Beljanina N.V., Serovikov S.A. Organizacija i funkcionirovanie geoinformacionnoj sistemy jekologicheskogo monitoringa na osnove raspredelennyh vychislenij (Organization and functioning of geoinformation system of environmental monitoring based on distributed computing). *Prikladnaja informatika*, 2010, no 6 (30), pp. 28-36 (in Russian).
2. Bugakova T.Ju., Knol' I.A. Interaktivnyj kontrol' prostranstvenno-vremennogo sostojanija tehnogennyh ob#ektov s primeneniem tehnologii WEBGL (Interactive control of space-time state of technogenic objects using WEBGL technology). *Vestnik SGUTiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tehnologij)*, 2016. Vol. 4 (36), pp. 114-121 (in Russian).
3. Guseva A.V. Geoinformacionnye sistemy // *Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal) (Mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal))* 2013, no 9, pp. 50-58 (in Russian).
4. Eremin N.A., Dmitrievskij A.N., Tihomirov L.I. Nastojashhee i budushhee intellektual'nyh mestorozhdenij (Present and future of intellectual deposits). *Neft'. Gaz. Novacii*, 2015, no 12 (183), pp. 46-51 (in Russian).
5. Kacko S.Ju. GIS dlja neprofessional'nyh pol'zovatelej kak odin iz sovremennyh instrumentov raboty s geoinformaciej (GIS for non-professional users as one of the modern tools for working with geoinformation). *Interjekspo Geo-Sibir'*, 2011, no 5, pp. 95-102 (in Russian).
6. Markov N.G. Geoinformacionnye sistemy predpriyatij neftegazovoj otrasli: funkcional'nost', arhitektura i perspektivy razvitija (Geoinformation systems of oil and gas industry enterprises: functionality, architecture and development prospects). *Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta, Inzhiniring georesursov*, 2017, T. 328, no 9, pp. 16-32 (in Russian).
7. *Gidrotehnicheskie sooruzhenija Permskogo kraja (Hydraulic structures of the Perm region)*. URL: <http://gts.permkrai.ru/gts.aspx?scale=6000000&lat=10567147.037779162&lon=6544616.748120384&hts=0> (accessed 04.12.2018) (in Russian).
8. Oborin M.S., Pahalov A.M., Sheresheva M.Ju. Jeffektivnost' strategicheskogo planirovanija razvitija malyh gorodov na osnove setevogo mehanizma koordinacii (Effectiveness of strategic planning of small towns development on the basis of network coordination mechanism). *Vestnik Moskovskogo universiteta, Serija 6: Jekonomika*, 2017, no 4, pp. 100-117 (in Russian).
9. Oborin M.S., Sheresheva M.Ju., Pahalov A.M. Institucional'naja sreda kak faktor formirovanija investicionnogo klimata malyh gorodov Rossii (Institutional environment as a factor of formation of investment climate of small cities of Russia), *Ars Administrandi (Iskusstvo upravlenija)*, T. 9, 2017, no 3, pp. 370-394 (in Russian).
10. Oborin M.S., Sheresheva M.Ju., Ivanov N.A. Obosnoanie strategicheskikh orientirov social'no-jekonomicheskogo razvitija malyh gorodov Rossii (Justification of strategic orientations of social and economic development of small cities of Russia). *Vestnik Permskogo universiteta, Ser. «Jekonomika» =Perm University Herald. Economy*, T. 12, 2017, no 3, pp. 437-452 (in Russian).

Поступила в редакцию 15.09.2019

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Абасзаде Ф.Г.** докторант, Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку, Азербайджанская Республика
- Агеенков Валерий Евгеньевич** кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры прикладной геологии, геофизики и геоинформационных систем, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация
- Амеличев Геннадий Николаевич** кандидат географических наук доцент кафедры земледения и геоморфологии факультета географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
- Асадов Хикмет Гамидович** доктор технических наук, профессор, Национальное аэрокосмическое агентство, г. Баку, Азербайджанская Республика
- Белецкая Наталья Петровна** Кандидат географических наук, профессор, член-корреспондент Международной академии информатизации, Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Республика Казахстан
- Беляков Александр Михайлович** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», г. Волгоград, Российская Федерация
- Борисенко Максим Александрович** ассистент кафедры физической географии и геоинформационных систем, географический факультет, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г. Барнаул, Алтайский край, Российская Федерация
- Васильев Юрий Иванович** доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки РФ, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», г. Волгоград, Российская Федерация
- Вахрушев Борис Александрович** доктор географических наук, профессор, декан факультета географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
- Воднева Елена Николаевна** ведущий инженер, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Галлямов Денис Расимович	Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень, Российская Федерация Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН, г. Тюмень, Российская Федерация АНО «Губернская академия», г. Тюмень, Российская Федерация
Гуленко Владимир Иванович	доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация
Гуров Сергей Александрович	кандидат географических наук, доцент кафедры туризма, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Гусев Андрей Петрович	кандидат геолого-минералогических наук, доцент, декан геолого-географического факультета, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь
Гуськова Татьяна Александровна	кафедра географии геолого–географического факультета, Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Российская Федерация
Дец Игорь Андреевич	кандидат географических наук, старший научный сотрудник, лаборатория экономической и социальной географии, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Российская Федерация
Захарченко Евгения Ивановна	кандидат технических наук, заведующий кафедрой геофизических методов поисков и разведки, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация
Иванов Константин Сергеевич	кандидат технических наук, Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень, Российская Федерация Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН, г. Тюмень, Российская Федерация АНО «Губернская академия», г. Тюмень, Российская Федерация
Касаткин Анатолий Витальевич	ведущий специалист, Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН, г. Москва, Российская Федерация
Киселева Д.В.	Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Клубов Степан Максимович	обучающийся, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Комаристый Сергей Александрович	руководитель проектов отдела территориального планирования, ООО «Джи Динамика», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Коновалова Анна Витальевна	аспирант кафедры экономической, социальной и политической географии, Институт географии, геоэкологии, туризма и сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация
Коноплев Юрий Васильевич	доктор технических наук, профессор, кафедра геофизических методов поисков и разведки, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация
Красильников Павел Анатольевич	старший научный сотрудник лаборатории Геологического моделирования и прогноза, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Российская Федерация
Кусаинова Айсулу Амирхановна	Аспирант кафедры географии и методики обучения географии, Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Российская Федерация
Лысенко Виталий Иванович	Кандидат геологических наук, доцент кафедры географии океана, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, филиал МГУ в г. Севастополь, Российская Федерация
Мезенцева Ольга Варфоломеевна	доктор географических наук, доцент, профессор кафедры географии и методики обучения географии, Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Российская Федерация
Мельников Владимир Павлович	доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень, Российская Федерация Институт криосферы Земли Тюменского научного центра СО РАН, г. Тюмень, Российская Федерация АНО «Губернская академия», г. Тюмень, Российская Федерация
Миненкова Вера Владимировна	Кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой экономической, социальной и политической географии, Институт географии, геоэкологии, туризма и сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Михайлова Анна Алексеевна	аспирант, Балтийский федеральный университет имени И. Канта, г. Калининград, Российская Федерация
Назарова Татьяна Владимировна	докторант, Евразийский национальный университет им. Л.М. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан
Назарова Марина Владимировна	младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», г. Волгоград, Российская Федерация
Оборин Матвей Сергеевич	доктор экономических наук, кандидат географических наук, профессор, Пермский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет им. ак. Д.Н. Прянишникова»; ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет»
Пашков Сергей Владимирович	кандидат географических наук, доцент, декан факультета математики и естественных наук, Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Республика Казахстан
Пестерев И.Ю.	ведущий геофизик, ООО «Сибирская геофизическая научно-производственная компания», г. Иркутск, Российская Федерация
Плачинта Иван Георгиевич	старший преподаватель кафедры географии, экологии и туризма, Кокшетауский государственный университет имепни Ш.Г. Уалиханова, г. Кокшетау, Республика Казахстан
Подпорин Сергей Анатольевич	заведующий кафедрой судовождения и безопасности судов, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, Российская Федерация
Попков А.В.	начальник отдела геофизических исследований, ООО «Сибирская геофизическая научно-производственная компания», г. Иркутск, Российская Федерация
Потапов Сергей Сергеевич	кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс, Российская Федерация
Самсонов Евгений Александрович	ведущий геофизик, ЗАО «Российская морская навигационно-геодезическая компания «Ромона», г. Южно-Сахалинск, Российская Федерация
Самусенко Дмитрий Николаевич	кандидат географических наук, научный сотрудник, Институт географии РАН, г. Москва, Российская Федерация

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Семивеличенко А.А.	ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация
Ситников А.А.	генеральный директор, ООО «Сибирская геофизическая научно-производственная компания», г. Иркутск, Российская Федерация
Степанов Максим Андреевич	аспирант кафедры географии, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Российская Федерация
Страчкова Наталья Васильевна	кандидат географических наук, доцент кафедры туризма, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Тищенко Александр Иванович	старший преподаватель, кафедра землеведения и геоморфологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Третьяков Виктор Юрьевич	кандидат географических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Токарев Сергей Викторович	старший преподаватель кафедры землеведения и геоморфологии факультета географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Червяцова Ольга Яковлевна	ФБГУ «Государственный природный биосферный заповедник «Шульган-Таш», д. Иргизлы, Республика Башкортостан, Российская Федерация
Холопцев Александр Вадимович	доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, профессор, Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова», г. Севастополь, Российская Федерация ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация
Юдин Виктор Владимирович	доктор геолого-минералогических наук, профессор, вице-президент и заведующий Отделением естественных наук МОО Крымская Академия наук, г. Симферополь, Российская Федерация
Яковенко Ирина Михайловна	доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой туризма, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

Борисенко М.А., Комаристый С.А.

Железные дороги Алтайского края: исторические этапы развития и современные особенности географии пассажирского сообщения..... 3

Гуров С.А.

Развитие сельского зеленого туризма в Бахчисарайском районе Республики Крым..... 19

Дец И.А.

Агропромышленный комплекс Сибири как ресурс территориального развития..... 38

Коновалова А.В., Миненкова В.В.

Уровень социально-экономического благосостояния субъектов Северо-Кавказского федерального округа..... 54

Михайлова А.А., Самусенко Д.Н.

География инновационной инфраструктуры приморских эксклавов России..... 64

Плачинта И.Г.

Комплексное изучение влияния экономической эффективности на миграцию населения Акмолинской области..... 84

Степанов М.А.

Ретроспектива туристско-рекреационных исследований потенциала Центрального Черноземья: экономико-географический аспект..... 99

Яковенко И.М., Страчкова Н.В.

Геомаркетинговые подходы к обоснованию системы регионального рекреационного природопользования..... 116

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

Гусев А.П.

Дистанционные индикаторы ландшафтно-экологических тенденций (на примере юго-востока Беларуси)..... 127

СОДЕРЖАНИЕ

Гуськова Т.А. Пространственно-временная организация ландшафтов Кожевниковского Приобья в период заселения и хозяйственного освоения.....	136
Белецкая Н.П., Назарова Т.В., Пашков С.В. Генетическая классификация озерных котловин Северо-Казахстанской равнины	149

РАЗДЕЛ 3. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Клубов С.М., Третьяков В.Ю. Оценка загрязненности вод рек Санкт-Петербурга с использованием отчетных материалов ГУП «Водоканал СПб» в 2018 году.....	160
Васильев Ю.И., Беляков А.М., Назарова М.В. История становления науки природопользования, современные тенденции и перспективы развития.....	175
Пашков С.В. Экологическая устойчивость сельскохозяйственного землепользования в Северо-Казахстанской области	183

РАЗДЕЛ 4. ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ. ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Захарченко Е.И., Коноплев Ю.В. Геофизические критерии оценки межфлюидных контактов в нефтегазовых пластах на примере IV-го горизонта Анастасиевско-Троицкого месторождения.....	196
Гуленко В.И., Захарченко Е.И., Самсонов Е.А. Морская сейсморазведка высокого разрешения при инженерных изысканиях на акваториях.....	208
Мельников В.П., Галлямов Д.Р., Иванов К.С. Применение гранулированного теплоизоляционного материала «Диатомик» в экспериментальной технологии его укладки в дорожные конструкции.....	218

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Червяцова О.Я., Потапов С.С., Киселева Д.В., Тищенко А.И., Касаткин А.В., Токарев С.В., Амеличев Г.Н., Вахрушев Б.А.</i> Минеральные отложения пещеры Таврида (Предгорный Крым).....	226
--	-----

РАЗДЕЛ 5.

ГИДРОЛОГИЯ, ОКЕАНОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

<i>Асадов Х.Г., Абасаде Ф.Г.</i> Исследование эффекта экстремальной метеорологической видимости в береговых зонах из-за влияния относительной влажности на состав атмосферного аэрозоля.....	256
<i>Кусаинова А.А., Мезенцева О.В.</i> Определение местного стока методом воднобалансовых расчетов на основе метеорологических данных на территории Северного Казахстана.....	266
<i>Холопцев А.В., Подпорин С.А., Семивеличенко А.А.</i> Особенности межгодовых изменений повторяемости вторжений арктического воздуха над Тихим океаном в 1948-2017 гг.....	276

РАЗДЕЛ 6.

ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА

<i>Агеенков Е.В., Ситников А.А., Пестерев И.Ю., Попков А.В., Воднева Е.Н.</i> Переходный процесс на заземлённых линиях над поляризующейся землёй.....	288
<i>Лысенко В.И.</i> Лавовые палеопотоки триасового вулканизма в юго-западной части Горного Крыма.....	306
<i>Юдин В.В.</i> Генетические классификации основных геодинамических процессов и объектов.....	326

РАЗДЕЛ 7.

ГЕОИНФОРМАТИКА

<i>Красильников П.А.</i> Принципы формирования инженерно-геологических баз данных при разработке месторождений полезных ископаемых.....	345
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Оборин М.С.

Информационно-аналитические услуги как фактор повышения эффективности развития курортно-рекреационных систем региона.....	358
Сведения об авторах.....	376
Содержание.....	382