

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

Научный журнал

Том 3 (69). № 2

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, 2017

**Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»**

**Печатается по решению Научно-технического совета Крымского федерального
университета имени В. И. Вернадского, протокол № 7 от «14» сентября 2017 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, отрасль науки 25.00.00 Науки о Земле (географические, геолого-минералогические), дата включения – 12.07.2017, а также в систему «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ)

**Редакционная коллегия журнала «Ученые записки Крымского федерального
университета имени В. И. Вернадского. География. Геология»:**

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

1. Амеличев Геннадий Николаевич, к. г. н., доцент
 2. Боков Владимир Александрович, д. г. н., профессор
 3. Вольфман Юрий Михайлович, к. г.-м. н.
 4. Воронин Игорь Николаевич, д. г. н., профессор
 5. Дружинин Александр Георгиевич, д. г. н., профессор
 6. Ергина Елена Ивановна, д. г. н., профессор
 7. Никитина Марина Геннадиевна, д. г. н., д. э. н., профессор
 8. Олиферов Август Николаевич, д. г. н., профессор
 9. Пасынков Анатолий Андреевич, д. г. н.
 10. Позаченюк Екатерина Анатольевна, д. г. н., профессор
 11. Попкова Людмила Ивановна, д. г. н., доцент
 12. Пустовитенко Бэлла Гавриловна, д. ф.-м. н., старший научный сотрудник
 13. Скребец Григорий Николаевич, к. г. н., доцент
 14. Страчкова Наталья Васильевна, к. г. н., доцент (ответственный секретарь)
 15. Холопцев Александр Вадимович, д. г. н., профессор
 16. Швец Александра Борисовна, к. г. н., доцент
 17. Яковенко Ирина Михайловна, д. г. н., профессор
- Технический секретарь – Петлюкова Е. А.

Подписано в печать 14.09.2017. Формат 70x100 1/16

Объем 15,1 усл. п. л. Заказ № НП/98. Бесплатно. Тираж 50 экз.

Дата выхода в свет « » 20 г.

Адрес редакции, издательства и типографии

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 338.48

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КАРАВАНИНГА КАК РАЗНОВИДНОСТИ
АВТОТУРИЗМА

Логвина Е. В., Лобас К. В.

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: vivat.log.1474@mail.ru, lobas_kseniya@mail.ru*

Проанализированы вопросы, связанные с развитием автотуризма, даны его разновидности. Одной из форм является караванинг. Раскрыты вопросы, связанные с историей развития караванинга, дано определение понятию «караванинг» и приведена классификация. Проведен анализ караванинга по странам мира и России. Раскрыты проблемы развития караванинга в России, предложены пути их решения как перспективной отрасли туризма.

Ключевые слова: караванинг, дома на колесах, турист, дорожная инфраструктура, автокемпер.

ВВЕДЕНИЕ

Автотуризм предполагает путешествие с использованием личного или арендованного транспортного средства. Для мира данный вид туризма достаточно хорошо наиболее развит в туристской сфере.

К автотуризму можно отнести следующее:

- использование автомобиля для доставки к дестинации;
- караванинг – это вид отдыха, предполагающий передвижение и проживание в домах на колесах;
- джиппинг – экстремальный вид отдыха и туризма, заключающийся в прохождении туристических маршрутах по бездорожью на автомобилях класса джипа (или вездеходах).
- квадроциклинг – экстремальный вид туризма, заключающийся в прохождении туристических маршрутах по бездорожью на квадроциклах;
- автопробеги и экспедиции, которые зачастую организуют спонсорские программы со спортивной, испытательной, пропагандистской, исследовательской и другими целями.

Путешествие на автодоме является альтернативой не только организованному туризму, но и обычному автотуризму. Если задача автопутешествия – увидеть, охватить как можно больше, если интересны не только запланированные точки пути, но и важен и сам процесс, то это – путешествие на автодоме.

Эти путешествия по характеру могут совмещать экологический и активный туризм с познавательным и экскурсионным, т. к. в качестве транспорта и средства размещения караванинг использует специальные, приспособленные для

путешествий, универсальные по назначению туристические транспортные средства, т. е. это не только автопробег, но может включать также экскурсии, велопробег, пешие маршруты и др.

Таким образом, караванинг – комбинированное по характеру путешествие, объединяющее разные виды туризма.

Караванинг как самостоятельная форма автотуризма имеет свою специфику, технически основанную на знаниях инфраструктуры, навыках управления крупногабаритным транспортным средством, пользования и обслуживания систем жизнеобеспечения автодома. В сравнении с обычным автотуризмом, у караванинга больше возможностей, т. к. он предлагает автономный формат как проезда, так и проживания, особенно подходит для масштабных и дальних автопутешествий. Безусловно, *караванинг* – активный вид отдыха.

С другой стороны, караванинг может иметь и прикладное значение, если его использовать в качестве средства сопровождения других видов туризма – благодаря возможностям транспортировки туристического снаряжения, обеспечения проезда и проживания туристов. В качестве такового применение караванинга ограничено лишь наличием дорог в том или ином регионе, где для подъема в гору можно подъехать на авто к началу маршрута и природный национальный парк окружен кемпингами или хотя бы стоянками. Караванинг предназначен не только для автотуризма, но и для других видов активного отдыха, использующих его в прикладном значении, т. е. как универсальную технологию организации путешествия и отдыха.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Караванинг – это вид отдыха, предполагающий передвижение и проживание в домах на колесах. Рынок караванинга широк: от прицепа-палатки и жилого прицепа (для транспортировки которых требуется машина-тягач) до интегрированного автокемпера, вместимость которого может достигать 6–8 человек.

На сегодня в стандартную комплектацию кемпера зачастую входят: душ, туалет, газовая плита, холодильник, система обогрева, емкости для воды. Более современные модели также оборудованы телевизорами и DVD, раздельным кондиционированием кабины и салона, подогревом спальных мест и различными аксессуарами. Дома на колесах можно классифицировать по количеству спальных мест: *camperhome* – три спальных места; *standard* – четыре; *intermediate* – пять; *large* – шесть; *deluxe* – шесть спальных мест и повышенный комфорт.

Одним из преимуществ путешествия в доме на колесах является тот факт, что автокемперы в основном весят не более 3,5 т, поэтому для их управления достаточно прав категории В.

Первые упоминания о «передвижных домах» встречаются в истории Древнего Египта, но зарождение караванинга относится к 20 веку. Тогда Генри Форд запустил массовое производство Лиззи. Автомобиль стал доступен, и многие американцы начали путешествовать по стране.

С 30-х годов XX века караванинг активно развивается в Германии и США. В 1934 г. в Америке основатель компании Airstream Trailer Уолли Бьям создал трейлер «Воздушный поток». В нем имелось отопление, водоснабжение, биотуалет. В 1936 г. вышла модель Strimer. В нем имелись электричество, аккумулятор, аналог современного кондиционера, кухня-трансформер, которая превращалась в кровать [1].

Во время Второй мировой войны производство трейлеров было приостановлено. Автодома стали роскошью. После войны компания Airstream Trailer стала одной из самых известных производителей трейлеров в мире.

В 1957 г. в Германии Volkswagen начинает выпускать автомобиль для кемпинга Campingbox. В 1959 г. их количество превысило тысячу. Летом 1967 г. Volkswagen представляет новое поколение Transporter. В 1976 г. появляется модель Berlin, а летом 1990 г. на выставке в Ганновере – модель California [1].

Наряду с Volkswagen развивается и немецкий холдинг «Humer», который в 1958 г. запускает в массовое производство свои первые прицепы. Они были легкими, малогабаритными, отвечали требованиям аэродинамики. В 1959 г. их число достигло 455. Следующим шагом было создание автодома: в 1962 г. появляется первый вариант – Sagvano. Но компания Borgward, производившая для него шасси, разорилась. Поэтому производство автодома было приостановлено.

13 марта 1968 г. пожар уничтожил почти всю фирму, но, несмотря на это, производство продолжалось, в 1970 г. было выпущено 3 тысячи караванов. В 1971 г. Humer на караван-салоне представляет новый автодом Humermobil-550 на шасси Mercedes. Его длина составляла 7,4 метра. В 1974 г. началось его массовое производство [2].

29 октября 2011 г. в немецком городе Бад-Вальдзее открылся музей Эрвина Хюмера, посвященный караванингу. В музее представлено более 80 наиболее ярких моделей автодомов с начала 1930-х до 1980-х годов [3].

История развития караванинга в СССР началась в 70-х годах, когда люди стали путешествовать по стране на автомобилях с прицепами. Наиболее популярной была прицеп-палатка «Скиф» в разных вариациях: палатка или палатка-веранда. Они отличались по площади и вместимости. Максимальная вместимость – 6 человек.

Прицеп представляет собой в разобранном состоянии спальня отсек с верандой площадью 15 м², имеются москитные сетки, стулья, спальня места, кухонных блок, палатка устойчива к ветрам. Разложить палатку можно за 10–15 минут. В настоящее время такой прицеп можно купить за цену до \$ 500–700.

Кроме «Скифа» в СССР на Ульяновском автомобильном заводе разработали и выпустили дом на колесах на базе УАЗ-452. Он был единственным в Советском Союзе автодомом, который разрабатывался для массового производства. Выпущен, однако, был лишь один экземпляр в 1971 г.

В 1972 г. автомобиль пересек пустыню Сахара для того, чтобы доказать, что данная модель не хуже большинства западных аналогов. Но в массовое производство автодом УАЗ-452 запущен не был по причине нехватки средств у населения на его приобретение [4].

В 1983 г. журнал Auto in Fuoristrada проводил в Сахаре совместные испытания автодома на базе УАЗа с внедорожными кемперами на шасси Renault-Saviem TP3 и IVECO Daily. УАЗ показал себя наиболее проходимым, но наименее комфортабельным.

В настоящее время в России большое значение имеет Караванцентр, цель создания компании – возрождение автотуризма. На базе шасси КАМАЗ-4326 был произведен автодом «КОВЧЕГ-001», он отличался комфортом и повышенной проходимостью. Кроме того, в производстве используют шасси Mercedes-Benz и Ford. Автодома изготавливают не только для частных лиц, но и для организаций и государственных структур. Российская академия наук (экспедиционные автомобили для изучения редких видов животных на Дальнем Востоке), ОАО «Газпром» (экспедиционные автомобили), Федеральная сетевая компания ЕЭС России (21 автомобиль различного назначения для обеспечения проведения Олимпиады 2014 г. в Сочи), а также разработка нескольких проектов для МЧС.

В настоящее время караванинг получил широкое распространение в Америке и Европе благодаря развитию там дорожной инфраструктуры. При этом популяризация таких путешествий порождает целую отрасль. К ней можно отнести производителей автодомов и жилых прицепов, компании, предоставляющие прокат кемперов, кемпинги, специализированные сервисные станции, а также туристские фирмы, разрабатывающие маршруты. Наиболее важной для караванеров выставкой европейского масштаба является Caravan Salon в Дюссельдорфе, Германия. Впервые она была проведена в 1962 г. С тех пор проводится ежегодно в конце августа – начале сентября. На выставке представлено около 2 тыс автодомов, а посещают ее более 150 тыс. человек. Ежегодно их количество растет. Большим преимуществом автодомов является объединение в них средства передвижения и места проживания. При этом туристы не зависят от расписания транспорта, не привязаны к средствам размещения. Также нет ограничения в багаже, есть возможность посетить регионы с плохо развитой инфраструктурой. Как определили социологи, владельцами караванов в основном являются люди старшего возраста и пенсионеры, часто супружеские пары (более 57 %). Рассмотрев данные Европейской Федерации караванинга в 2014 г., можно заключить, что в использовании находилось 3,89 млн прицепов и 1,67 млн автодомов в целом по Европе (Табл. 1).

Таблица 1.

Количество находящихся в использовании прицепов и автодомов, 2014 г.

Страна	Количество прицепов	Количество автодомов
1	2	3
Австрия	36500	22900
Бельгия	60000	55000
Дания	141000	16000
Финляндия	67700	50000
Франция	845000	417200
Германия	880000	450000
Великобритания	550000	205000
Италия	59300	206500
Нидерланды	462000	85000

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КАРАВАНИНГА КАК РАЗНОВИДНОСТИ АВТОТУРИЗМА

Продолжение табл. 1

1	2	3
Норвегия	80000	5700
Португалия	17300	10000
Испания	330000	29500
Швеция	281000	74300
Швейцария	34500	34000
Словения	10850	4850
Другие	41200	10100
Итого	3896650	1676050

Как видно из таблицы 1, наибольшее количество прицепов приходится на Великобританию, Францию, Нидерланды и Испанию, а наименьшее количество – Словению, Австрию и др. По автодомам: Великобритания, Германия, Франция – наибольшее количество, наименьшее – Словения, Норвегия и др., к тому же европейский парк караванов увеличивается ежегодно. По данным Федерации, за январь – июнь 2016 г. парк пополнился на 96 520 прицепов и на 107 707 автодомов (Табл. 2).

Таблица 2.

Зарегистрированные новые караваны (прицепы+автодома) в Европе, январь – июнь 2016 г. по сравнению с аналогичным периодом 2015 г.

Страна	Количество караванов		
	2015	2016	Изменение, %
Австрия	1491	1401	-6,0
Бельгия	3127	3 416	+9,2
Дания	1617	1798	+11,2
Финляндия	1027	1133	+10,3
Франция	16505	17756	+7,6
Германия	31353	37103	+18,3
Италия	3262	3468	+6,3
Нидерланды	5017	5345	+6,5
Норвегия	3296	3388	+2,8
Португалия	103	115	+11,7
Словения	176	185	+5,1
Испания	1744	2340	+34,2
Швеция	4548	5595	+23,0
Швейцария	3670	3658	-0,3
Великобритания	17680	18995	+7,4
Другие	1904	2011	+5,6
Итого	9620	107707	+11,6

Проанализировав таблицу 2, можно сделать вывод, что наибольший прирост

зарегистрированных новых караванов приходится на Испанию – 34,2 %, Швецию – 23,0 %, Германию – 18,3 %, только Австрия показала отрицательный результат, т. е. произошло сокращение на 6,0 %. Если вернуться немного назад, то необходимо отметить, что в 2013 г. на фоне мирового экономического кризиса наблюдалось снижение числа продаж средств передвижения караванинга на 5,5 % по сравнению с 2012 г. – 138 390 автомобилей и прицепов. Только Норвегия, Германия и Великобритания поддерживали уровни продаж 2012 г. В целом по Европе продажи автодомов снизились на 3,1 % в 2013 г. и составили 71 016; продажи прицепов снизились на 7,9 % по сравнению с 2012 г. и составили 67 374.

В 2013 г. Германия продолжала оставаться лидером продаж автодомов и прицепов. Продажа новых средств караванинга (с показателем 41 474), позволила Германии обогнать Великобританию и Францию с 28 540 и 23 712 соответственно.

Уровень 2014 г. был практически равен предыдущему году – 137 780 кемперов было продано в целом по Европе. И только в 2015 г. наблюдается устойчивая положительная динамика – 151 893 кемпера (+11 % от предыдущего периода). Стабилизация экономической ситуации приводит к росту доходов населения, соответственно и увеличению возможности приобретения кемперов и путешествиям на них. Также одной из причин увеличения роста числа продаж в 2015–2016 гг. автодомов и прицепов в Европе можно отметить проведение чемпионата Европы по футболу во Франции в 2016 г. В Европе, по сравнению с Россией, караванинг более распространен, размещение в кемпингах набирает обороты. Создание кемпингов значительно дешевле, чем строительство гостиниц, соответственно и размещение дешевле. Кроме того, можно посетить разные города проведения чемпионата. Развитию караванинга способствует хорошо развитая инфраструктура Европы. Например, в Германии количество кемпингов превышает 4 тысячи, а отрасль автотуризма обеспечивает рабочими местами более 170 тысяч чел. В целом по Европе на караванинг приходится около 22 % всех туристов. Кроме того, количество мест для ночлега опережает гостиничный бизнес: 10,8 млн мест против 8,7 млн мест. Товароборот в отрасли караванинга в целом по Европе составляет 28,33 млрд евро, из них около 16 млрд евро в сегменте кемпингов. Таким образом, ежегодно увеличивается количество туристов, предпочитающих такой вид отдыха.

Для России развитие караванинга особенно актуально в преддверии проведения чемпионата мира по футболу в 2018 г. Однако в РФ караванинг пока остается малоизвестным и дорогостоящим. Всего в России насчитывается не более 10 тыс. средств для караванинга. Количество кемпингов по стране – не более 700 стоянок, причем их уровень далек от европейских стандартов. Но развитие этой отрасли в РФ принесет в бюджет страны значительные суммы. К тому же в условиях подготовки к чемпионату мира по футболу 2018 г., который будет проводиться в России, важным является наращивание емкости кемпингов и улучшение условий обслуживания. Развитие инфраструктуры позволило бы открыть дальние регионы для внутреннего и въездного туризма. Для развития отрасли караванинга важен высокий уровень развития инфраструктуры, стабильная экономика страны, доходы

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КАРАВАНИНГА КАК РАЗНОВИДНОСТИ АВТОТУРИЗМА

населения выше среднего.

Первый тормозящий фактор развития данного вида туризма в РФ – плохо развитая транспортная инфраструктура. Основу дорожной сети страны составляют федеральные автодороги. Они обеспечивают связи субъектов РФ со столицей и другими регионами, внутри региона, со странами ближнего и дальнего зарубежья. Федеральные автодороги составляют не более 10 % общей протяженности дорог РФ, но при этом на них приходится около половины интенсивности движения.

Развитие сети автодорог возможно только на уровне государственных программ, поэтому Правительством разработана Национальная программа модернизации и развития автомобильных дорог РФ до 2025 года. В соответствии с данной Программой реализуются проекты по строительству и реконструкции федеральных, территориальных, муниципальных автодорог.

С 2016 г. в силу вступает 3 этап Программы, который предусматривает: создание сети многополосных автомобильных магистралей и скоростных дорог, формирование новых автодорожных направлений, обеспечение круглогодичной связи всех населенных пунктов с сетью дорог общего пользования.

Развитие сети автодорог позволит развивать туризм в удаленных регионах. Например, ремонт и строительство дорог в азиатской части РФ позволит развивать туризм на Байкале. В настоящее время этот регион известен и интересен туристам из-за рубежа, в том числе и караванерам. Однако, в связи с труднодоступностью региона, лишь небольшое количество туристов решаются на дальнейшее путешествие.

Вторая главная проблема развития караванинга – отсутствие оборудованных кемпингов. На сегодня ежегодный поток автотуристов в РФ составляет не более 1000 караванов, из них треть проезжают нашу страну транзитом.

Однако в европейских странах имеются туроператоры, организующие туры для автотуристов в Россию. Чтобы их количество и объемы продаж увеличились, необходимо как минимум развивать инфраструктуру, в том числе специализированную для караванинга, в наиболее привлекательных с точки зрения туризма регионах. Строительство кемпингов и их оборудование не требует таких капитальных затрат, как при строительстве гостиниц. При этом развитие сети кемпингов позволит не только привлечь иностранных туристов, но и развивать внутренний автотуризм. Популяризация караванинга позволит увеличить парк автодомов в целом по России. Кроме того, существование клуба «Лига караванеров» и его участие в Ассоциации кемпингов и караванинга, участие в выставках, проведение собственной выставки, посвященной караванингу, – CaravanEx в Москве способствуют продвижению данного вида туризма.

ВЫВОДЫ

Сегодня рынок караванинга в РФ находится в стадии становления, поэтому экономический кризис существенно пошатнул его положение. Более того, ранее таможенные пошлины с доставкой автодома составляли 40 % от стоимости каравана.

Если до кризиса в Европе приобрести подержанный дом на колесах можно

было за 30–35 тысяч евро, то в России стоимость такого могла доходить до 50 тысяч евро. С уровнем доходов населения в стране такой отдых позволить мог себе далеко не каждый. А в настоящее время таможенные пошлины еще и увеличились до 55 %. Это значительно будет сдерживать развитие караванинга в РФ.

Автодома практически не производятся на территории России, а также дома на колесах с сетью кемпингов являются частью автотуризма и стимулирующим фактором в сфере внутреннего и въездного туризма. Поэтому представители российского отделения немецкого производителя автодомов HYMER пытаются добиться применения новых таможенных пошлин для автодомов с экологическим классом не ниже Евро-4 в размере 0 %. Это бы поспособствовало развитию сферы туризма в целом, привлекло бы поступления денежных средств в бюджет страны, а также создало бы новые рабочие места.

Кроме вышеперечисленного, важно отметить, что при некоторых специфических поломках в автодоме приобрести запчасти в России иногда бывает просто невозможно, т. е. автодом может стать стационарным по непредвиденным причинам.

Развитие караванинга поспособствует развитию «туризма выходного дня», который в свою очередь сгладит сезонные колебания и повысит уровень доходов от туризма в целом.

Список литературы

1. Автоутро [Электронный ресурс]. URL: <http://www.autoutro.ru/>.
2. Лаура – автодома и караваны [Электронный ресурс]. URL: <http://www.laura-hymer.ru/>.
3. Новости туризма – TravelHit [Электронный ресурс]. URL: <http://www.travelhit.com.ua/>.
4. Уазбука [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uazbuka.ru/>.

ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF THE KAVARANING AS KINDS OF TRAILERING

Logvina E. V., Lobas K. V.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation,
E-mail: vivat.log.1474@mail.ru, lobas_kseniya@mail.ru*

Trailerling assumes a travel with use of the personal or leased vehicle. For the world this type of tourism is one of developed in the tourist sphere. It is possible to carry the following to trailerling: – use of the car for delivery to a destination; – the karavaning is the type of rest assuming movement and accommodation in mobile houses; – jeeping – the extreme type of rest and tourism consisting in passing tourist routes on off road terrain on jeep class cars (or go-anywhere vehicles); – a kvadrotsikling – the extreme type of tourism consisting in passing tourist routes on off road terrain on ATVs; – motor rallies and expeditions – often organize sponsor's programs with sports, test, propaganda, research and other purposes.

Karavaning – as the independent form of trailerling has the specifics technically based on

knowledge of infrastructure, skills of control of the large-size vehicle, use and servicing of life support systems of the autohouse.

The travel on the autohouse is an alternative not only to organized tourism, but also regular trailering. In comparison with regular trailering, the karavaning has more opportunities as offers an autonomous format both journey, and accommodation, especially is suitable for large-scale and distant autotravel. Certainly, a karavaning – an active type of rest. The market of a karavaning is broad: from a trail car tent and the camping trailer (which transportation requires the machine drive truck) to the integrated autocamper whose capacity can reach 6-8 people. Today often are included in a basic equipment of the camper: shower, toilet, gas stove, refrigerator, heating system, water storages. More modern models are also equipped with TVs and the DVD, separate conditioning of a cabin and salon, heating of berths and various accessories. Mobile houses can be classified by quantity of berths: camperhome - three berths; standard - four; intermediate - five; large - six; deluxe - six berths and the increased comfort. One of travel benefits on mobile houses is the fact that autocampers generally weigh no more than 3,5 t therefore for their management there are enough license of category "In". Origin of a karavaning belongs to the 20th century. Then Henry Ford started mass production of Lizzie. The car became available, and many Americans began to travel around the country. From 30th years of the 20th century the karavaning actively develops in Germany and the USA. In 1934 in America the founder of the Airstream Trailer company Walley Byam created a trailer "An air flow".

During World War II production of trailers was suspended. Autohouses became luxury. After war the Airstream Trailer company became one of the most known trailer manufacturers in the world. In 1957in Germany Volkswagen begins to issue the car for Campingbox camping. In 1959 their quantity exceeded one thousand. In the summer of 1967 of Volkswagen represents new generation of Transporter.

The history of development of a karavaning in the USSR began in the seventies when people began to travel around the country on cars with trail cars. The most popular was a trail car tent "Scythian" in different variations: tent or tent verandah. They differed on the area and capacity. The maximum capacity – 6 people. The trail car represents in disassembled state a sleeping compartment with a verandah of 15 sq.m, there are mosquito grids, chairs, berths, kitchen the block, the tent is steady against winds. It is possible to spread out a tent in 10-15 min. Now it is possible to purchase such trail car at the price to \$500-700. Except "Scythian" in the USSR at Ulyanovsk Automobile Plant developed and issued a mobile house based on the UAZ-452. It was the only thing in the Soviet Union the autohouse which was developed for mass production. Only one copy, in 1971 was issued, however. Karavantsentr is important for Russia now. Trailering revival was the purpose of creation of the company. On the basis of the KAMAZ-4326 chassis the autohouse KOVCHEG-001 was made, it differed in comfort and cross-country capacity. Besides, in production use the Mercedes-Benz and Ford chassis. Autohouses make not only for individuals, but also for the organizations and government institutions. The Russian Academy of Sciences (forwarding cars for studying of rare species of animals in the Far East), JSC Gazprom (forwarding cars), the UES of Russia Federal grid company (21 cars of different function for ensuring holding the Olympic Games of 2014 in Sochi),

and also development of several projects for the Ministry of Emergency Situations.

Now the karavaning was widely adopted in America and Europe, thanks to development of road infrastructure there. At the same time promoting of such travel generates the whole industry. It is possible to carry to it producers of autohouses and camping trailers, the companies providing hire of campers, campings, the specialized service stations, and also the tourist firms developing routes. Having considered data of the European Federation of a karavaning in 2014 in use there were 3,89 million trailers and 1,67 million autohouses in general across Europe. The greatest number of trailers is necessary on: Great Britain, France, the Netherlands and Spain, and the smallest quantity - Slovenia, Austria, etc. On autohouses – Great Britain, Germany, France the greatest number, the smallest – Slovenia, Norway, etc. Besides annually European park of caravans annually increases. According to Federation for January-June, 2016 the park was replenished on 96520 trailers and on 107707 autohouses. The greatest gain of the registered new caravans is the share of Spain – 34,2%, Shveshiya – 23,0%, Germany – 18,3 percent and only Austria has shown negative result, i.e. there was a reduction for 6,0 percent. Stabilization of an economic situation leads to growth of the income of the population, respectively both increase in a possibility of acquisition of campers and travel at them. Also one of the reasons of increase in growth of number of sales in 2015-2016 of autohouses and trail cars in Europe can note holding the European Football Championship in France in 2016. Development of a karavaning is promoted by well developed infrastructure of Europe. For example, in Germany the quantity of campings exceeds 4 thousand, and the industry of trailering provides with workplaces more than 170 thousand persons. In general across Europe about 22% of all tourists are the share of a karavaning. Besides the number of places for a lodging for the night advances hotel business: 10,8 million places against 8,7 million places. Besides, the goods turnover in a karavaning industry in general across Europe constitutes 28,33 billion euros, from them about 16 billion euros in a segment of campings. Thus, the number of the tourists preferring such type of rest annually increases. Development of a karavaning is especially urgent for Russia in anticipation of holding the FIFA World Cup in 2018. However in the Russian Federation the karavaning remains little-known and expensive so far. In total in Russia there are not Bol 10 thousand means for a karavaning. The quantity of campings countrywide is no more than 700, and their level is far from the European standards. But development of this industry in the Russian Federation will bring the considerable amounts of the budget of the country. Development of infrastructure would allow to open distant regions for internal and entrance tourism. Promoting of a karavaning will allow to increase the park of autohouses in general across Russia. Besides, existence of club League Karavanerov and her participation in Association of Campings and Karavaninga, participation in exhibitions, holding own exhibition devoted to a karavaning – CaravanEx in Moscow, promotes advance of this type of tourism.

Keywords: karavaning, mobile houses, tourist, road infrastructure, autocamper.

References

1. Avtoutro (Avtora) [Jelektronnyj resurs]. URL: 2011. <http://www.autoutro.ru>. (in Russian).
2. Laura – avtodoma i karavany (Laura – motorhomes and caravans) [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.laura-hymer.ru>. (in Russian).
3. Novosti turizma – TravelHit (Travel news – TravelHit) [Jelektronnyj resurs]. URL: 2011 - <http://www.travelhit.com.ua>. (in Russian).
4. Uazbuka (Uazbuka) [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.uazbuka.ru>. (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.
География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 14–35.

УДК 338.48:39(470+292.471)

РАЗВИТИЕ ЭТНИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

Логвина Е. В.

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени
В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: vivat.log.1474@mail.ru*

В 21 веке растет интерес к этническому туризму. Связано это с тем, что в условиях мировой глобализации происходит также глобализация народов и их культурных ценностей. Проанализированные вопросы связаны с развитием и становлением этнического туризма. Дана классификация видов и подвидов этнического туризма. Раскрыты виды и подвиды этнического туризма по федеральным округам Российской Федерации и в Республике Крым.

Ключевые слова: этнический туризм, историческое наследие, этническая культура, глобализация, культурные традиции, рекреационные ресурсы, этнокультурный туризм, этнографические объекты, этнический тур.

ВВЕДЕНИЕ

Российская Федерация и Крым имеют огромный потенциал для развития всех видов туризма, в том числе и этнического. Для его развития есть все необходимое: огромная территория, богатое историческое и культурное наследие. Развитие туризма, в частности этнического туризма, особенно значимо в многонациональных регионах с благоприятными климатическими условиями и богатым историко-культурным наследием. Во всем мире растет интерес к этнической культуре, в нашей стране наблюдается рост этнического самосознания.

Особое внимание уделяется вопросам сохранения этнокультурного наследия, самобытности, культурного разнообразия, а также проблемам взаимодействия туризма и культуры.

Этнический туризм иногда называют также этнографическим, поскольку этнография (народоведение) – это наука, изучающая бытовые и культурные особенности разных народов мира (народов-этносов), а в данном случае турист непосредственно знакомится с этими особенностями и в определенной мере изучает их.

В основе этнического туризма лежит интерес туристов к подлинной жизни народов, к знакомству с народными традициями, обрядами, культурой и творчеством. Этнический туризм содействует более тесным связям между народами, обменом представителями этих народов, включению их культуры в мировое культурное наследие.

Значимой чертой данного вида туризма является то, что он может быть интересен практически для любой категории туристов: как для иностранцев, так и для граждан РФ и Крыма, как для молодых людей, интересующихся историей, бытом и традициями своих предков, так и для более пожилой категории туристов, но в то же время это направление не так популярно и не распространено среди

широкого круга потребителей.

В 2013 году Министерством культуры Российской Федерации был разработан проект Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2020 года, согласно которому одной из предпосылок развития этнокультурного и познавательного туризма должна стать разработка комплекса мер по поддержанию и развитию традиционных ремесел и промыслов народов России, что соответствует ФЦП «Укрепление единства российской нации и этнокультурного развития народов России» (2014–2020).

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В 21 веке все больше растет интерес к этническому туризму. Это связано с тем, что в условиях мировой глобализации происходит также глобализация народов и их культурных ценностей. Возникают вопросы сохранности, возрождения и распространения идентичности этносов и народов.

При создании единого туристского коммуникационного пространства поглощается местная идентичность индивидов и этнических групп, возникает проблема сохранения культурного и языкового плюрализма с целью устойчивого развития государств и регионов. Станет ли разрушение самоидентификации регионов, которые принимают туристов, результатом глобализации зависит от того, насколько данный регион способен определить рамки своей «местной идентичности» и противостоять ей.

В противовес влиянию глобализации существует тренд локализации, который ведет к гомогенизации культур. Он направлен на сбережение осознанности и «ощущения идентичности, дома и сообщества». В то время как тенденции глобализации размывают границы национального и разрушают особенности этнических культур, тенденции локализации способствуют созданию и продвижению на мировой рынок уникальных, этнически оснащенных турпродуктов.

При взаимодействии этих двух тенденций появилось новое течение «глокализации», которое объединяет глобальные и местные характеристики при продвижении турпродукта. Это говорит о том, что локальный туристский продукт должен быть адаптирован для понимания и восприятия на мировом туристском рынке.

К новым популярным видам туризма можно отнести этнокультурный, антропологический, аборигенный и джайлоо-туризм. Сродным понятием к этнотуризму также можно назвать «культурный туризм» (в иностранной литературе встречается как «cultural heritage tourism», «heritage tourism» или «diaspora tourism»). Систематизируем и подробнее охарактеризуем все подвиды этнического туризма на рисунке 1.

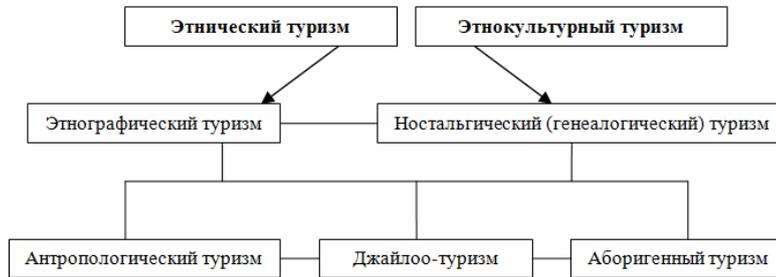


Рис. 1. Виды и подвиды этнического туризма [1].

Рассмотрев данный рисунок, можно сказать, что ностальгический туризм (генеалогический туризм) подразумевает посещение мест рождения или проживания предыдущих поколений.

В 1999 году Британское туристское управление (ВТА) призвало потомков иммигрантов и вывезенных арестантов вернуться на родину и заняться изучением своего прошлого. Это послужило развитию ностальгического туризма.

В наши дни ностальгический туризм достаточно популярен в странах Центральной Европы. На это повлияли события Второй мировой войны, которые повлекли за собой миграционные изменения.

Примерами такого туризма могут послужить приезд финнов в Карелию, приезд немцев в Калининградскую область или японцев на Сахалин. Исходя из научных исследований Университета Иллинойса, ностальгический туризм представляет собой один из наиболее стремительно развивающихся сегментов туризма.

Только в Шотландию приезжает свыше 1 млн туристов для того, чтобы найти или посетить своих родственников. Согласно данным экспертов, доход Шотландии от туризма при правильном развитии данного вида туризма может достигнуть 2,5 млрд долл.

Этнографический туризм преследует как познавательные, так и развлекательные цели, представляет собой знакомство с культурой, языком, традициями, обычаями и другими этническими особенностями и является видом, который рассчитан на массовый туризм.

Этнографические туры включают в себя посещение традиционных народных поселений, знакомит с предметами быта и культуры. Такие поселения могут быть подлинными (то есть люди на самом деле живут таким образом) и демонстрационными (искусственно созданные декорации).

Бутузов А. Г. утверждает: «Антропологический туризм как одно из направлений этнографического туризма предполагает изучение культур исчезнувших этнических общностей, посещение страны их прежнего проживания с целью знакомства с современной культурой; а также посещение мест компактного проживания народов, находящихся под угрозой исчезновения, и малочисленных

народов» [2].

Примерами посещения мест, где жили народы, которых уже нет, могут быть: туры знакомства с культурой инков в Перу, скифов – в Крыму. Актуальны туры и к караимам, которых осталось очень мало. В Панаме же организуют экскурсии к индейцам племени эмбера.

Аборигенный туризм – такой вид туризма, при котором община территории напрямую вовлечена в туристскую деятельность. Аборигенный туризм распространен в Австралии, где это туры на несколько дней с посещением деревень аборигенов, знакомство с их историей и культурой, осмотр основных достопримечательностей. Такие туры популярны и на северном побережье Гондураса, где проживает община народа гарифуна.

Аборигенный туризм можно встретить в северной части Тайланда, где туристов привлекают ночлегом в бамбуковых бунгало с живописными видами на чайные плантации, рисовые поля и джунгли. Для туристов организуют катания на слонах, а также туры к другим горным племенам.

Джайлоо-туризм происходит от слова «джайлоо», что в переводе с киргизского языка означает «горное пастбище». Этот вид туризма является самым молодым подвидом этнического туризма. Зародился такой отдых в конце 90-х гг. в Кыргызстане, когда приезжим туристам было предложено остановиться в юртах и пожить жизнью горного чабана.

Первыми туристами джайлоо-туризма стали путешественники из Германии, Швейцарии, Великобритании и России.

Кыргызстан и в наши дни остается безусловным лидером по организации этого вида туризма. Наиболее популярным маршрутом является тур Бишкек – село Корчкорка – Сарала Саз – Бишкек, во время которого туристы знакомятся с кочевым образом жизни, традиционными занятиями: учатся ткать алакиизы и ширдаки (национальные войлочные ковры).

Выделенные виды туризма – ностальгический (генеалогический); этнографический; аборигенный (туземный); антропологический и джайлоо-туризм являются частью этнического туризма (этнотуризма), но подобная классификация является весьма условной. Учитывая, что объектом этнического туризма являются народы и малые этнические группы, можно сделать вывод о том, что этнический туризм – это вид туризма, изучающий традиционную культуру и быт какой-либо этнической общности.

Уточнение содержания понятия «этнический туризм» и выделение его как самостоятельный вид туризма создают условия для его более детального изучения.

Выделяют две разновидности этнического туризма – поверхностный и глубокий. Глубокий этнический туризм связан с подлинностью ресурсов и знаний. Этот критерий определен разнообразием ожиданий и потребностей туристов, а также периодом времени, когда турист знакомится с этносом.

Помимо этого, критерий подлинности в сочетании с другими мотивами туристов при выборе маршрута характеризует то, насколько сильно турист погружается в познание этноса.

Данная связь показана в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика разновидностей этнического туризма в зависимости от критерия подлинности [3]

Фактор, влияющий на критерий подлинности	Разновидность этнотуризма	
	Поверхностный	Глубокий
Сохранность древней бытовой культуры этноса	–	Глубокий
Близость к природной среде проживания этноса	Поверхностный	Глубокий
Усилия, прилагаемые со стороны туристов для знакомства с интересующим их этносом	–	Глубокий
Желание туристов познать настоящую жизнь этноса	–	Глубокий
Желание коренного населения показать настоящую жизнь и культуру своего народа	Поверхностный	Глубокий

Рассмотрев данную классификацию, появляется возможность создать определенный подход к оцениванию, созданию и развитию ресурсов по отношению к каждой разновидности этнического туризма. По отношению к сохранению традиционного культурного ландшафта в разных регионах, можно определить специфику этнического туризма в современном мире. Выделяют два пути развития этнического туризма: «Южноамериканский» и «Азиатский».

«Южноамериканский» путь развития этнического туризма. Для удачного развития этнического туризма существует не так уж и много стран с нужными условиями и предрасположенностями. Таким регионом, который осуществляет этнические туры, можно назвать Южную Америку. На это повлияли и жизненные позиции местного населения, и правильная политика стран Латинской Америки. Местное население получает доходы не только за счет ведения хозяйства, но и за счет туризма. Ярким примером этнического туризма является район озера Титикака, Перу, где проживают индейцы кечуа и аймара. Наиболее популярным среди туристов являются плавающие острова, которые строит народ уру традиционно из тростника. На сегодня таких островов 42, самому крупному из которых – 160 лет. Проживают на островах около 1 500 человек, это примерно 350 семей. Чтобы сохранять и постоянно поддерживать традиционный ландшафт, необходимы большие усилия.

«Азиатский» путь развития этнического туризма. Для многих стран Азии характерно совсем другое развитие этнического туризма. Доходы от туризма приравниваются к доходам, полученным от трудоемкого традиционного природопользования. Ярким примером «азиатского» пути развития является северный Вьетнам (провинция Лаокай). Это горная местность, которая известна всему миру своими удивительными «рисовыми террасами». Помимо вьетнамцев, проживают и многие другие горные народы: хмонги, нунги, мьонги, таи и прочие.

РАЗВИТИЕ ЭТНИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

Увидеть представителей всех этих народностей можно каждое воскресенье в селении Бакха, в котором проходит крупная ярмарка, куда можно отправиться не только за покупками, но и стать очевидцем традиционного бытового обряда. Вьетнам является одним из самых популярных направлений международного туризма. Но основной доход до самой общины так и не доходит, так как основные предприниматели не являются жителями данного региона. В итоге создаются условия жесткой конкуренции, при которой местные жители готовы «кидаться» на каждого туриста. Местное население живет за счет позирования для фотографий, продажи товаров. Тем самым, не привлекая местные народы в сферу туризма, они становятся жертвами получения легких денег. Детей в возрасте 4–5 лет уже начинают учить попрошайничеству. Все это ведет к разрушению традиционного культурного ландшафта и затруднению самобытной жизнедеятельности.

Для того чтобы обеспечить сохранение традиционной культуры и ландшафта, следует придерживаться общих положений успешного развития этнического туризма:

- сохранность традиционного природопользования должна служить предпосылкой для сохранности культурного ландшафта региона;
- при развитии индустрии туризма стоит включать местное население, но только при условии полноправного партнерства;
- в отношениях между туристами и местными жителями должны сохраняться формулы «равный с равным» и «хозяин-гость».

Развитие этнического туризма затруднено без содействия правительства, без создания государственных программ, которые будут направлены на системное усовершенствование региона. Доходы региона не должны напрямую зависеть от доходов туризма. Разрабатывая программы поддержки развития этнического туризма, следует учитывать следующее:

- поддержка приоритетного развития традиционного природопользования;
- предоставление сбыта продукции, которую производят местные жители (обычно это продукты сельскохозяйственной деятельности и изделия ручной работы) по ценам, включающим доплаты за ведение хозяйства традиционными способами;
- распределение доходов от ведения традиционного хозяйства в соответствии вложенному труду каждого члена общины;
- покрытие нужд общины из дохода от туризма (строительство и развитие инфраструктуры, кредитование, улучшение сфер образования и здравоохранения, выплаты пособий и т. д.);
- искоренение жесткой конкуренции среди местных жителей;
- внедрение туристов в финансирование социальных программ, реализуемых в регионе.

В последние тысячелетия почти во всех странах мира происходит освоение рекреационных ресурсов, сменяя общепринятое природопользование. Только в одних регионах это освоение приводит к стимулированию и развитию хозяйственной деятельности, а в других происходит столкновение противоречий, которые ведут за собой развал традиционной системы поселений и деградацию

культурного ландшафта. Удивительно, что именно традиционные поселения и их уникальный уклад жизни привлекают туристов. Интерес к традиционной культуре народов разных стран приводит к появлению современных искусственно созданных туристско-этнографических стилизованных поселений, которые сопровождаются интерактивными программами, праздничными гуляниями, ярмарками, проведением различных мастер-классов и т. д. Набирает популярность проведение свадебных церемоний по национальным традициям разных народностей. Специально создаются гостинично-ресторанные комплексы с большими банкетными залами, которые могут разместить всех гостей и оказать услуги питания. Для создания таких культурно-этнографических центров выбираются большие пустынные территории, на которых строятся как местные центры, так и сочетающие в себе культуры нескольких народов мира (к примеру, «Этномир», Калужская обл.). Создание таких этноцентров необходимо для лучшего взаимопонимания между разными народами. Все это дает возможность воспроизводить и хранить память о традиционной культуре, но никак не саму традиционную культуру. Подобные культурно-этнографические центры представляют собой лишь музеи, которые никак не гармонируют с окружающей природой, являясь «отдельными экзотическими островками». То, что местное население задействовано лишь в туристской деятельности в неполной мере, также становится проблемой. Зачастую местных жителей привлекают в качестве актеров, а вот продукцию, которую продают, производят в других регионах, не получая полноценных финансовых доходов. Можно сделать вывод, что туризм, проводимый в культурно-этнографических центрах, можно назвать этнографическим. Что же касается непосредственно этнического туризма, то он должен представлять собой живое общение с представителями определенного народа, знакомство с традиционным укладом жизни, бытом и культурой, которые подвергаются непрерывному влиянию хозяйственной деятельности. Ландшафт, структура жилищных построек, обустройство быта, предметы одежды, национальных промыслов, кулинария, внутринациональные отношения – все это сосуществует в едином комплексе, узнать который можно, лишь побывав внутри этой системы жизнедеятельности и атмосферы. Традиционный этнический туризм распространен практически во всех странах мира, которых коснулась урбанизация и технический прогресс. Везде присутствует желание жителей городов узнать, как жили их предки, поэтому этнические путешествия организуют многие туроператоры. Современный мир отличается этническим и национальным разнообразием. В начале этого тысячелетия на нашей планете насчитывалось около двухсот независимых государств, пяти тысяч этнических групп и более шестисот сообществ, представители которых говорят на одном языке. Однако в последние годы эта структура мирового сообщества достаточно быстро деформируется под воздействием процесса глобализации. Так, например, по некоторым прогнозам, к концу XXI в. более половины из существующих в настоящее время этнических языков могут исчезнуть навсегда. В настоящее время становится очевидной проблема трудности «выживания» этносов в условиях глобализации, бурного научно-технического

РАЗВИТИЕ ЭТНИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

развития, экологических кризисов, роста информационных нагрузок. Одним из перспективных направлений деятельности по сохранению этнического многообразия регионов является этнический туризм. В России в различные периоды истории жили и внесли свой вклад в развитие такие народы, как викинги, древние славяне, монголо-татары, половцы, шведы, генуэзцы, скифы, греки и другие. Их присутствие отражается в нашем внешнем виде, языке, религии, традициях, а также в обрядах, фольклоре и многом другом. Все это послужило становлению этнического туризма в Российской Федерации. Россия представляется как страна с великим культурно-историческим наследием и полинациональным потенциалом. Этнические туристские продукты были сформированы на территории страны, в частности на Севере России, в Сибири и на Дальнем Востоке. Согласно реестру туристических маршрутов Российской Федерации, этнические маршруты присутствуют более чем в 20-ти субъектах РФ. Эти маршруты пользуются значительной популярностью ввиду того, что по заказу Федерального агентства по туризму было проведено социологическое исследование. Характерной чертой этнического туризма является диверсификация его структуры, которая вызвана разнообразием спроса. В Российской Федерации в последнее время повышается интерес к традиционной русской народной культуре, как следствие, активно развиваются этнографический и этнический виды туризма. Рассматривая развитие туризма в Северо-Кавказском федеральном округе, наряду с горнолыжным и лечебно-оздоровительным видами, ведущими направлениями являются культурно-познавательный, деловой, экологический, спортивный и этнический виды туризма.

Приволжский федеральный округ характерен своеобразным составом населения, которому присущи свои языковые, культурные и религиозные особенности. Несмотря на такое разнообразие, все виды этносов, проживающие на данной территории, достаточно мирно и органично сосуществуют. Такой жизненный уклад и приводит к развитию культурно-познавательного, паломнического и этнического туризма. В Чувашской Республике начиная с 2014 года планируется реализация проекта по созданию туристско-рекреационного кластера «Этническая Чувашия». В этот кластер входят два уникальных инвестиционных проекта (создание туристского комплекса «Этническое экологическое поселение “Ясна”») и создание этнографического комплекса «Амазония» на территории Парка культуры и отдыха им. 500-летия г. Чебоксары).

Развитие этнического туризма имеет место и на Западном Урале, где возможно ознакомление с ремесленничеством, кулинарией, национальными праздниками и бытом нескольких этносов. Уральский федеральный округ обладает уникальными природными ресурсами и историко-культурным наследием, что способствует формированию и развитию таких видов туризма: круизный, спортивно-оздоровительный и этнический. Чтобы развивать эти виды туризма в полном объеме, стоит улучшить состояние инфраструктуры и маркетинговое обеспечение округа. На территории Сибирского федерального округа планируется реализация ряда инвестиционных проектов в сфере туризма. В Республике Бурятия в рамках Недели открытия Республиканского года туризма реализован межрегиональный туристский проект «Сказочный Сагаалган в Бурятии – 2013».



Рис. 2 Кластер «Этническая Чувашия» [4].



Рис. 3. Туристский комплекс «Степной кочевник» [5].

В рамках мероприятий данного проекта гости посещают бурятские, старообрядческие и казацкие этнодеревни, знакомятся с ландшафтами озера Байкал,

религиозными объектами православия и буддизма. Кроме того, создаются 8 зон экономического благоприятствования туристско-рекреационного типа в Северо-Байкальском, Тункинском, Заиграевском, Кабанском, Кяхтинском и Иволгинском районах, гг. Улан-Удэ и Северобайкальске. Реализуются проекты по строительству этнографических комплексов «Степной кочевник» и «Хотогор в Ацагатской местности».

В Иркутской же области собираются создать Байкальскую туристско-рекреационную зону, в которой будут развиваться следующие виды туризма: лечебно-оздоровительный, культурно-познавательный, приключенческий, деловой, этнографический, религиозный, экологические и другие. К популярным этническим проектам относятся архитектурно-этнографические музеи под открытым небом: Кижы (Республика Карелия), Витославицы (Новгородская обл.), Малые Карелы (Архангельская обл.), Семеново (архитектурно-этнографический музей Вологодской обл.); они сохраняют и изображают образцы деревянного народного зодчества. Все чаще открываются комплексы со специфическими этническими названиями: Тридевятое царство (Ярославская обл.), Город мастеров (Нижегородская обл.). Строятся многочисленные сельские усадьбы, предоставляющие услуги не только проживания, но и традиционного досуга (деревня Мандроги, Ленинградская обл.). Этнический туризм имеет большие перспективы в России и становится ведущим направлением туристской деятельности. Основными формами этнического туризма являются: этнографический музей под открытым небом, этнографический музей-заповедник, археолого-этнографические комплексы, этнографические деревни, театрализованные праздники и обряды. Этнические туры основаны на исторических и народных памятниках. В рамках рассмотренных туров туристам предлагается уникальная возможность знакомства с утраченной культурой, традициями и бытом коренных народов, включая посещение национальных домов, проживание в семьях различных национальностей, участие в народных праздниках и гуляниях, ознакомление с местными народной кухней, народными промыслами, прикладным искусством и т. д. Этнический туризм является достаточно новым видом туризма для Республики Крым, а потому является актуальным и перспективным. К предпосылкам развития этнического туризма в Крыму можно отнести следующие:

- 1) этническое многообразие население, которое проявляется в различных масштабах.
- 2) уникальное сочетание культур разных народов, которые подвергались продолжительным ассимиляциям, аккультурации и интеграции;
- 3) пропаганда межэтнической толерантности, учитывая различия культур и религий;
- 4) влияние глобализации и урбанизации;
- 5) развитие внутреннего туризма;
- 6) необходимость в сглаживании сезонности

Этнический туризм просто необходим для полиэтнических территорий, так как он укрепляет межэтнические отношения, ставя определенные общие цели. Также важно отметить, что этнотуризм стимулирует развитие социально-экономических

показателей страны и может быть источником материальной выгоды. Среди потенциальных выгод можно выделить следующие:

1) поступление финансовых средств в местные национальные общины и культурно-этнографические центры;

2) занятость населения временная или на постоянной основе;

3) внедрение образовательных программ, пробуждающих этническое сознание (пропаганда идей сохранности этнической идентичности и охраны окружающей среды);

4) по отношению к другим видам туризма, значительно меньше приносит вреда, при этом обладает множеством положительных сторон;

7) на примере этнического туризма можно формировать имидж целого региона или даже страны;

8) этнический туризм, по сравнению с другими видами туризма, с легкостью совмещается с традиционным образом жизни малых этнических групп и народов;

9) этнический туризм – хороший вариант для привлечений иностранного капитала. Сегодня отечественный этнический туризм при своем богатом историко-культурном потенциале должного развития не получил. Это связано с множеством проблем:

1) недостаточная изученность данного вида туризма;

2) роль территориальных характеристик в области организации и управлении развития этнического туризма;

3) место этнического туризма в уже разработанных классификациях;

4) отсутствие на туристском рынке квалифицированных кадров, специализирующихся преимущественно или исключительно на этнических турах.

Непременным условием успешного развития этнокультурного туризма Семкина Н. С. считает «возможность своевременного получения, корректировки профессиональными организаторами исчерпывающих и точных сведений об этнокультурных ресурсах» [6].

Для решения возникших проблем развития этнического туризма следует усилить государственное регулирование туристского бизнеса, укрепить законодательную базу туристского комплекса, укрепить взаимодействие между государственными органами власти и организациями, которые имеют отношение к этническому туризму. Этнические туры привлекают туристов определенными этнографическими объектами и конкретными народностями. Из этого следует необходимость в создании новых и комбинировании старых маршрутов. Все это может способствовать новому уровню развития этнического туризма, привлекая к созданию не только региональные, но и федеральные программы развития туризма. Развитие этнического туризма является единственно возможным способом сохранения уникальных традиционных ландшафтов и традиционных культур. Но при неправильной организации данный вид туризма может способствовать быстрому вырождению народов и уничтожению существующих культурных ландшафтов.

Этнокультурное разнообразие Крыма приходится на начало 90-х годов. В 1991

году был открыт первый домашний этнографический музей украинского и русского быта в селе Николаевка Ленинского района. Первые же экскурсии, которые знакомили с культурой и бытом крымских татар и греков, появились лишь к концу 90-х: «В гости к крымским татарам», село Соколиное (1998), крымско-татарский культурно-этнографический центр, г. Алушта (1998, поддержан Датским советом по беженцам); Старокрымский дом-музей истории, культуры и быта крымских татар (1999); культурно-этнографический центр «Карачоль», село Чернополье (1999, поддержан Крымским центром развития туризма по программе «Тасис»). В отдельные экскурсии, в роли дестинации, включались бывшие немецкие, чешские, эстонские и болгарские поселения Симферопольского, Белогорского, Сакского, Красногвардейского и Кировского районов.

В июне 2000 года правительством Автономной Республики Крым было принято постановление, в котором оговаривалось осуществление плана реализации программы туристического обслуживания с внедрением этнографических деревень, а в 2001 году проводились специальные мероприятия по развитию культурно-этнографического туризма в Крыму до 2005 года. Также в 2000 году был поддержан проект по созданию культурно-этнографического центра «Коккоз» в селе Соколиное Бахчисарайского района, несколькими семьями местных жителей были организованы экскурсии и прием гостей. В 2001 году фонд «Відродження» объявил конкурс «Развитие моделей самозанятости локальных национальных сообществ», основной целью которого стало создание культурно-этнографических центров различных этнических групп Крыма. Фондом «Відродження» было поддержано 14 этноцентров в период 2000–2002 гг., самыми популярными из которых были историко-этнографический центр «Яш-Даг» (г. Евпатория), крымскотатарско-украинский культурно-этнографический центр «Сюрень» (с. Танковое, Бахчисарайский район), караимский культурно-этнографический центр (Чуфут-Кале, Бахчисарайский район), этно-экотуристический комплекс на основе старинной крымскотатарской усадьбы в селе Богатое Ущелье (Бахчисарайский район), немецкий культурно-этнографический центр – кафе-клуб «Кроненталь» (с. Кольчугино, Симферопольский район), крымскотатарский этно-туристический центр «Керменчик-Акмечеть» (г. Симферополь, с. Заречное, Симферопольский район) и др. Также были финансированы создание музея крымчакских древностей и рукописей, возрождение и создание народных промыслов, театральных групп других народов. Полуостров Крым изначально был полиэтнической территорией. На протяжении многих лет создавалась богатейшая история, культурное наследие (конец 18 и начало 19 веков) знаменуется появлением представителей многочисленных народов, которые в дальнейшем привнесли вклад во все области жизни: культуры, религии, быта и прочее. Влияние каждого из этносов в итоге привело к формированию уникального турпродукта, который объединяет в себе и другие виды туризма, помимо этнического. «В настоящее время в Автономной Республике Крым, по последним данным переписи населения, проживает 175 национальностей». Функционирует 77 культурно-этнографических центров (см. Рис. 4).

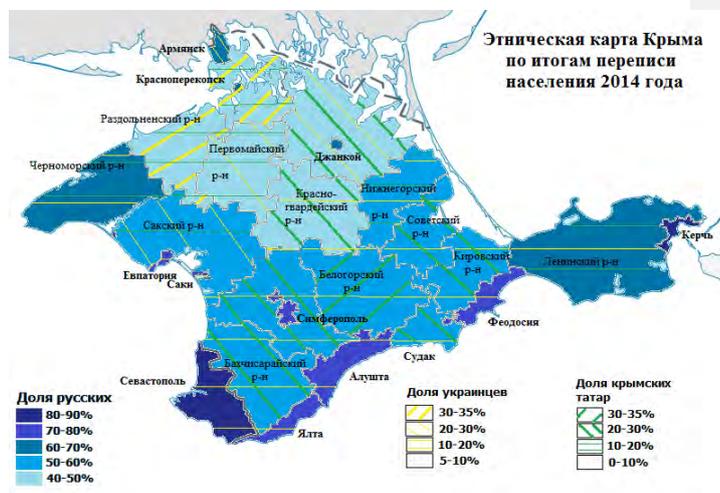


Рис. 4. Этническая карта Крыма по итогам переписи населения 2014 г. [7].

Многие этносы и этнические группы и в наши дни ведут активную популяризацию своего историко-культурного наследия, пытаются сохранить её, развить и приумножить. К таким этносам относятся народы, сформировавшиеся на полуострове или имеющие этническую историю, тесно связанную с Крымом – крымские татары, крымчаки, караймы, армяне, греки и крымские цыгане-чингине. Также это этнические группы, массово появившиеся на полуострове 150 и более 200 лет назад, имеющие своеобразную историю и культуру. Их традиционно-бытовая культура в той или иной мере подвергалась этнической ассимиляции, взаимовлиянию: в ней появились региональные особенности, а некоторые стороны материальной и духовной культуры сохранились и стали активно возрождаться с конца 80-х – начала 90-х гг. XX столетия.

Среди них: болгары, немцы, русские, украинцы, белорусы, евреи, чехи, поляки, ассирийцы, эстонцы, французы и итальянцы. Армянская и греческая общины в XIX веке стали формироваться переселенцами из других регионов. В дополнении можно выделить еще одну группу населения (после 1945 года стали приезжать и постепенно образовывать диаспоры в Крыму): азербайджанцы, корейцы, поволжские татары, мордва, чуваша, цыгане, а также пополнившие восточнославянское население полуострова русские, украинцы и белорусы из различных регионов. Кроме русских, здесь проживают украинцы, крымские татары, греки, немцы, чехи, эстонцы, армяне и другие народы. Эти народы представляют собой уникальные культурно-этнографические центры, каждый из которых по-своему уникален и является интересным туристским продуктом. В подобных

РАЗВИТИЕ ЭТНИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

центрах можно познакомиться с архитектурными традициями, культурой, бытом и национальной кухней народов, а также принять участие в проведении национальных праздников и обрядов. Для того чтобы увидеть разницу сохранности культуры центров, будут рассмотрены наиболее известные, а также те центры, о которых почти никто не знает.

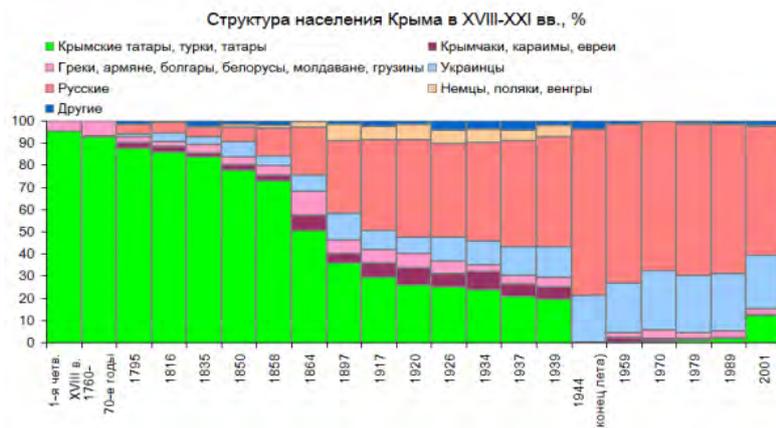


Рис. 5. Структура населения Крыма XVIII–XXI вв., % [8].

Украинский культурно-этнографический центр «Украинская хата» находится в с. Новониколаевка Ленинского района. Музейный комплекс состоит из трех зданий: собственно здание музея и два «экспонария» – «Украинская хата» во дворе и дом, где живут хозяева. Директором этого частного этнографического музея является Клименко Юрий Андреевич. Идея создания этого музея зародилась задолго до его создания в 1991 году, благодаря поддержке Министерства культуры Крыма.

В музее представлена выраженная в археологических находках 25-вековая история всего Керченского полуострова, а именно: античных и средневековых монетах, древних орудиях труда, украшениях, посуде и других предметах бытовой культуры восточнославянского крестьянства 19–20 вв. Отдельные стенды посвящены истории развития ремесел у местных крестьян, медицине, музыке, традиционной обрядности. Среди экспонатов – сельскохозяйственные орудия труда и орудия для изготовления одежды, обуви, головных уборов; подлинная одежда русских и украинских крестьян кон. XIX – нач. XX вв.; мебель, утварь и пр. Всего в музее представлено около 500 экспонатов. Комплекс «Украинская хата» представляет собой музей под открытым небом. Хата полтавского типа воссоздает интерьер восточнославянского жилища того периода со всеми прилегающими убранствами и предметами обихода.

Дом-экспонарий семьи Клименко не менее привлекателен, чем музей этнографии и «Украинская хата». В доме имеется библиотека, которая насчитывает более 3000 томов различного содержания, среди которых рукописи самого Ю. А. Клименко: легенды, стихотворения, краеведческие, этнографические исследования. Большой зал занимает своеобразная «кунсткамера»: картины работы Юрия Клименко, репродукции, домотканые ковры, гобелены, вышивки портретов и пейзажей работы супруги Валентины Алексеевны. Ю. А. Клименко также занимается изучением локаций древних реликвий окрестностей села Новониколаевка. Благодаря его исследованиям и разработке проекта, был воздвигнут памятник крымским партизанам в с. Новониколаевка.

Крымско-татарский культурно-этнографический центр «Коккоз», расположенный на берегу одноименной реки в с. Соколиное Бахчисарайского района. Коккозы с тюрк. – «голубой глаз». Данное село расположено в долине, которую окружают горные массивы: Ай-Петри, Бойко и Орлиный Залет. В этой местности до наших дней смогли сохраниться всевозможные древние татарские жилища, предметы быта, мечети, фонтаны. Всё это на сегодня представляет огромную ценность и интерес для посетителей. В то время местом ночлега для путешественников служил караван-сарай, вблизи с которым имеется углубление для фонтана. Этот фонтан назван в честь князя Али-бея Булгакова, хозяина этих территорий до 1917 года. Рядом с усадьбой хозяина находится мечеть 19 столетия. Еще одной достопримечательностью села является мечеть Куртлер-маале середины 19 столетия.

Греческий культурно-этнографический центр «Карачоль» находится в селе Чернополье Белогорского района. Раньше село Чернополье так и называлось – Карачоль, что в переводе с крымскотатарского означает «черная степь». Основали село в середине 19 века, а уже сам музей работает с 1992 года при общине местных греков. Для музея в 2003 году было построено специальное здание в стиле сельской жизни и быта геков-фракийцев (переселенцы из Восточной Фракии). В 2004 году при содействии Крымского этнографического музея была открыта экспозиция, отображающая представление о традиционной жизни греков и их быте. В Чернополье находится еще одна не менее важная достопримечательность – церковь святых равноапостольных Константина и Елены. В жизни греческого народа религия играет очень важную роль. 3 июня все греки Крыма и гости нашего полуострова собираются в селе Чернополье для празднования «Панаира».

Армянский культурно-этнографический центр «Сурб-Хач» находится в окрестностях города Старый Крым. Сурб-Хач – это название армянского монастыря. На территории монастыря также имеются: церковь Сурб-Ншан, или церковь св. Знамения; кельи (братский корпус) 1694 года, трапезная монастыря XVIII в. с достроенным вторым этажом в конце XIX в.; два источника воды и лестницы в монастырском саду XVIII–XIX вв. В период армянской колонизации крымских территорий и была построена церковь, а именно в 1358 году. Позже к храму был пристроен гавит (притвор) с колокольней, а в 1719 году – братский корпус с кельями для монахов. К западу от храма расположилась трапезная, под

зданием которой находились подвальные помещения. К южному фасаду прилегают кельи (братский корпус) и внутренний дворик. Одной из основных задач любой национальной общины является сохранение национального языка, культуры, обычаев и других ценностей народа. С такой целью при крымском армянском обществе действует культурно-этнографический центр «Луйс». На базе этого центра возобновлена публикация газетного издания «Голубь Масиса», ведутся теле- и радиопередачи на армянском языке, издается различная литература, организовываются и проводятся национальные праздники и вечера. В Крыму сохранилось около 20 армянских крупных средневековых памятников и около 350 памятников малых архитектурных форм. Все это, составив неотъемлемую часть истории и культуры полуострова в целом, является наследием армян, проживавших в Крыму в разные периоды истории.

С каждым годом в Крыму все больше внедряется новых видов туризма, к таким видам относится и этнический туризм. Этот вид туризма имеет огромный потенциал для развития, но на данной территории очень редко встречается в чистом виде. Чаще всего он комбинируется и содержит элементы этнографического, культурного, сельского и экологического видов туризма, а потому может стать стержнем всей туристической инфраструктуры полуострова.

Создание и реализация программ этнического туризма – непростая задача и не может быть решена в одночасье. Скорее всего, такие программы должны быть включены в общегосударственную политику, привлекая тем самым новые инвестиции и свежие взгляды. Это требует взаимодействия различных уровней властей.

На сегодня этнический туризм в Крыму представлен на том же уровне, слабо. Все чаще он встречается как элемент экскурсионно-познавательного или этнографического туризма. Среди проанализированных нами турфирм только 3 из них предлагают туры именно этнического туризма.

К ним относится этнический тур по Крыму «Этно-калейдоскоп» Крымского туроператора ООО «ТК Ялос-Тур». Маршрут экскурсии – Ялта + Алушка + Ливадия + Бахчисарай + Инкерман + Херсонес + Севастополь (3 ночи в Ялте + 2 ночи в Севастополе). Средняя стоимость тура за 1 человека – 23 000 рублей. Основные места посещения – объекты бывших поселений греков, армян и крымских татар: Памятник Жертвам депортации крымскотатарского народа в сквере им. М. И. Калинина, Армянская церковь начала XX в., Бахчисарай (бывшая столица Крымского ханства и Крымской Народной Республики.) Этнической особенностью также является обед в кафе с колоритными татарскими блюдами.

Этнические туры организывает крымский туроператор «SunLine», подробной информацией которой на сайте, к сожалению, нет.

К этническому виду туризма также можно отнести экскурсию «Этническая летопись времен» турагентства «Севастополь-тур». Экскурсия подразумевает собой знакомство с древней столицей Крымского ханства – г. Бахчисараем. Маршрут включает: выезд из *Артбухты – Бахчисарай – Ханский дворец – Свято-Успенский монастырь – Чуфут-Кале – Артбухта.*

Туроператор ООО «Командор-Тур» предлагает следующие этно-туры: «Греки в

Крым», «Армяне в Крыму», «Татары в Крыму», «Караимы в Крыму». Это экскурсии по историко-архитектурным памятникам, храмам, местам быта и культуры. Программы включают гастрономические особенности, концертные программы, мастер-классы и прочее этническое разнообразие каждого из народов.

По этнографическим местам и этническим общинам Крыма экскурсии организывает ялтинская фирма, основной деятельностью которой является сдача квартир в г. Ялте.

Большинство турагентств предлагают уже этнографические туры. К ним относится турагентство «АрмЭтноТур», которое предлагает этнографические туры и экскурсии, связанные с жизнью армян на полуострове. Также предоставляют услуги по проведению концертных и развлекательных программ. Турагентство предлагает пятидневный тур «Путь тысячелетий» с маршрутом Феодосия – Судак – Старый Крым – Симферополь – Ялта – Севастополь – Бахчисарай – Симферополь. Также это экскурсия к армянской церкви им. Рипсима в Ялте и различные гастрономические туры с дегустацией армянских блюд и напитков. Этнографическо-гастрономический тур предлагает туроператор «СНП-Крым», объединяющий в себе славянскую, греческую, татарскую и караимскую культуры.

Этнографический туры «В гостях у крымских татар» можно встретить у крымского туроператора «Амиго-Тур». Это трехдневный тур с маршрутом Симферополь – Бахчисарай – Большой каньон – Ялта – Евпатория – Симферополь и шестидневный тур с маршрутом Симферополь – Бахчисарай – Соколиное – Богатое ущелье – Симеиз – Алупка – Ялта – Гурзуф – Евпатория – Симферополь.

Еще один этнографический тур представлен туристическим агентством «Парад экскурсий» и имеет название «Мозаика народов Крыма». Маршрут экскурсии проходит по следующим городам: Симферополь – Чернополье – Старый Крым – Феодосия – Балаклава – Севастополь – Бахчисарай – Евпатория.

Экскурсии с элементами этнографического туризма можно найти у туроператора «Рамут-Севастополь-Тур» и «Крым Сервис Тур».

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы: этнический туризм в Республике Крым – очень перспективное направление, но изучено и использовано крайне мало; в чистом виде почти не встречается, чаще – как часть этнографического или культурно-познавательного, ниша данного сегмента рынка освоена незначительно. В связи с тем, что Республика Крым с 2014 года является субъектом Российской Федерации, появилась надобность развивать туристическую сферу деятельности в регионе. С каждым годом этнический туризм становится все более популярным; что касается Республики Крым, то на полуострове проживает более 170 национальностей, что говорит о полиэтничном составе населения.

Это говорит о том, что этнический туризм достаточно перспективное и малоразвитое направление в Крыму. Заняв эту нишу, есть свободное поле деятельности, ведь конкуренция незначительна.

ВЫВОДЫ

Этничный туризм иногда называют также этнографическим, поскольку этнография (народоведение) – это наука, изучающая бытовые и культурные особенности разных народов мира (народов-этносов), а в данном случае турист непосредственно знакомится с этими особенностями и в определенной мере изучает их.

Российская Федерация и Крым имеют огромный потенциал для развития всех видов туризма, в том числе и этнического, для развития есть все необходимое: огромная территория, богатое историческое и культурное наследие. Развитие туризма, в частности этнического туризма, особенно значимо в многонациональных регионах с благоприятными климатическими условиями и богатым историко-культурным наследием.

В то время как тенденции глобализации размывают границы национального и разрушают особенности этнических культур, тенденции локализации способствуют созданию и продвижению на мировой рынок уникальных, этнически оснащенных турпродуктов. При взаимодействии этих двух тенденций появилось новое течение «глокализации», которое объединяет глобальные и местные характеристики при продвижении турпродукта. Это говорит о том, что локальный туристский продукт должен быть адаптирован для понимания и восприятия на мировом туристском рынке. К новым популярным видам туризма можно отнести этнокультурный, антропологический, аборигенный и джайлоо-туризм. Сродным понятием к этнотуризму также можно назвать «культурный туризм» (в иностранной литературе встречается как «cultural heritage tourism», «heritage tourism» или «diaspora tourism»). Примерами посещения мест, где жили народы, которых уже нет, могут быть: туры знакомства с культурой инков в Перу, скифов – в Крыму. В Крыму актуальны туры к караимам, которых осталось очень мало. В Панаме же организуют экскурсии к индейцам племени эмбера. По отношению к сохранению традиционного культурного ландшафта в разных регионах можно определить специфику этнического туризма в современном мире. Выделяют два пути развития этнического туризма: «Южноамериканский» и «Азиатский». «Южноамериканский» путь развития этнического туризма. Для удачного развития этнического туризма существует не так уж и много стран с нужными условиями и предрасположенностями. Таким регионом, который осуществляет этнические туры, приходится Южная Америка. «Азиатский» путь развития этнического туризма. Для многих стран Азии характерно совсем другое развитие этнического туризма. Доходы от туризма приравниваются к доходам, полученным от трудоемкого традиционного природопользования.

Развитие этнического туризма затруднено без содействия правительства, без создания государственных программ, которые будут направлены на системное усовершенствование региона. Доходы региона не должны напрямую зависеть от доходов туризма. В настоящее время становится очевидной проблема трудности «выживания» этносов в условиях глобализации, бурного научно технического развития, экологических кризисов, роста информационных нагрузок. Одним из перспективных направлений деятельности по сохранению этнического

многообразия регионов является этнический туризм. Этнические туристские продукты были сформированы на территории страны, в частности на Севере России, в Сибири и на Дальнем Востоке. Согласно реестру туристических маршрутов Российской Федерации, этнические маршруты присутствуют более чем в двадцати субъектах РФ. Эти маршруты пользуются значительной популярностью ввиду того, что по заказу Федерального агентства по туризму было проведено социологическое исследование. Характерной чертой этнического туризма является диверсификация его структуры, которая вызвана разнообразием спроса. В основе этнического туризма лежит интерес туристов к подлинной жизни народов, к знакомству с народными традициями, обрядами, культурой и творчеством. Интересная сторона этнографического туризма – организация туров к объектам религиозного паломничества: многочисленным христианским монастырям, мусульманским мечетям, караимским кенассам.

Список литературы

1. Святоха Н. Ю. Подходы к классификации этнического туризма [Электронный ресурс]. URL: http://vestnik.osu.ru/2014_6/38.pdf.
2. Бутузов А. Г. Состояние и перспективы развития этнокультурного туризма в Российской Федерации // Сервис в России и за рубежом. 2009. № 4. С. 11–15.
3. КрымСервисТур [Электронный ресурс]. URL: <http://crimeaservicetour.com/>.
4. Пресняков В. Н., Жулина М. А. Народные промыслы республики Мордовия и этнический туризм // География и туризм. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2010. С. 156–166.
5. Туристическое агентство «Парад экскурсий» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.excuriya-krym.com/>.
6. Семкина Н. С., Прокопьева Т. А. Перспективы развития этнического туризма в России // Вестник СГУТиКД. 2010. № 3 (13). С. 105–111.
7. Birtwistle Moira. Genealogy tourism // Niche Tourism. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2005. pp. 59–72.
8. Этнографические туры [Электронный ресурс]. URL: <http://comandor.com.ua/>.

DEVELOPMENT OF ETHNIC TOURISM IN THE RUSSIAN FEDERATION AND REPUBLIC OF CRIMEA

Logvina E. V.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: vivat.log.1474@mail.ru*

The Russian Federation and the Crimea has the huge potential for development of all types of tourism including ethnic and for development there is all necessary: huge territory, rich historical and cultural heritage. Tourism development, in particular ethnic, is especially significant in multinational regions with favorable climatic conditions and rich historical and cultural heritage. Now around the world interest in ethnic culture grows, and in our country growth of ethnic consciousness is observed. Special attention is paid to questions of preserving ethnocultural heritage, originality, cultural diversity, and also to

problems of interaction of tourism and culture.

Significant line of this type of tourism is that he can be interesting practically to any category of tourists. As for the young people who are interested in history, life and traditions of the ancestors and for more elderly category of tourists, but at the same time, this direction isn't so popular and isn't widespread among a wide range of consumers.

Russia is represented as the country with great cultural and historical heritage and the polynational capacity. Ethnic tourist products were created in the territory of the country, in particular in the north of Russia, in Siberia and in the Far East. According to the register of tourist routes of the Russian Federation, ethnic routes are present more than at 20 territorial subjects of the Russian Federation. These routes enjoy considerable popularity, in a type of the fact that by request of Federal Tourism Agency social research was conducted. Characteristic feature of ethnic tourism is diversification of its structure which is caused by a variety of demand. Recently interest in traditional Russian national culture increases, and as a result actively develops ethnographic and ethnic types of tourism.

Considering development of tourism in the North Caucasian Federal District, along with alpine skiing and medical and improving types, the leading directions are cultural and cognitive, business, ecological, sporting and ethnic types of tourism. The Volga Federal District is characteristic a peculiar composition of the population in which the language, cultural and religious features are inherent. Despite such variety, all types of ethnoses living in this territory rather peacefully and organically coexist. In the Chuvash Republic since 2014 project implementation on creation of a tourist and recreational cluster «Ethnic Chuvashia» is planned. This cluster includes two unique investment projects (creation of a tourist complex «The ethnic ecological settlement «Is clear» also creation of the ethnographic Amazonia complex in the territory of the Park of Culture and rest of the 500 anniversary Cheboksary). The Ural Federal District possesses unique natural resources and historical and cultural heritage that promotes forming and development of such types of tourism: cruise, sports and ethnic. to develop these types of tourism in complete amount, it is worth improving a condition of infrastructure and marketing providing the district. Implementation of a number of investment projects in the sphere of tourism is planned for the territories of Siberian Federal District.

In the Republic of Buryatia within «Week of opening of Republican year of tourism» the interregional tourist project «Fantastic Sagaalga in Buryatia – 2013» is realized. Ethnic tourism has big prospects in Russia and becomes the leading direction of tourist activity. The main forms of ethnic tourism are: the ethnographic museum under the open sky, ethnographic memorial estate, archeologo-ethnographic complexes, ethnographic villages, the dramatized holidays and ceremonies. Ethnic tours are based on historical and national monuments. Ethnic tourism is rather new type of tourism for the Republic of Crimea, and therefore is urgent and perspective. In the Crimea it is possible to carry the following to prerequisites of development of ethnic tourism: - ethnic variety of the population which is shown in various scales; - promotion of interethnic tolerance, considering distinctions of cultures and religions; - influence of globalization and urbanization; - development of internal tourism; - need for seasonality smoothing.

Ethnic tourism is simply necessary for the multiethnic territories as it strengthens the interethnic relations, setting particular common goals; ethnotourism stimulates

development of socio-economic indexes of the country and can be a source of material benefit. The ethnocultural diversity of the Crimea is the share of the beginning 90th years. In 1991 the first home ethnographic museum of the Ukrainian and Russian life in the village of Nikolaevka of Leninsky district which was supported by the Ministry of Culture of the Crimea has been open in spite of the fact that the museum hasn't gained further development. The first excursions have appeared only by the end 90th which acquaint with culture and life of the Crimean Tatars and Greeks. Separate excursions, as a destination, joined the former German, Czech, Estonian and Bulgarian settlements of the Simferopol, Belogorsk, Saksy, Krasnogvardeysky and Kirov districts. In June, 2000 the Resolution in which implementation of the plan of implementation of the program of tourist service with introduction of ethnographic villages, and in 2001 special events for development of cultural and ethnographic tourism in the Crimea till 2005 made a reservation was accepted the government of the Autonomous Republic of Crimea. Also in 2000 the project on creation of the cultural and ethnographic center «Kokkoz» in the village Falcon the Bakhchsarai district has been supported and several families of locals have organized excursions and reception of guests. In 2001 the «Vidrodzhennya» fund has announced the competition «Development of Models of Selfemployment of Local National Communities» which main objective was a creation of the cultural and ethnographic centers of various ethnic groups the Crimea. This fund has supported 14 ethnocenters during 2000-2002, the most populyarny of which was a historical and ethnographic center «Yash-Dag», the Crimean Tatar-Ukrainian cultural and ethnographic center «Syuren», the Karaites cultural ethnographic center, an ethno-ecotourist complex on the basis of the ancient Crimean Tatar estate in the village the Rich Gorge, the German cultural and ethnographic center - Kronental cafe club, the Crimean Tatar ethno-tourist center «Kermenchik-Akmechet», and creation of the museum of the Krymchak antiquities and manuscripts, revival and creation of national crafts, theatrical groups of other people have also been financed.

Creation and program implementation of ethnic tourism a difficult task can't be also solved suddenly. Most likely, such programs shall be included in nation-wide policy, attracting thereby new investments and new views. It requires interaction of various levels of the authorities. Interest of tourists in authentic life of the people, in acquaintance to national traditions, ceremonies, culture and creativity is the cornerstone of ethnic tourism.

Keywords: ethnic tourism, historical heritage, ethnic culture, globalization, cultural traditions, recreational resources, ethnocultural tourism, ethnographic objects, ethnic tour

References

1. Svyatoha N. YU. Podhody k klassifikatsii etnicheskogo turizma (Approaches to the classification of ethnic tourism) [Elektronnyj resurs]. URL: http://vestnik.osu.ru/2014_6/38.pdf (in Russian).
2. Butuzov A. G. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya etnokul'turnogo turizma v Rossijskoj Federatsii (Status and prospects of development of ethnocultural tourism in the Russian Federation) // Servis v Rossii i za rubezhom, 2009, no 4, pp. 11–15. (in Russian).
3. KrymServisTur (KrymServisTur) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://crimeaservicetour.com/> (in Russian).
4. Presnyakov V. N., Zhulina M. A. Narodnye promysly respubliky Mordoviya i etnicheskij turizm (Folk crafts of the Republic of Mordovia and ethnic tourism) // Geografiya i turizm. Perm': Permskij

РАЗВИТИЕ ЭТНИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
И РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

5. gosudarstvennyj natsional'nyj issledovatel'skij universitet (Publ.), 2010, pp. 156–166. (in Russian).
5. Turisticheskoe agentstvo «Parad ekskursij» (Travel Agency «Parad ekskursij») [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.excursiya-krym.com/> (in Russian).
6. Semkina N. S., Prokop'eva T. A. Perspektivy razvitiya etnicheskogo turizma v Rossii // Vestnik SGUTiKD, 2010, no 3 (13), pp. 105–111. (in Russian).
7. Birtwistle Moira. Genealogy tourism // Niche Tourism. Oxford: Butterworth-Heinemann (Publ.), 2005. pp. 59–72. (in English).
8. Etnograficheskie tury (Ethnographic tours) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://comandor.com.ua/> (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.
География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 36–45.

УДК 911.3

ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Ожегова Л. А., Мирончук Т. В.

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

Раскрыта сущность понятия «зароботная плата». Обоснованы географические подходы к изучению зароботной платы, дан анализ региональных различий средних номинальных зароботных плат в Российской Федерации. Показано место Российской Федерации по показателю величины зароботной платы среди стран мира, а также сформулированы главные проблемы зароботных плат в Российской Федерации

Ключевые слова: зароботная плата, прожиточный минимум, коэффициент Джини, абсолютная бедность, структура доходов населения по источникам формирования.

ВВЕДЕНИЕ

Зароботная плата выступает одним из главных факторов социально-экономической жизни каждой страны, коллектива, человека. Для большей части населения это основной источник дохода. Размеры зароботной платы и основы ее формирования оказывают существенное влияние на благосостояние населения и его уровень жизни. Уровень оплаты труда также воздействует на экономику в целом, формируя высокий спрос населения на товары и услуги. Посредством регулирования размера зароботной платы государство может контролировать размещение населения по территории и по отраслям.

Актуальность темы заключается в том, что зароботная плата была и остается для большинства членов общества основой их благополучия, а значит, зароботная плата и в перспективе будет наиболее мощным стимулом повышения производительности труда работников и производства в целом.

Зароботная плата является традиционным объектом исследования экономических и социальных наук. Географы, как правило, обращаются к зароботной плате в рамках комплексных исследований уровня и качества жизни населения, рынка труда, трудоресурсного потенциала территории и т. д. Именно недостаточность экономико-географических исследований региональных различий в показателях зароботных плат в РФ, выявлении причин их дифференциации и обусловила выбор данной темы исследования.

В связи с этим цель данной работы заключается в выявлении региональных особенностей зароботных плат в Российской Федерации, в частности в Крыму. В рамках достижения поставленной цели исследования нами определены возможности использования географических методов при изучении зароботной платы; выявлены региональные особенности зароботной платы в Российской Федерации и Крыму; определено место Российской Федерации в мировых показателях зароботных плат; выявлены основные проблемы зароботных плат в

Российской Федерации.

В работе был использован комплекс общенаучных и географических методов исследования: литературный, аналитический, статистический, сравнительно-географический, а также ГИС-технологии с использованием программного комплекса ArcView3.2a.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Тема распределения заработной платы нашла своё отражение в работах многих отечественных и зарубежных авторов, однако географами затронута мало. Географический подход к изучению заработной платы состоит в выявлении пространственных закономерностей в ее распределении по территории страны и выяснении их причин.

В соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации, «заработная плата (оплата труда работника) – вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также компенсационные выплаты (доплаты и надбавки компенсационного характера, в том числе за работу в условиях, отклоняющихся от нормальных, работу в особых климатических условиях и на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, и иные выплаты компенсационного характера) и стимулирующие выплаты (доплаты и надбавки стимулирующего характера, премии и иные поощрительные выплаты)» [1].

Заработная плата характеризуется рядом показателей:

- среднемесячная номинальная начисленная заработная плата (общая сумма денежных средств, получаемых работником за определенный период [2]);
- реальная заработная плата (количество товаров и услуг, которое может быть приобретено работником при существующем уровне номинальной заработной платы [2]);
- прожиточный минимум (стоимостный вид потребительской корзины, а кроме того, обязательные платежи и сборы [3]);
- показатель абсолютной бедности (численность (доля) населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума [3]);
- коэффициент Джини (характеризует степень отклонения линии фактического распределения общего объема доходов от линии их равномерного распределения [3]);
- минимальная заработная плата (принятый законодательством размер заработной платы за простой неквалифицированный труд, ниже которого не может производиться оплата за выполненный работником определенный объем работ [3]);
- медианный среднедушевой денежный доход (уровень дохода, для которого одна половина населения имеет значения среднедушевых денежных доходов ниже медианы, другая половина – выше медианы [3]);
- модальный среднедушевой денежный доход (наиболее часто встречаемое значение среднедушевого денежного дохода [3]);
- коэффициент фондов (децильный) (характеризует разницу между средним уровнем денежных доходов 10 % населения с самыми высокими доходами и

средним уровнем денежных доходов 10 % населения с самыми низкими доходами [3]).

Различают показатели реальной и номинальной заработной платы. Номинальная начисленная заработная плата – это плата за труд с учетом налогов и других удержаний в соответствии с законодательством. Реальная заработная плата – то количество товаров и услуг, которое может приобрести работник за номинальную заработную плату.

Анализ динамики средней номинальной заработной платы в Российской Федерации выявил тенденцию ежегодного роста уровня оплаты труда. С 1998 года наблюдается быстрый рост номинальной начисленной заработной платы (Рис. 1). За 17 лет средняя заработная плата россиянина выросла на 32979 руб.

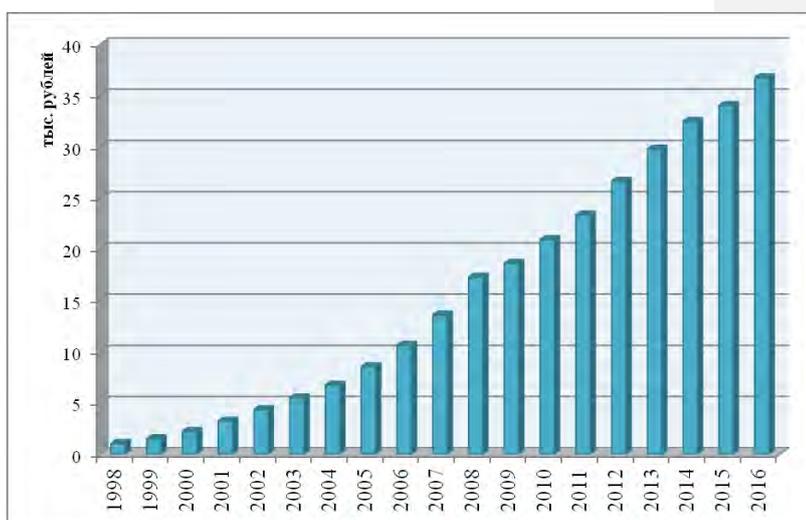


Рис.1. Динамика номинальной начисленной заработной платы за период 1998–2016 гг., руб. (составлено по данным [3]).

Однако следует отметить, что темпы роста номинальной заработной платы в последнее время замедляются. Так, если в 1998–2002 годах оплата труда в среднем увеличивалась на 42,3 %, в 2003–2009 годах – на 26 %, то в 2010–2013 годах – на 12,5 %, в 2014 году это увеличение составило 9 %, в 2015 году –5 %, в 2016 году – 7,4 %. (Табл. 1).

В 2016 году средняя номинальная заработная плата в РФ составила 36 746 рублей. Уровень заработной платы ниже среднероссийского показателя зафиксирован в Северо-Кавказском (22,96 тыс. руб.), Южном (27,151 тыс. руб. без

ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

учета Республики Крым), Приволжском (27,257 тыс. руб.), Сибирском (31,383 тыс. руб.) федеральных округах.

Самые высокие показатели среднемесячной заработной платы зафиксированы в Дальневосточном (46,113 тыс. руб.), Центральном (46,043 тыс. руб.) и Уральском (41,754 тыс. руб.) федеральных округах.

Таблица 1.
Темпы роста номинальной заработной платы, в % по сравнению с предыдущим годом (составлено по данным [3])

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
%	45	45	45	45	34	26	22	27	24	28
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
%	27	27	12	12	14	12	9	5		

В ходе исследования был разработан ряд картографических моделей, отражающих пространственное распределение основных показателей, характеризующих заработную плату (Рис. 2, 3). Это позволило осуществить сравнительно-географический анализ показателей заработной платы, выяснить их взаимосвязь и взаимозависимость, а также причины их пространственной дифференциации.

Пространственный анализ выявил высокую дифференциацию размера заработных плат на уровне субъектов РФ: самый высокий уровень оплаты труда – в Чукотском АО (85,678 тыс. руб.), в Ямало-Ненецком АО (83,832 тыс. руб.), Ненецком АО (71,9 тыс. руб.), г. Москва (71,22 тыс. руб.), Магаданской области (68,584 тыс. руб.), Ханты-Мансийском АО (63,622 тыс. руб.). На уровне 60 тыс. рублей сложились заработные платы в Тюменской области, Республике Саха и Камчатской крае. Самый низкий уровень оплаты труда – в республиках Северного Кавказа, в частности в Республике Дагестан (19,953 тыс. руб.). В азиатской части страны низкий уровень оплаты труда зафиксирован в Республиках Тыва, Алтай, а также в Курганской области.

Такая пространственная дифференциация размеров среднемесячной заработной платы обусловлена структурой видов деятельности субъектов РФ, природно-климатическими условиями территорий, а также условиями труда.

Выявлены и различия в уровне заработной платы в субъектах РФ внутри одного федерального округа. Например, в Уральском федеральном округе в 2016 г. между максимальным и минимальным уровнем оплаты труда разница составила 60,45 тыс. руб. (Ямало-Ненецкий АО – 83,832 тыс. руб., Курганская область – 23,381 тыс. руб.).

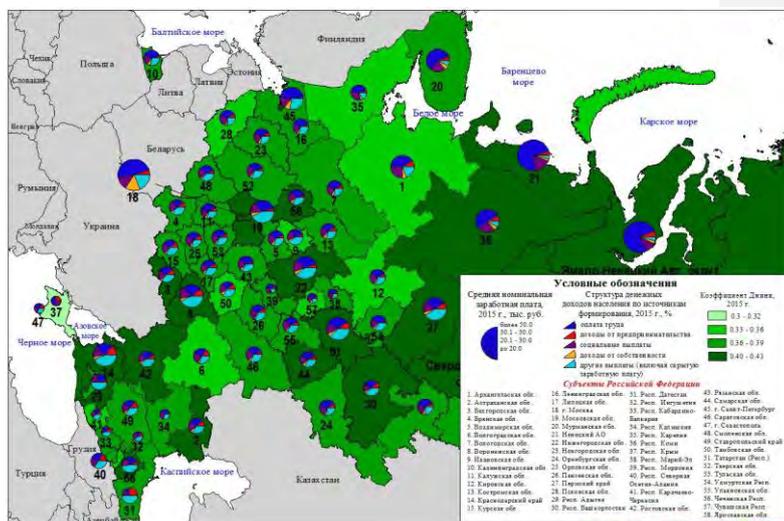


Рис. 2. Заработная плата в Российской Федерации (европейская часть), 2015 г.



Рис. 3. Заработная плата в Российской Федерации (азиатская часть), 2015 г.

Такая ситуация обусловила высокие показатели коэффициента Джини, показывающего степень неравенства различных вариантов распределения доходов. Высокие показатели коэффициента Джини зарегистрированы в г. Москве, Ярославской области, Ненецком АО, Пермском крае, Республике Татарстан, Ямало-Ненецком АО, г. Санкт-Петербурге и др.

По Республике Крым средняя номинальная заработная плата в 2016 году составила 23,656 тыс. руб. [4], а по ГФЗ Севастополь – 25,975 тыс. руб. [5]. Данный уровень оплаты труда ниже среднего уровня заработной платы Российской Федерации (на 35 % и на 29 % соответственно).

В 2016 году наблюдался постепенный рост среднемесячной номинальной заработной платы (Рис. 4). Пик средней номинальной заработной платы пришелся на декабрь 2016 г. и составил 33,2 тыс. руб.

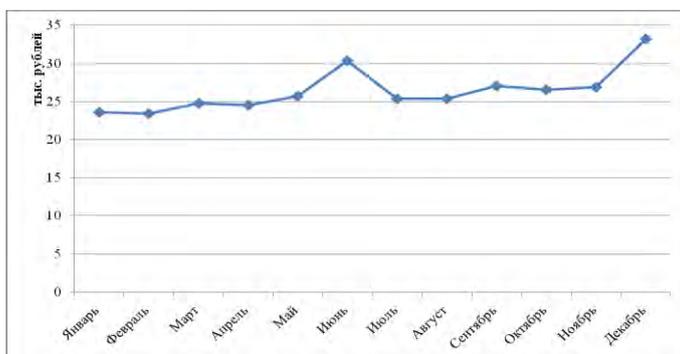


Рис. 4. Динамика среднемесячной номинальной заработной платы по Республике Крым, 2016 г. (составлено по [4]).

Региональный анализ средней номинальной заработной платы Республики Крым показал, что в городских округах уровень оплаты труда выше, чем в муниципальных районах. Причина – концентрация в городских поселениях промышленного производства, социальной сферы, в некоторых городских округах – рекреационной деятельности, что и обеспечивает большее количество рабочих мест. В муниципальных районах в основном представлено сельское хозяйство и пищевая промышленность. Исключением является Черноморский муниципальный район, где высокие заработные платы связаны с наличием предприятий «Черноморнефтегаза», являющегося одним из самых прибыльных предприятий в Крыму.

Наименьший уровень оплаты труда зарегистрирован в Джанкойском муниципальном районе (19,7 тыс. руб.), а наибольший – в Черноморском муниципальном районе (33,7 тыс. руб.) и в городском округе Симферополь (30,6 тыс. руб.) (Табл. 2).

Одним из важнейших анализируемых показателей является прожиточный

минимум, который выражает стоимость минимального набора продуктов питания, непродовольственных товаров и услуг, необходимых для сохранения здоровья человека и обеспечения жизнедеятельности населения. В 4 квартале 2016 г. величина прожиточного минимума в Российской Федерации составила 9 691 руб. [6]. При этом 13,3 % населения РФ имеют денежные доходы ниже величины прожиточного минимума. Наибольшая доля наблюдается в Республике Калмыкия – 33,6 %, Республике Ингушетия – 31,9 %, Еврейской автономной области – 24,3 %, Карачаево-Черкесской Республике – 23,6 %, Республике Крым – 23 %, Республике Марий-Эл – 22,2 %, Курганской области – 20,9 % [3]. Наименьшая доля населения с доходами ниже прожиточного минимума – в Республике Татарстан (7,2 %) и Ямало-Ненецком автономном округе (7,5 %).

Таблица 2.
Средняя номинальная заработная плата по Республике Крым, 2016 г., руб.
(составлено по [4])

Всего по Республике Крым	23656
городские округа	
Симферополь	30605
Алушта	23669
Армянск	22618
Джанкой	23112
Евпатория	22523
Керчь	26409
Красноперекопск	23670
Саки	24609
Судак	23318
Феодосия	24821
Ялта	27281
муниципальные районы	
Бахчисарайский	23174
Белогорский	21281
Джанкойский	19710
Кировский	20639
Красногвардейский	22360
Красноперекопский	21371
Ленинский	21618
Нижнегорский	21333
Первомайский	21357
Раздольненский	22248
Сакский	24056
Симферопольский	24205
Советский	21704
Черноморский	33727

В пересчете на доллары США средняя зарплата россиян меньше, чем в странах Европы, США, Японии, Китае и других, где оплата труда уже в разы больше, чем в России (например, в 6,5 раз ниже, чем в Люксембурге, в 5,7 раз меньше заработной платы в США, в 4 раза – Германии, в 3,3 раза – Японии и т.д.). Среди 71 страны, представленной в рейтинге Международной организации труда, Россия заняла 51 место, опережая страны СНГ, некоторые страны Латинской Америки, Африки и Азии [7].

Проблема оплаты труда является одной из главных проблем для населения, так как заработная плата занимает особое место в структуре доходов занятых и приоритетах социальной политики государства.

Среди наиболее актуальных проблем, связанных с заработной платой, в РФ всё еще остаются следующие:

- невысокий уровень зарплат при высоком уровне цен;
- задержки с выплатой заработной платы в некоторых регионах страны (общая задолженность по заработной плате на 1 апреля 2017 года составила 3635 млн рублей [3]),
- низкий минимальный размер оплаты труда, величина которого ниже величины прожиточного минимума (с 1.07.2016 МРОТ находится на уровне 7500 руб., что составляет 59 % от установленной величины прожиточного минимума населения [3]);
- высокая дифференциация размера заработной платы, что связано не столько с отличиями в квалификации, профессионализме или качестве выполняемой работы, сколько с формой собственности или же с особенностями региона.

ВЫВОДЫ

Заработная плата – важнейший фактор социально-экономической жизни страны и каждого работника. Географический подход к изучению заработной платы состоит в выявлении пространственных закономерностей в ее распределении по территории страны и выяснении причин дифференциации.

С 1998 года в РФ наблюдается быстрый рост номинальной начисленной заработной платы – за 17 лет средняя заработная плата россиянина выросла на 32979 руб. Разработка картографических моделей, отражающих пространственное распределение основных показателей, характеризующих заработную плату, позволила выявить пространственную дифференциацию в уровнях оплаты труда на уровне субъектов РФ.

Данная тема в географической науке является весьма перспективной, хотя географы к этой проблеме обращаются нечасто. Мы провели первичный анализ проблемы. Дальнейшее изучение пространственной дифференциации показателей анализа заработной платы поможет раскрыть причины социально-экономического неравенства населения Российской Федерации.

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации. М.: Проспект, 2015. 256 с.

2. Адамчук В. В. Экономика и социология труда. М.: ЮНИТИ, 2000. 407 с.
3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/>.
4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым. [Электронный ресурс]. URL: <http://crimea.gks.ru/>.
5. Севастопольстат. [Электронный ресурс]. URL: <http://sevastopol.gks.ru/>.
6. Федеральный закон «О прожиточном минимуме в Российской Федерации» от 03.12.2012 № 233-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/>.
7. Статистика зарплат в странах Европы и мира [Электронный ресурс]. URL: <http://anothercitizenship.com/country/statistika-zarplat-v-stranax-evropy-i-mira.html>.

WAGES IN THE RUSSIAN FEDERATION: GEOGRAPHICAL ASPECT

Ozhegova L. A., Mironchuk T. V.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: tanysha_mironchuk@mail.ru*

Salary is one of the main factors of socio – economic life of each country, team, and person. It is the main source of income for most of people. Salaries and basis of its formation have a significant impact on the welfare of the population and its standard of living.

The wage level also affects the economy as a whole, creating high demand for goods and services. Through regulation of wages the state can control the distribution of the population in the territory and by industry.

The distribution of wages is reflected in the works of many domestic and foreign authors, but it raised a little by geographers. Geographical approach to the study of the wages is to identify spatial patterns in its distribution within the country and to find out their reasons.

The analysis of dynamics of average nominal wages Russian Federation has allowed to conclude that every year the level of wages is growing.

Average nominal salary in Russia in 2016 is 36,746 thousand. However, wages are distributed unevenly across the territory.

This spatial differentiation of the sizes of the average wage due to the structure of activities of subjects of the Russian Federation, climatic conditions and working conditions.

One of the most important indicators is the cost of living, which expresses the cost of the minimum set of food, nonfoods and the services necessary for preservation of human health and the viability of the population. In the 4th quarter of 2016 the subsistence minimum in the Russian Federation amounted to RUB 9 691.

While 13.3 % of the Russian population has incomes below the subsistence minimum, and in some regions can reach 35 %. Thus, a significant portion of the population may not provide a fully range of goods and services for normal functioning.

One reason for the high absolute poverty of the Russian population is the current system of minimum social guarantees. Their dimensions, including the value of the minimum wage and the basic part of labor pension for old age, do not provide the recipient of income at the subsistence level. In 2016, the minimum wage is 59% of the established minimum subsistence level of the population.

The article defines the basic problems of wages in the Russian Federation:

- low wages with high prices,
- delays in payment (total wage arrears as at 1 April 2017 is 3635 million),
- low minimum wage, which is below the minimum subsistence level (1.07.2016 g. the minimum wage is at the level of 7500 rubles, which is 59% of the set value of the subsistence minimum of the population);

The topic in geographical science is very promising, as geographers to this problem is almost not treated. We conducted an initial analysis of the problem. Further study of spatial differentiation of indicators the analysis of wages will help to reveal the causes of the socio-economic inequalities of the population of the Russian Federation.

References

1. Trudovoj kodeks RF (The labour code of the Russian Federation) .M.:Prospekt(Publ.),2015, 256 p. (in Russian).
2. Adamchuk V. V. Ekonomika y sotsiologiya truda. (Economics and sociology of labour) Moscow: JuNYTY(Publ.), 2000, 407 p. (in Russian).
3. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Federal state statistics service) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.gks.ru/> (in Russian).
4. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Krym (Territorial body of Federal state statistics service in the Republic of Crimea) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://crimea.gks.ru/> (in Russian).
5. Sevastopol'stat (Sevastopolstat) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://sevastopol.gks.ru/> (in Russian).
6. Federal'nyj zakon «O prozhytochnom mimume v Rossyjskoj Federacii» ot 03.12.2012 № 233-FZ (The Federal Law «About a Living Wage in the Russian Federation» from 12/3/2012 № 233-FL) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.consultant.ru/> (in Russian).
7. Statistika zarplat v stranah Evropy y myra (Salary statistics in Europe and the world) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://anothercitizenship.com/country/statistika-zarplat-v-stranax-evropy-i-mira.html> (in Russian).

УДК 911.3:30

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД В ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕСТУПНОСТИ КАК ОБЩЕСТВЕННОГО ЯВЛЕНИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Ожегова Л. А., Сикач К. Ю.

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: luda-orejova@yandex.ru, sikach89@gmail.com.*

В статье показана возможность применения статистического метода в исследовании преступности в рамках социальной географии. Представлены способы расчета относительных и интегральных показателей, отражающих состояние общей преступности, её видов и состав лиц, совершивших преступление на региональном уровне. Описан метод оценки геокриминогенного потенциала территории с помощью статистических приемов.

Ключевые слова: география преступности, статистический метод, криминальная безопасность, геокриминогенный потенциал территории.

ВВЕДЕНИЕ

В исследовании преступности в общественной географии, исходя из цели и задач, применяются разнообразные общенаучные и специальные отраслевые подходы и методы, направленные на достижение объективного научно-обоснованного результата. Региональный анализ преступности – это обязательный элемент её исследования. В его рамках преступность рассматривается как интегративный результат сложного взаимодействия всех социальных явлений и процессов, протекающих не только в обществе в целом, но и имеющих территориальную специфику.

Пространственно-временной, сравнительный и региональный анализы должны базироваться на относительных и частично абсолютных показателях. Поэтому на разных этапах исследования преступности применяются статистические методы для определения количественных и качественных показателей динамики преступности. Статистический метод позволяет обеспечить систематизацию отраслевых и региональных банков данных, придать количественную оценку факторам формирования преступности и эффективности работы правоохранительной, пенитенциарной и судебной систем. Для оптимального применения статистического метода в географии преступности необходима четкая система репрезентативных статистических показателей, характеризующих состояние преступности.

Цель данной статьи – показать возможность применения статистического метода в исследовании преступности в рамках социальной географии.

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ПРЕСТУПНОСТИ

Состояние преступности в статистической информации обычно выражается в абсолютных цифрах и определяется количеством совершенных преступлений, а

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД В ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕСТУПНОСТИ КАК ОБЩЕСТВЕННОГО ЯВЛЕНИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

также количеством лиц, которые их совершили за определенный период и на определенной территории.

В России статистическая информация, характеризующая субъект и объект преступности, а также другие характеристики, собирается на региональном и государственном уровнях.

В дальнейшем при обработке собранных данных чаще всего используется наиболее простой показатель: общий коэффициент преступности (ОКП) – отношение количества преступлений за год (или другой промежуток времени) на 1000 человек (100000 человек). ОКП достаточно просто рассчитывается и удобен для сравнения уровней преступности на разных территориях и в отдельные временные промежутки [1].

В анализе уровня преступности нельзя ограничиваться построением только общего коэффициента преступности. Необходима система специализированных коэффициентов, которые отражают уровень развития отдельных групп преступлений (против личности, тяжких преступлений и других) и отдельных видов преступлений (например, убийств, хулиганств, грабежей и т. д.).

Расчет таких коэффициентов проводится по описанной выше методике с той разницей, что в числителе отношения указывают количество преступлений исследуемой группы. С помощью системы показателей, приведенных на рисунке 1, становится возможным исследование не только уровня, но и структуры преступности. Для анализа структуры преступности рассчитывается доля (%) отдельных видов преступлений в их общем количестве.

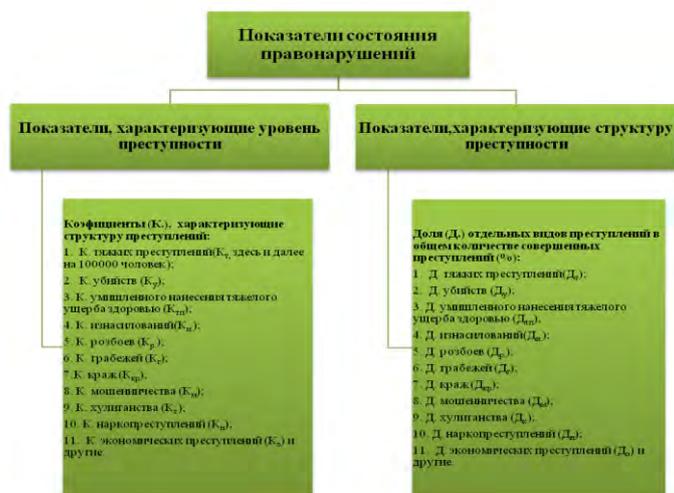


Рис. 1. Система относительных показателей состояния преступности.

Методом, позволяющим изучать преступность во времени, являются динамические ряды. В случае исследования преступности в географии используют обычно моментальные динамические ряды, характеризующие изменение ее состояния на конкретные даты. Для анализа изменения общего уровня преступности используют следующую систему динамических рядов: коэффициент уровня преступности, численность населения и количество преступников – это дает возможность выявить не только динамику коэффициента преступности, но и динамику факторов, его определяющих.

Исследование динамических рядов позволяет решить следующие аналитические задачи:

- определить интенсивность изменения состояния преступности (рост, уменьшение) за рассматриваемый период;
- определить среднюю интенсивность изменения уровня преступности за рассматриваемый период;
- выявить скрытые закономерности роста преступности за рассматриваемый период и т. д. [2].

На основании анализа динамики ОКП за рассматриваемый период возможно определение типов регионов. Данный анализ целесообразно проводить в несколько этапов: в зависимости от значения ОКП в разные годы с помощью балльной системы каждый регион получает определенное количество баллов; затем балльная оценка корректируется качественной оценкой динамики ОКП.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПРЕСТУПНОСТИ

Криминальная безопасность региона является достаточно универсальной и репрезентативной категорией в оценке состояния преступности в регионе. Для расчета индекса криминальной безопасности в целом и ее отдельных составляющих эффективно применение адаптированной методики А. А. Татаркина и А. А. Кукулина, в основе которой лежит расчет экономической безопасности. При этом выделяют уровни: безопасный, достаточно безопасный, предкризисный и кризисный [3].

Индекс криминальной безопасности представляет собой фактически обратное нормированное по методу линейного масштабирования коэффициента преступности, которое рассчитывается по формуле [4]:

$$Y = 1 - ((X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})) \quad (1),$$

где: Y – уровень безопасности; X – уровень преступности в n -регионе; X_{\min} – минимальный уровень преступности; X_{\max} – максимальный уровень преступности.

По этой формуле для региона рассчитывается индекс криминальной безопасности. Чем выше значение показателя, тем выше уровень безопасности населения (и, соответственно, ниже общая преступность). На основе этого индекса

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД В ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕСТУПНОСТИ КАК ОБЩЕСТВЕННОГО ЯВЛЕНИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

регионы были разделены на типы (безопасный, достаточно безопасный, предкризисный и кризисный).

На основании предварительного линейного масштабирования по той же формуле определяются уровни безопасности регионов, но уже для каждой отдельной группы преступлений – преступлений против личности, преступлений против собственности, экономических преступлений и наркопреступлений. Именно эти виды преступности в основном и определяют общий уровень преступности в регионе.

При исследовании территориальных особенностей распространения преступности во многих случаях наблюдаются диспропорции между ростом преступности в городах и сельской местности. В данном случае появлялась задача установки влияния урбанизации на уровень преступности. Степень диспропорций и их характер анализировался с помощью *индекса локализации*, который вычислялся по формуле для крупнейших городов.

Взаимосвязь преступности с другими социальными явлениями может быть установлена с помощью различных статистических методов, из которых наиболее распространенным в практике исследования преступности является корреляционный анализ. В ходе корреляционного анализа устанавливаются связи между факторными и результативными признаками статистической совокупности (причинно-следственной связи) или определения зависимости параллельных изменений нескольких признаков этой совокупности от какой-либо третьей причины. Выявление особенностей этой связи, определение её размеров и направления действия проводится на основе методов корреляции. Наиболее известной мерой связи служит коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОЦЕНКИ ГЕОКРИМИНОГЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ

При анализе системы причин и условий преступности наиболее универсальным приемом является оценка геокриминогенного потенциала исследуемой территории. Особенности геокриминогенного потенциала в зависимости от территориальных проявлений отдельных социальных процессов довольно трудно оценить всесторонне, тем более – дать количественную и качественную оценку. Тем не менее возможно определение главных факторов, формирующих геокриминогенный потенциал в баллах (от 0 до 3 баллов) в зависимости от уровня их территориального проявления и характера воздействия на преступность (сдерживающий или катализирующий). Потенциал того или иного региона оценивается путем суммирования полученных баллов по каждой из составляющих. Среди объектов и процессов, имеющих значение в формировании или воздействии на преступность, для оценки геокриминогенного потенциала были избраны следующие: уровень урбанизации, положение относительно границы (по количеству контрольно-пропускных пунктов), плотность транспортных путей (автомобильных и железнодорожных), пенитенциарная нагрузка (индекс пенитенциарной нагрузки), материальное обеспечение населения (по среднему уровню заработной платы).

По каждому из приведенных выше факторов регионы оцениваются определенным количеством баллов, суммировав которые, мы получаем итоговый балл оценки геокриминогенного потенциала. Чем выше количество набранных баллов, тем больше потенциал влияния геокриминогенного положения на преступность, который всегда идет со знаком «минус».

Одна из значимых составляющих геокриминогенного потенциала территории – пенитенциарная нагрузка. Для анализа его влияния на рост преступности в регионе применим *индекс пенитенциарной нагрузки*. Для исчисления индекса пенитенциарной нагрузки применяется метод линейного масштабирования. Этот метод основан на определении референтных точек (минимальных и максимальных значений индикаторов) по формуле:

$$Y = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (3),$$

где: Y – значение индекса, X – значение показателя в регионе, X_{\min} – минимальное значение показателя, X_{\max} – максимальное значение показателя.

По этой формуле для региона вычисляется индекс нагрузки заведениями пенитенциарной системы, индекс распространения рецидивной преступности, индекс нагрузки заключенными. Исходя из полученных данных, определяется общий индекс пенитенциарной нагрузки.

ВЫВОДЫ

В Российской Федерации статистические данные по совершаемым преступлениям доступны для сбора и обработки на региональном уровне, что делает возможным прохождение всех этапов её исследования в социальной географии:

- 1) расчленение преступности на свойства и эмпирическое описание этих свойств;
- 2) установление характера и меры взаимодействия показателей этих свойств между собой, а также с показателями других социальных явлений, оказывающих влияние на преступность;
- 3) выявление статистических закономерностей, свойственных преступности и отдельным ее свойствам.

Разработка методики статистического анализа преступности основывается на системном подходе, который предполагает рассмотрение исследуемого явления, во-первых, как целостность, во-вторых, как структуру, элементы которой благодаря свойству целостности находятся во взаимосвязи и взаимодействии, в-третьих, как элемент или подсистему системы более высокого уровня или степени общности, ввиду чего преступность всегда находится во взаимодействии с другими социальными явлениями. При этом немаловажна оценка на основании собранных статистических данных геокриминогенного потенциала региона.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД В ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕСТУПНОСТИ КАК ОБЩЕСТВЕННОГО ЯВЛЕНИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Статистический метод во многом становится базой для использования других методов и приемов.

Список литературы

1. Забрянский Г. И. Методика статистического изучения преступности. Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 1976. 85 с.
2. Кузьмичева С. К. Статистика. Часть первая. Основы общей теории и уголовной статистики. Горький: Горьковская высшая школа МВД СССР, 1979. 104 с.
3. Татаркин А. А. Комплексная методика диагностики социально-демографической безопасности региона. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2007. 96 с.
4. Ростов К. Т. Методология регионального анализа преступности в России: Автореф. дис. ... д-ра юрид. наук. СПб.: СПбГУ, 1998. 19 с.
5. Бадов А. Д. География преступности в России в постсоветский период. Владикавказ: СОГУ, 2009. 333 с.

STATISTICAL METHOD FOR THE STUDY OF CRIME AS A SOCIAL PHENOMENON AT THE REGIONAL LEVEL

Ozhegova L. A., Sicach K. U.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: luda-ojegova@yandex.ru, sikach89@gmail.com*

The article shows the possibility of applying the statistical method in the study of crime in the framework of social geography at the regional level.

The statistical method allows systematizing regional data banks, to give a quantitative assessment of the factors of crime and effectiveness of law enforcement, prison and judicial system.

The application of statistical method in the designated study area includes calculation for further processing relative and integral indicators of crime.

The most common and universal indicator here is the Total crime rate.

In the analysis of crime should not be limited to building only the total crime rate. Need a system of specialized coefficients that reflect the level of development of separate groups of crimes (against persons, serious crimes and others) and certain types of crimes (e.g., murder, vandalism, looting, etc.).

To analyze the structure of crime calculated the proportion (%) of certain types of crimes in their total number.

Method, which examines the crime in time, are time series.

Criminal security of the region is quite versatile and representative of the category in assessing the state of crime in the region. To calculate the index crime security as a whole, and its individual components, effective use of adapted method, A. A., Tatarkin and A. A. Kuklin, which is based on the calculation of economic security. Here are the levels: safe, fairly safe, pre-crisis and crisis .

In the analysis of the causes and conditions of crime, the most universal method is to assess geocrime potential of the study area.

One of the significant components geocrime potential of the territory – the prison load. To analyze its impact on rising crime in the region apply the load index of the the prison load. Thus, development of methods of statistical analysis of crime is based on the system approach to consider the studied phenomenon, first, integrity, second, as a structure, the elements of which due to the property of integrity are in the relationship and interaction, thirdly, as an element or subsystem of a higher level or degree of generality, which is why the crime is always in interaction with other social phenomena.

Keywords: geography of crime, statistical method, crime safety, geocriminal potential of the area.

References

1. Zabryanskij G. I. Metodika statisticheskogo izuchenija prestupnosti (Methods of statistical study of crime). Krasnodar: Izd-vo Kybanskogo gos. Yn-ta. (Publ.), 1976, 85 p. (in Russian).
2. Kuz'micheva S. K. Statistika. Chast' pervaja. Osnovy obshhej teorii i ugolovnoj statistiki. (Statistics. Part one. The General theory and crime statistics). Gor'kiy: Gor'kovskaya visshaya shkola MVD SSSR. (Publ.), 1979, 104 p. (in Russian).
3. Tatarkin A. A. Kompleksnaja metodika diagnostiki social'no-demograficheskoy bezopasnosti regiona (Integrated methodology of diagnosing the socio-demographic security of the region). Ekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN (Publ.), 2007, 96 p. (in Russian).
4. Rostov K. T. Metodologija regional'nogo analiza prestupnosti v Rossii (Methodology regional analysis of crime in Russia): PhD thesis. Saint Petersburg: SPbGY (Publ.), 1998, 19 p. (in Russian).
5. Badov A. D. Geografija prestupnosti v Rossii v postsovetskij period (The geography of crime in Russia in the post-Soviet period) Vladikavkaz: SOGY (Publ.), 2009, 333 p. (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.
География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 53–62.

УДК 911.372.2, 551.4

МОДЕЛЬ ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО РЕГИОНА

Сахнова Н. С., Карпенко С. А., Зекина М. И.

Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Российская Федерация
E-mail: sakhnova.natali@yandex.ru, s_karpenko@rambler.ru, masha.zekina.lion@rambler.ru

Статья посвящена разработке методики общественно-географического исследования муниципального региона. Отмечено, что процесс общественно-географического исследования распадается на несколько этапов: постановочный, региональный и микрорегиональный. Статья включает введение, основную часть и выводы.

Ключевые слова: муниципальный регион, методика общественно-географического исследования, структура муниципального региона, хозяйственный комплекс, факторы формирования.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях социально-экономических и политических преобразований, произошедших на территории Республики Крым, общественно-географические исследования являются важным этапом в механизме эффективного управления территорией. В современном информационном мире система управления территориальным развитием требует оперативной обработки информации для разработки управленческих мероприятий, направленных на рациональное использование природно-ресурсного потенциала и развитие социально-экономической сферы региона.

Одним из вариантов, обеспечивающих оперативность принятия управленческих решений на региональном и микрорегиональном уровнях, следует рассматривать разработку паспорта муниципальной единицы, содержащего необходимую для процесса территориального управления количественную и качественную информацию. Использование геоинформационных систем, значительно увеличивающих скорость обработки информации при разработке и использовании паспорта региона, общественно-географическая оценка информации позволяют повысить эффективность процесса управления.

Методика общественно-географического изучения региона в отечественной науке является достаточно устоявшейся, традиционной. Вместе с тем современные тренды общественно-географических исследований, направленных на практику территориального управления, и применение ГИС-технологий диктуют необходимость актуализации методической составляющей исследовательского процесса. Исходя из вышеизложенного, целью данной статьи является разработка алгоритма общественно-географического исследования муниципального образования.

Для достижения цели были поставлены несколько задач:

- 1) изучить теоретический базис общественно-географического исследования муниципального региона;
- 2) разработать модель общественно-географического исследования муниципального региона;
- 3) определить роль геоинформационного обеспечения в управлении муниципальным регионом.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Объектом исследования является административно-территориальное образование (на уровне муниципального района и городского округа), рассматриваемое нами в соответствии с [1, с 314] в качестве территориальной общественной системы в заданных административных границах. Обобщенная структурно-функциональная модель территориальной общественной системы (представленная на рисунке 1) показывает, что основными ее подсистемами являются производственная и непроизводственная сферы, население и природная среда, связанные комплексом прямых и обратных связей.



Рис. 1. Модель структурных связей в социо-эколого-экономической территориальной системе.

МОДЕЛЬ ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО РЕГИОНА

Основные факторы формирования муниципальных территориальных образований и их хозяйственных комплексов [2]:

1) территория (природные условия и ресурсы исследуемой территории, их современное и перспективное комплексное использование; антропогенно-природные, антропогенные объекты окружающей среды). При определении оптимальных географических показателей важно учитывать вопросы территориальной близости, возможность совместного использования природных ресурсов данной территории;

2) география населения и населенных пунктов; форма расселения населения на данной территории и его социальные характеристики;

3) инфраструктура (инженерная, транспортная, социальная), единство ее комплексов имеет районообразующее значение:

4) география отраслей хозяйства как производственной, так и непроизводственной сфер представлена субъектами экономической деятельности. Хозяйственная деятельность может выражаться как в совместном использовании природных ресурсов, так и в однотипности производства, осуществляемого на данной территории, либо в его взаимодополняемости в рамках единого производственного цикла.

В качестве модельного объекта для обоснования схемы общественно-географического описания был выбран Судакский городской округ Республики Крым.

Методологическая основа исследования представляет собой синтез различных междисциплинарных подходов. При анализе объекта и предмета исследования использовались такие методы: системно-структурный картографический, историко-географический, сравнительно-географический, статистический, классификации и типизации.

Ведущим методом исследования стал системно-структурный подход, позволяющий подойти к предмету исследования как к комплексу компонентов, составляющих единую структуру. Исследование общественно-географической системы с помощью структурного анализа позволяет: выявить подсистемы, из которых состоит система, их элементы; изучить механизм функционирования данной системы; выявить зависимости поведения системы от составляющих, выявить особенности ее трансформации.

Картографический метод и использование геоинформационных систем, в частности, играют важную роль в общественно-географическом исследовании территории, значительно увеличивая скорость обработки информации при разработке и использовании паспорта региона. Для различных показателей выбираются подходящие способы изображения на картах и картосхемах, разнообразие отображаемых показателей в паспортах муниципальных образований довольно велико.

Полноценный общественно-географический анализ территории, выявление трансформационных процессов, внесение предложений по развитию округа невозможны без историко-географического подхода. Этот метод является одним из ведущих методов в микрорайонировании, позволяет проследить во времени процесс

образования городского округа как в его положительных, так и в отрицательных проявлениях с целью определения тенденций развития [3].

Схема общественно-географического исследования отражает логическую последовательность исследования, различные компоненты исследуемого объекта, выявляя сложившиеся взаимосвязи. На наш взгляд, общественно-географическое исследование, направленное на обеспечение принятия управленческих решений, должно включать анализ параметров исследуемого объекта (муниципального городского округа) не только на микрорегиональном уровне, но и отражать его место в региональной системе административно-хозяйственных единиц. Таким образом, исследовательский процесс распадается на 3 этапа:

- определение необходимого геоинформационного обеспечения управления муниципальным городским округом (структура и содержание базы данных паспорта и тематических слоёв паспорта);

-- анализ и оценка региональных параметров (на уровне Республики Крым) с целью определения «узких мест» в развитии муниципального образования в сравнении со среднерегionalными показателями;

- анализ и оценка параметров развития внутри микрорегиона (Судакского муниципального городского округа) с целью определения потенциала развития и возможных трансформационных трендов хозяйственного комплекса. Данный раздел является ведущим для достижения поставленной цели.

Согласно схеме, представленной на рисунке 2, в ходе 3 этапа общественно-географического исследования Судакского городского округа рассматриваются такие аспекты:

1. Факторы, влияющие на формирование и развитие Судакского городского округа и его хозяйственного комплекса:

а) экономико-географическое положение;

б) природные – геолого-геоморфологическое строение, внутренние воды, климат, почвы, флора и фауна, экология;

в) социально-экономические – численность населения, этнический состав, занятость населения, социальная защита населения, здравоохранение, транспорт, сфера образования и культуры, внешнеэкономическая деятельность.

2. Судакский городской округ – системное географическое образование, для исследования которого необходимо изучить различные виды его структуры:

а) административно-территориальное устройство и организационно-управленческую структуру, представленную административным аппаратом управления городского округа;

б) отраслевую структуру хозяйственного комплекса – агро- и промышленный комплексы, курортно-рекреационный комплекс;

в) территориальную структуру хозяйственного комплекса, представленную зонированием территории Судакского городского округа с выделением преобладающих функций – функциональным зонированием.

3. Следствием изучения отраслевой территориальной структуры является выявление и анализ трансформационных процессов в условиях социально-

МОДЕЛЬ ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО РЕГИОНА

экономических и политических преобразований, произошедших на территории Республики Крым (рассматривается временной период с 2009 по 2016 гг.).



Рис. 2. Модель 3 этапа общественно-географического исследования Судакского городского округа Республики Крым (микрорегиональный уровень).

Информационным базисом для общественно-географического исследования территории является социально-экономический паспорт муниципального региона, представляющий собой систематизированный набор картографических, текстовых, табличных и графических данных, отражающих параметры всех видов управляемых объектов. Социально-экономические паспорта субъектов административно-территориального управления (административных районов, областей, населенных пунктов и т. д.), которые характеризуют различные аспекты их деятельности (как правило, основанные на данных системы социально-экономической статистики территории). Так, Постановлением Госкомстата РФ от 13.09.96 № 116 была утверждена обязательная схема отчетности 1-ПГ «Паспорт социально-экономического положения городов Российской Федерации» [4].

Для проведения исследования был создан геоинформационный банк данных социально-экономического паспорта Судакского городского совета (Рис. 3), организованный в виде набора геоинформационных баз данных территорий муниципальных единиц (пгт Новый Свет, 5 сельских поселений). Картографическую основу геоинформационного банка территории составили актуальные космические снимки высокого разрешения с набором векторных слоев цифровой карты территории масштаба 1: 100 000 (административные границы, населенные пункты, дороги, гидрография, растительность, современное использование территории и др.).

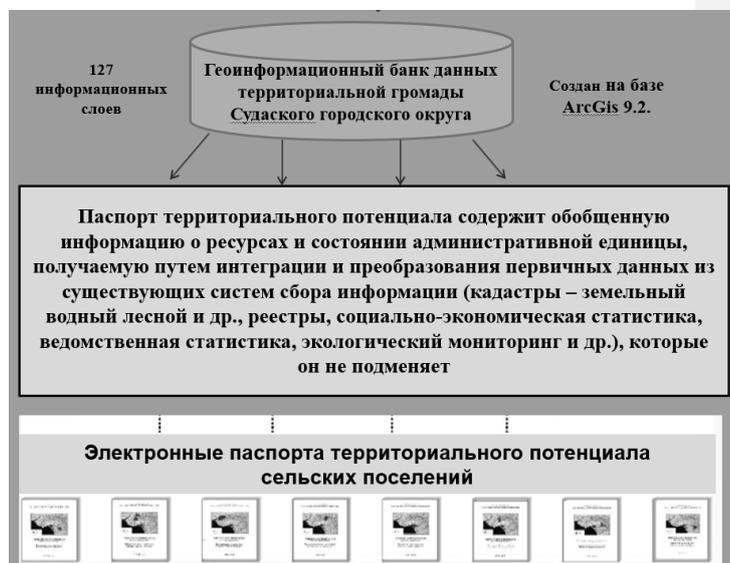


Рис. 3. Геоинформационный банк данных «Паспорта территориального потенциала Судакского городского совета Республики Крым».

В соответствии с разработанной схемой общественно-географического исследования Судакского городского совета на микрорегиональном уровне была дана детальная характеристика территории, включающая:

- место Судакского городского округа в системе административно-территориального деления Республики Крым;
- оценку экономико-географического положения территории;
- административно-территориальное устройство и организационно-управленческую структуру;
- природные условия и ресурсы (*геолого-геоморфологическое строение, минерально-сырьевые ресурсы, климат, внутренние воды, почвы, растительность и животный мир, ООПТ*);
- экологическое состояние территории;
- история формирования территории Судакского городского округа;
- социальный блок (демографическая ситуация – рождаемость, смертность, естественный прирост, численность, половозрастная структура, национальный состав, распределение населения, занятость, миграции, социальная защита,

МОДЕЛЬ ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО РЕГИОНА

здравоохранение – количество медучреждений, коек, врачей, структура заболеваемости, образование и культура);

- экономический блок (отраслевая структура хозяйственного комплекса, транспорт, агропромышленный комплекс, перерабатывающая и пищевая промышленность, внешнеэкономическая деятельность, санаторно-курортный комплекс);

- функциональное зонирование территории (Рис. 4);

- проблемы развития Судакского городского округа и трансформационные мероприятия для их решения.



Рис. 4. Схема функционального зонирования территории Судакского городского совета.

В дополнение к анализу на микрорегиональном уровне (внутри объекта исследования) была выполнена сравнительная оценка параметров развития Судакского городского округа с другими муниципальными образованиями Республики Крым (на региональном уровне). В состав сравнительных показателей были включены население (практически все демографические показатели), уровень и качество жизни населения, объем основных фондов, степень износа основных средств, развитие агропромышленного комплекса. Все сравнительные оценки для регионального уровня представлялись в виде тематических карт (Рис. 5),

характеризующих место Судакского городского округа среди других муниципальных образований Республики Крым.

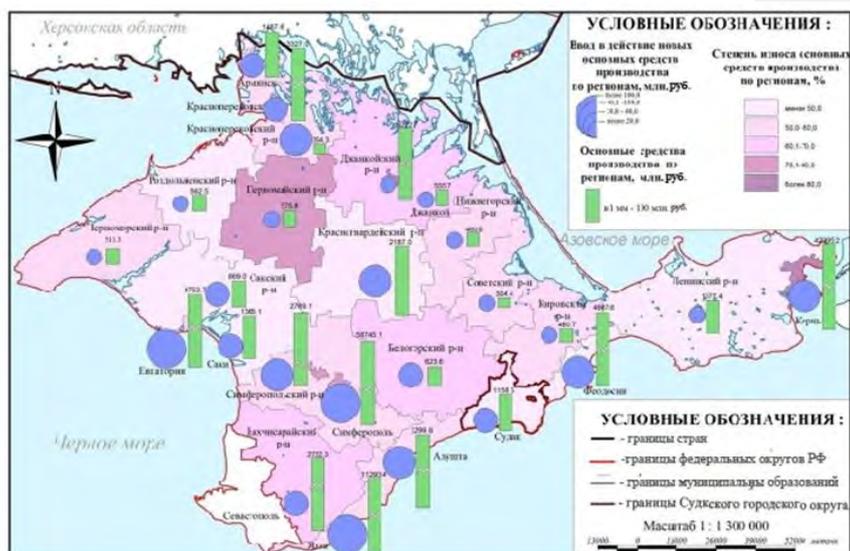


Рис. 5. Сравнительная характеристика уровня жизни населения Судакского городского округа и муниципальных образований Республики Крым в 2016 году.

ВЫВОДЫ

Проведенное общественно-географическое исследование (на примере Судакского городского округа Республики Крым) позволило сформировать актуализированную методику и разработать модель общественно-географического исследования муниципального региона.

Для проведения исследования был создан геоинформационный банк данных социально-экономического паспорта Судакского городского округа, организованный в виде набора геоинформационных баз данных территорий шести муниципальных единиц.

Исследование проведено на микрорегиональном уровне – дана детальная характеристика основных блоков территориальной общественной системы, а также на региональном уровне (путем построения сравнительных карт ряда показателей Судакского городского округа с другими муниципальными образованиями Республики Крым).

МОДЕЛЬ ОБЩЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО РЕГИОНА

Список литературы

1. Шарыгин М. П. Категория «территориальные системы» в общественной географии // Социально-экономическая география: История, теория, методы, практика: Сборник научных статей. – Смоленск: Универсум, 2011. С. 310–316;
2. Федеральный закон № 131 от 6 октября 2003 года «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» с изменениями и дополнениями от 3 ноября 2010 года № 286-ФЗ – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2010/11/10/>;
3. Сахнова Н. С. Рекреационное микрорайонирование приморско-горных территорий всесоюзного значения (на примере Юго-Восточного берега Крыма): автореферат диссертация кандидата географических наук: 11.00.02. – Ленинград, 1990. – 15 с.;
4. Карпенко С. А. Геоинформационное обеспечение функции учета объектов в региональных системах управления территориальным развитием / Карпенко С. А. // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского – 2009. – № 1 – С. 39–46. Серия «География» Том 22;

THE MODEL OF THE PUBLIC-GEOGRAPHICAL RESEARCH OF MUNICIPALITY

Sakhnova N.S., Karpenko S.A., Zekina M.I.

*Taurida academy (the structural unit) FSAEI HE "Crimean Federal V.I. Vernadsky University",
Simferopol, the Russian Federation*

E-mail: sakhnova.natali@yandex.ru, s_karpenko@rambler.ru, masha.zekina.lion@rambler.ru

The article deals with the methodology of the public-geographical research of municipality. It is noted that the scheme of the socio-geographic research process reflects the logical succession of the research, various components of the object of research, revealing the interconnections that have been formed. The socio-geographic research of municipal education aimed at management decision-making must include the analysis of the parameters of the object of research not only on microregional level but also reflect its place in the regional system of administrative-economic units. The socio-geographic research process splits into 3 stages.

The preparatory (initial) stage presupposes setting forth the aim, the tasks of the research, the necessary geo-informational support of the municipal education management (the structure and the content of the municipal education passport database and its thematic layers). Introducing a passport system is one of the top instruments in the system of efficient territory management. A territory passport is a brief description, a document which is an arranged set of cartographic, text, table and graphic data reflecting the parameters of managed territory objects of all sorts. The document is a basis for a comprehensive socio-geographic research whose results provide for the assessment of the parameters of the municipal territory education components, reveal the main trends, the peculiarities of territory organization, define the problems and its prospective transformations.

The regional level includes the analysis and the assessment of the regional parameters aimed at determining the "weak spots" in the municipal education development in comparison with the average regional figures.

The microregional level, which is a leading one in terms of achieving the aim, deals with the analysis and the assessment of the parameters of development within the microregion aimed at determining the development potential and the possible transformations of the economic complex.

At the 3rd stage of the socio-geographic research the following aspects are considered:

- factors having an influence on the formation and development of municipal education and its economic complex (in particular, the economic and geographical position; natural and socio-economic);
- research of municipal education as a system also suggests a study of the various kinds of its structure (the administrative-territorial system and the organizational and managerial structure; the industrial structure of the economic complex; the territorial structure of the economic complex);
- the consequence of studying the development factors, the industrial and territorial structure is revealing the problems of development and determining the required transformation processes for the functioning and steady development of municipal education.

Keywords: methodology of the public-geographic research, municipality, economic complex, formation factors.

References

1. Sharigin M.P. Kategorija «Territorialnije sistemi v obshestvennoj geografii //Socialno-ekonomičeskaja geografija: Istorija, teorija, metodi, praktika: Sbornik načhnik statej – Smolensk - Universum, 2011. S. 310–316;
2. Federalnij zakon № 131 ot 6 oktjabrij 2003 goda «Ob obshix principax organizacii mestnogo samoupravlenija v Rossijskoj Federacii» – Rezim dostupa: <http://www.rg.ru/2010/11/10/>;
3. Saxnova N.S. Rekreacionnoe mikrorajonirovanie primorsko-gornix territorij vsesojznogo znachenija (na primere Jgo-Vostochnogo berega Krima): avtoreferat dissertacii kandidata geograficheskix nauk: 11.00.02. - Leningrad, 1990. - 15 s.;
4. Karpenko S.A. Geoinformacionnoe obespečenie funkcii ucheta objektiv v regionalnix sistemax upravlenija territorialnim razvitiem / Karpenko S.A. // Učenie zapiski Tavricheskogo nacionalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo – 2009. – № 1 – S. 39-46. Serija «Geografija» Tom 22.

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.
География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 63–70.

УДК 911.3: 316

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Страчкова Н. В.

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

Проанализированы сущность, цели, задачи и принципы комплексного мониторинга рекреационных территорий. Выделены элементы системы комплексного мониторинга рекреационных территорий на основе системного подхода с учетом особенностей экономического, социального и экологического развития. Обоснована необходимость использования ГИС-технологий как инструмента комплексного мониторинга рекреационных территорий.

Ключевые слова: рекреационные территории, комплексный мониторинг, геоинформационные технологии.

ВВЕДЕНИЕ

Республика Крым, являясь в целом одним из ведущих туристских регионов Российской Федерации, имеет значительные внутренние пространственные диспропорции как в размещении элементов туристско-рекреационного потенциала, так и в эффективности функционирования рекреационной отрасли. Данные проблемы иллюстрирует повышенная загрузка объектов размещения и инфраструктуры Южного и Западного берегов Крыма – более 45 % туристов предпочитают Южный, 32 % – Западный берег Крыма, в то время как восточное побережье привлекает лишь 18 % туристского потока [1].

Основой решения социально-экономических проблем развития рекреационных регионов является анализ комплексной информации о состоянии и процессах развития территории, имеющих различную природу, а основным инструментом сбора и анализа данной информации является комплексный территориальный мониторинг.

Анализ научных разработок в сфере мониторинга рекреационных регионов свидетельствует о повышенном внимании к экологической составляющей их развития. В частности, Луговской А. М. и Плисецкий Е. Л. рассматривают мониторинг туристско-рекреационной системы как составную часть процесса территориального управления качеством окружающей среды, позволяющей не только фиксировать изменения ее состояния, но и принимать управленческие решения по ее улучшению [2]. Королькова Е. О. рассматривает мониторинг как инструмент изучения экологического туризма на особо охраняемых природных территориях [3]. Минаев В. А., Сычев М. П. и Фадеев А. О., рассматривая вопросы оценки геоэкологических рисков туристско-рекреационных территорий, особое внимание уделяют геоэкологическому мониторингу как основе обеспечения геоэкологической безопасности туристско-рекреационных систем [4]. Отдельные работы посвящены социально-экологической составляющей развития

рекреационных территорий. Так, в работе Каверина А. В., Гришина С. Ю. и Храмовой Т. М. представлена апробация методики социально-экологического мониторинга качества среды жизни для обоснования рекреационного использования территории [5]. Оборин М. С. рассматривает социально-экологический мониторинг как основной инструмент экологического менеджмента рекреационных территорий [6]. При этом наименьшее внимание уделяется социально-экономической составляющей развития рекреационных регионов, что обуславливает необходимость совершенствования основных целей, задач, направлений и системы показателей социально-экономического мониторинга рекреационных территорий с учетом современных стратегических направлений развития.

Целью данной статьи является разработка теоретико-методических основ комплексного мониторинга рекреационных территорий в связи с необходимостью решения многочисленных социально-экономических и экологических проблем рекреационного природопользования. Планируемый к созданию в Крымском федеральном университете имени В. И. Вернадского Геопортал современных ландшафтов Крыма должен включать раздел оценки уровня развития рекреационных территорий с отражением современной территориально-функциональной структуры.

Данная статья является результатом участия автора 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». Целью программы мобильности в 2016 г. явилось обобщение опыта, методик и технологий изучения ландшафтов особо охраняемых природных территорий в Тихоокеанском институте географии Дальневосточного отделения Российской академии наук на основе ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Миссия комплексного мониторинга рекреационных территорий аккумулирует цели, используемые в различных областях науки и практической деятельности, направленные, с одной стороны, на выявление соответствия фактических характеристик изучаемого процесса определенным ориентирам (в частности, целевым показателям Государственной программы развития курортов и туризма в Республике Крым на 2017–2020 гг.), с другой стороны, на информационное обеспечение региональных управленческих решений). Среди частных задач комплексного мониторинга рекреационных территорий следует выделить:

- систематическое наблюдение, сбор и обработку информации о параметрах экономического, социального и экологического функционирования рекреационной территории;
- ситуационное изучение фактического состояния и динамики туристско-рекреационной системы;

– системный анализ, моделирование и оценку процессов, закономерностей и взаимосвязей туристско-рекреационной системы на экзогенном и эндогенном уровнях;

– выявление факторов, определяющих негативные тенденции и угрозы развития, а также точки роста туристско-рекреационной системы;

– разработку прогнозов и сценариев развития туристско-рекреационной системы региона.

Таким образом, значимость комплексного мониторинга рекреационных территорий проявляется не только в наблюдении и контроле, анализе и обработке, систематизации важнейших параметров развития и диагностике состояния развития туристско-рекреационной системы в экономическом, социальном и экологическом направлениях, а также в выявлении закономерностей и прогнозировании развития изучаемых процессов и систем [7].

В связи с этим комплексный мониторинг рекреационных территорий должен базироваться на следующих исходных положениях:

– ограниченность мониторинга регионом в целом не позволит выявить конкретные кризисные рекреационные территории – курорты или конкретные рекреационные комплексы, требующие государственной поддержки и разработки отдельных мер регионального развития. В связи с этим необходима организация мониторинга на трех уровнях – региональном, муниципальном и локальном;

– разные типы рекреационных территорий являются геосистемами различных рангов, включающими природную, социальную и экологическую составляющую, что требует разработки системы индикаторов мониторинга состояния для каждой из них;

– показатели-индикаторы должны быть адекватны специфике объекта наблюдения, при этом для интегральной оценки уровня рекреационного развития территории они неравнозначны и должны иметь различный вес.

В данном контексте следует согласиться с авторами, рассматривающими мониторинг с позиций системного подхода [8]. Элементы системы комплексного мониторинга рекреационной территории представлены на рисунке 1.

научные комплексные исследования развития функциональных систем региона, в том числе и туристско-рекреационных, должны базироваться на накоплении, интеграции, систематизации, наглядном представлении экономической, социальной и экологической информации для обеспечения возможности использования различных форм анализа и моделирования. Результативность подобных исследований может быть достигнута только за счет интенсивного информационного обмена с постоянным пополнением данных и сопоставлением с ранее накопленными и систематизированными данными, с построением многослойных и разноуровневых моделей цифровых карт на базе географических информационных систем (ГИС).

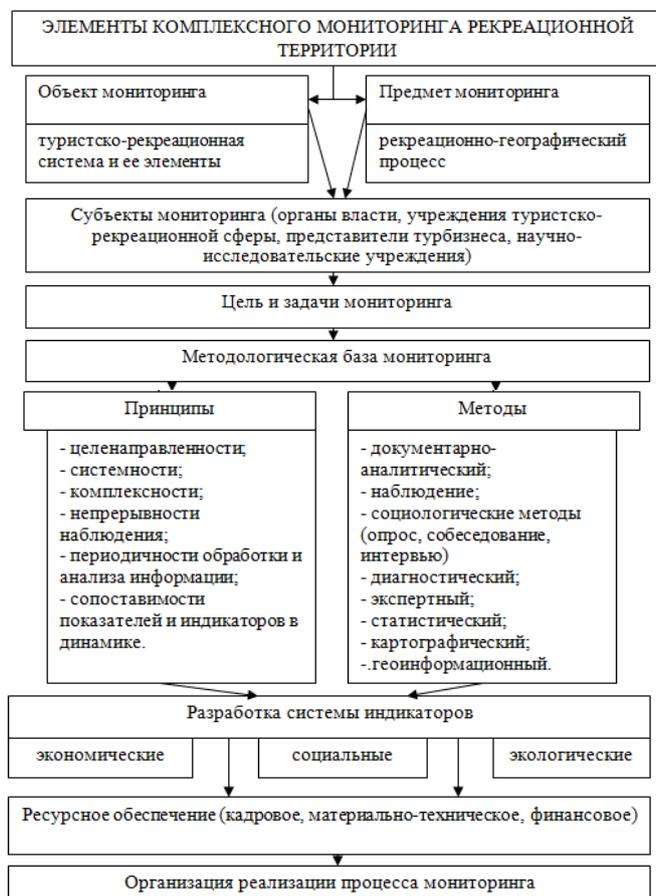


Рис. 1. Структура комплексного мониторинга рекреационной территории (составлено автором).

Методический опыт исследования регионов с помощью ГИС-анализа накоплен во многих высших учебных заведениях и академических подразделениях Российской Федерации. В процессе академической мобильности был изучен опыт исследований в структурных подразделениях Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения РАН. В Лаборатории территориально-хозяйственных структур наибольшего внимания заслуживают методические подходы и приемы в

контексте механизмов формирования разноуровневых территориальных структур хозяйства региона, оценки экономико-географического положения как свойства структурированности территории приморского региона, влияния геополитических факторов на региональное развитие; новых принципов территориальной организации хозяйства; трансформации территориально-отраслевых структур; многоуровневого экономического районирования; трансформации форм пространственно-природных отношений и пр.

Информационно-картографический центр Тихоокеанского института географии ДВ РАН выполняет научно-исследовательскую тему «Географические факторы формирования региональных систем устойчивого природопользования в Северо-Восточной Азии и их соотношение с природно-ресурсным потенциалом», в рамках которой разрабатывается информационная основа геоэкологических исследований, проведения тематического зонирования, решения задач управления природопользованием и устойчивым развитием территории.

В центре разработаны методы ландшафтного картографирования на основе ГИС-технологий и материалов дистанционного зондирования, выявления ландшафтообразующих признаков и количественных параметров структуры ландшафтов на примере островов Дальневосточного региона.

В целом задачи комплексного мониторинга в контексте потребностей управления региональным развитием должны решаться с помощью ГИС-технологий благодаря возможностям обеспечивать поддержку и всесторонний анализ комплексной многоаспектной территориально распределённой информации, организуемой в виде соответствующих тематических слоев на единой топооснове. Среди основных функций ГИС в системе комплексного мониторинга рекреационных регионов – создание, обновление и актуализация баз данных о социально-экономическом состоянии систем в едином формате; обеспечение возможности для работы с практически неограниченным объемом информации; структурирование системы комплексного мониторинга по уровням управления; пространственно-временной анализ и общая интерпретация количественных и качественных характеристик территории; выявление взаимосвязей между явлениями, синтез тематических, комплексных и специализированных картографических материалов; формирование комплексных электронных атласов территории и прогнозирование социально-экономического развития [9]. Важными особенностями ГИС является возможность обеспечения комплексного введения, контроля, сохранения, отображения и анализа различной семантической и картографической информации, подготовка картографических материалов для аналитической обработки, что также обеспечивает принятие эффективных решений на основе анализа и интерпретации пространственно распределенных данных.

ВЫВОДЫ

Разработанная система комплексного мониторинга рекреационных территорий позволит сделать обоснованные выводы и разработать рекомендации по повышению эффективности функционирования туристско-рекреационной сферы. Актуальным является совершенствование системы мониторинга, в том числе

используемого методического обеспечения, технического оснащения, системы индикаторов, все более широкого использования ГИС-технологий. Эффективная организация системы комплексного мониторинга позволяет осуществлять обратную связь по отношению к целеполагающим, организующим и регулирующим функциям территориального управления, тем самым повышая эффективность реализации стратегических программ регионального развития.

Данная статья является результатом участия автора 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, 2016 г.

Список литературы

1. Государственная программа развития курортов и туризма в Республике Крым на 2017–2020 гг. [Электронный ресурс]. URL: http://mtur.rk.gov.ru/file/postanovlenie_soveta_ministrov_respubliki_krim_ot_29_dekabrya_2016_g_650.pdf.
2. Луговской А. М., Плисецкий Е. Л. Мониторинг состояния окружающей среды маргинальных территорий // Экономика и управление. 2014. № 6. С. 61–64.
3. Королькова Е. О. Мониторинг рекреационного использования особо охраняемых природных территорий на примере Полистовского государственного природного заповедника // Социально-экологические технологии. 2015. № 1–2. С. 30–39.
4. Минаев В. А., Сычев М. П., Фаддеев А. О. Оценка геоэкологических рисков на туристско-рекреационных территориях: методологические аспекты // Сервис+. 2014. № 4. С. 76–86.
5. Каверин А. В., Гришин С. Ю., Храмова Т. М. Опыт проведения социально-экологического мониторинга качества среды жизни для обоснования рекреационного использования территории НП «Смольный» // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. № 4. С. 208–210.
6. Оборин М. С. Особенности разработки системы экологического менеджмента для рекреационных территорий // Географический вестник. 2009. № 2. С. 52–57.
7. Иванова О. И., Калажиков З. З., Купова М. К. Мониторинг и прогнозирование развития территориально-отраслевой экономики // УЭЭС. 2011. № 35. С. 58.
8. Теоретико-методологические аспекты разработки программ социально-экономического развития муниципальных образований / Под ред. Е. А. Федоровой. Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. 248 с.
9. Балабанов Г. В., Вишневецкий В. В. Територіальний соціально-економічний моніторинг в Україні. К.: Нора-друк, 2001. 58 с.

THEORETICAL-METHODICAL BASIS OF COMPLEX MONITORING OF RECREATIONAL TERRITORIES

Strachkova N. V.

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

The scientific basis of regional policy is designed to create conditions for the justification and implementation of active and effective actions aimed at ensuring sustainable growth

rates of the regional socio-economic system, rational use of natural resource, demographic, production, intellectual, recreational potential, and mitigation of intraregional imbalances.

The basis for solving social and economic problems in the development of recreational regions is the analysis of complex information on the status and development processes of the territory of different nature, and the main tool for collecting and analyzing this information is comprehensive territorial monitoring.

Among the particular tasks of integrated monitoring of recreational areas, it should be noted:

- systematic observation, collection and processing of information about the parameters of the economic, social and ecological functioning of the recreational area;
- situational study of the actual state and dynamics of the tourist and recreational system;
- systems analysis, modeling and evaluation processes, patterns and relationships tourism and recreation system on exogenous and endogenous levels;
- identify the factors that determine the negative trends and threats to development, as well as in terms of growth of tourist-recreational system;
- Development forecasts and scenarios for the development of tourism and recreation system in the region.

Thus, the importance of comprehensive monitoring of the recreational areas is evident not only in monitoring and control, analysis and processing, systematization of the most important parameters of development and diagnosis of the state of development of tourism and recreation system in the economic, social and environmental areas, as well as identify patterns and forecasting the development of the processes studied and systems.

In general, the tasks of integrated monitoring in the context of the needs of managing regional development should be addressed through GIS technologies, thanks to the ability to provide support and a comprehensive analysis of complex, multidimensional geographically distributed information organized in the water of the respective thematic layers on a single topographic basis.

Among the basic functions of GIS in the system of integrated monitoring of recreational regions is the creation, updating and updating of databases on the socio-economic status of systems in a single format; Providing an opportunity to work with almost unlimited amount of information; Structuring the system of integrated monitoring by management levels; Spatial-temporal analysis and general interpretation of the quantitative and qualitative characteristics of the territory; The identification of interrelations between phenomena, the synthesis of thematic, integrated and specialized cartographic materials; Formation of complex electronic atlases of the territory and forecasting of social and economic development.

Key words: recreational areas, integrated monitoring, geoinformation technologies.

References

1. Gosudarstvennaja programma razvitija kurortov i turizma v Respublike Krym na 2017-2020 gg. (The state program of development of resorts and tourism of the Republic of Crimea for 2017-2020) [Elektronnyj resurs]. URL:

- http://mtur.rk.gov.ru/file/postanovlenie_soveta_ministrov_respubliki_krim_ot_29_dekabrya_2016_g__650.pdf (in Russian).
2. Lugovskoj A. M., Pliseckij E. L. Monitoring sostojanija okružhajushhej sredy marginal'nyh territorij (Monitoring environmental marginal territories) // *Jekonomika i upravlenie*, 2014, no 6. pp. 61–64. (in Russian).
 3. Korol'kova E. O. Monitoring rekreacionnogo ispol'zovanija osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij na primere Polistovskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika (Monitoring of recreational use of protected natural areas on the example of the Polistovsky state nature reserve) // *Social'no-jekologicheskie tehnologii*, 2015, no 1–2. pp. 30–39. (in Russian).
 4. Minaev V. A., Sychev M. P., Faddeev A. O. Ocenka geojekologicheskikh riskov na turistsko-rekreacionnyh territorijah: metodologicheskie aspekty (Assessment of geoeological risks at recreational areas: methodological aspects) // *Servis +*, 2014, no 4, pp.76–86. (in Russian).
 5. Kaverin A. V., Grishin S. Ju., Hramova T. M. Opyt provedenija social'no-jekologicheskogo monitoringa kachestva sredy zhizni dlja obosnovanija rekreacionnogo ispol'zovanija territorii NP «Smol'nyj» (Experience of conducting socio-ecological monitoring environmental quality of life to justify the recreational use of the territory of the NP «Smolny») // *Samarskaja Luka: problemy regional'noj i global'noj jekologii*, 2016, no 4, pp. 208–210. (in Russian).
 6. Oborin M. S. Osobennosti razrabotki sistemy jekologicheskogo menedzhmenta dlja rekreacionnyh territorij (Features of development of system of environmental management for recreational areas) // *Geograficheskij vestnik*, 2009, no 2, pp. 52–57. (in Russian).
 7. Ivanova O. I., Kalazhokov Z. Z., Kupova M. K. Monitoring i prognozirovanie razvıtija territorial'no-otraslevoj jekonomiki (Monitoring and forecasting of development of territorial-sectoral economy) // *UJekS*, 2011, no 35, pp. 58. (in Russian).
 8. Teoretiko-metodologicheskie aspekty razrabotki programm social'no-jekonomicheskogo razvıtija municipal'nyh obrazovanij (Theoretical and methodological aspects of the development of socio-economic development of municipalities) / Pod red. E.A. Fedorovoj. Tula: Izd-vo TulGU (Publ.), 2008, 248 p. (in Russian).
 9. Balabanov G. V., Vishnevs'kij V. V. Territorial'nij social'no-ekonomichnij monitoring v Ukraїni (Territorial socio-economic monitoring in Ukraine). Kiev: Nora-druk (Publ.), 2001, 58 p. (in Ukrainian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.
География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 71–83.

УДК 911.3: 316

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В
КОМПЛЕКСНОМ ИЗУЧЕНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ
ЛАНДШАФТОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Яковенко И. М.

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

Рассмотрен опыт использования геоинформационных технологий для изучения рекреационных функций особо охраняемых природных территорий. Разработана концепция программы комплексного изучения ландшафтов особо охраняемых природных территорий Крымского региона и программа серии карт рекреационного природопользования для создания геопортала современных ландшафтов Крыма.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, геопортал, ландшафты особо охраняемые природные территории, рекреационная деятельность, картографическое моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью современного этапа туристско-рекреационного освоения территории является вовлечение в рекреационный процесс особо охраняемых природных территорий (ООПТ), обладающих общественно значимыми природными и культурно-историческими ресурсами. По некоторым данным, удельный вес мотиваций, связанных с приобщением к дикой природе, растет и в развитых странах составляет от 20 % до 60 % [1]. Ведущей рекреационной функцией ООПТ, все же являющейся вторичной по отношению к целевой природоохранной функции, принято считать экологический туризм [2, 3, 4, 6]. Если совокупный годовой рост числа туристов в мире составляет около 4 %, то темпы роста эколого-ориентированных туристов, посещающих охраняемые территории, превышают 10 %. Развитие концепции культурного ландшафта позволило ряду авторов сделать вывод о формировании в пределах ООПТ культурно-экологического туризма, опирающегося на культурный ландшафт как особый вид наследия [7].

Популярным направлением комплексных ландшафтных исследований рекреационных функций ООПТ выступает изучение рекреационного потенциала ООПТ, направлений и проблем его современного и перспективного использования на базе региональных геопорталов, обладающих системой широкого доступа к пространственным данным спутников дистанционного зондирования Земли. Особую актуальность изучение рекреационной деятельности на ООПТ приобретает в Крыму в связи с традиционным стихийным использованием природного и культурного наследия охраняемых природных территорий и необходимостью решения многочисленных социально-экономических и экологических проблем рекреационного природопользования. Планируемый к созданию в Крымском федеральном университете имени В. И. Вернадского Геопортал современных

ландшафтов Крыма должен включать большой раздел ландшафтов особо охраняемых природных территорий с отражением функциональной и территориальной структуры всех видов природопользования, включая рекреационное.

Целью данной статьи выступает разработка методических основ комплексного изучения ландшафтов особо охраняемых природных территорий и их использования в целях рекреации и туризма.

Данная статья является результатом участия автора 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 2016 г. явилось обобщение опыта, методик и технологий изучения ландшафтов особо охраняемых природных территорий в Тихоокеанском институте географии Дальневосточного отделения Российской академии наук на основе ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Рекреационная функция ООПТ реализуется в виде рекреационной деятельности, имеющей различные виды и формы. ООПТ как объекты рекреационной деятельности, подобно другим типам рекреационных территорий, характеризуются:

- определенным объемом, структурой и качеством ресурсного потенциала рекреации;
- потенциальной рекреационной емкостью (определяется типом природных комплексов и их устойчивостью к рекреационным нагрузкам); специализацией (в т. ч. моно- и полифункциональной);
- степени реальной рекреационной освоенности территории (удельный вес территорий рекреационного назначения в площади ООПТ; плотность рекреантов; плотность сети туристско-экскурсионных маршрутов; насыщенность элементами туристско-рекреационной инфраструктуры; плотность основных производственных фондов рекреационного назначения и др.);
- интенсивностью ведения рекреационной деятельности (число рекреантов в единицу времени в расчете на 1 занятого; прибыль на 1 занятого; удельный вес населения, занятого в рекреационном обслуживании посетителей ООПТ от всего занятого населения и др.);
- сбалансированностью (устойчивостью) процессов РП (в т. ч. наличие симбиоза или конфликта между природоохранной и рекреационной функциями территории);
- социальной, экономической и экологической эффективностью развития рекреации на ООПТ.

Оценка степени пригодности территории ООПТ для рекреационной деятельности осуществляется на ландшафтной основе. В статье Оборина М. С., Девятковой Т. П. и Воронова Г. А. утверждается, что традиционные методы оценки рекреационного потенциала для ООПТ не эффективны, т.к. «планирование развития рекреационной деятельности будет упираться в заповедный режим территорий» [8, с.41]. Ими предложена качественная оценка экотуристического потенциала различных категорий ООПТ Пермского края. Все классификационные признаки объединялись в три группы: первичные (природные условия и ресурсы); вторичные (социально-культурные) и лимитирующие. В рамках ранжированного балльного метода применялась следующая шкала: максимальное соответствие – 55 баллов, экотуристическим целям – 10 баллов; неполное (частичное) соответствие – от 5 до 7 баллов; отсутствие или несоответствие – 1–3 балла. 2. Большое количество разработок связано с оценкой рекреационной емкости ООПТ и нормированием рекреационных нагрузок.

Царегородцева А. Г., Алькеев М. А. и Ракишева А. К [9] среди зарубежных методик, наиболее часто используемых для оценки рекреационной нагрузки на природные комплексы, отмечают оценку текущей емкости (Assesment of Carrying); учет посетительской нагрузки (Visitor Impact Management – VIM); пределы допустимых изменений (Limits of Asseptable Change – LAC); спектр рекреационных возможностей (Recreation Opportunity Spectrum – ROS); управление рекреационными потоками и охраной ресурсов (Visitor Experience and Resource Protection – VERP). Методика текущей емкости (пропускной способности) рассматривается как способ определения допустимого уровня изменений природных комплексов и выработки управленческих действий по снижению рекреационного воздействия, однако отмечается сложность оценки в связи с отсутствием ясного и прогнозируемого соотношения между туристским использованием и туристским воздействием.

Методика пределов допустимых изменений (LAC) была разработана рядом исследователей (Станкей Дж., Коул Д., Лукас Р., Петерсен М., Фриссел С.) для увеличения практической значимости и применимости метода текущей емкости. С 1985 г. она используется американской Службой национальных парков и аналогичными структурами в других странах. Методика включает четыре этапа: поиск допустимых и достигнутых геоэкологических состояний природных ресурсов и социальных условий, определяемых группами индикаторов; анализ взаимоотношений между существующими и допустимыми состояниями; обоснование управленческих действий, необходимых для достижения этих состояний; разработка программы мониторинга и оценка эффективности управления. Данная методика получила распространение и в российских исследованиях. Так, Завадской А. В. [10] при изучении рекреационного природопользования на ООПТ Камчатского края использовал сопряженный анализ результатов оценки рекреационных ресурсов ООПТ, экологической ситуации на объектах и величины их рекреационного использования с эколого-ландшафтным районированием.

Важную роль в изучении ландшафтов особо охраняемых природных территорий в контексте их использования для целей рекреации и туризма играют ГИС-технологии. Чен Р. Дж. К. [11] и Гилс В. [12] отметили возможность их применения для систематической инвентаризации ресурсов, изучения ресурсопользования, идентификации конфликтов, оценки влияния туризма на окружающую среду, моделирования пространственных результатов развития рекреации и туризма и др. Приоритетным направлением выступает создание интегрированных баз данных. В работе Завадской А. В. и Яблокова В. М. [13] представлена попытка создания ГИС, реализующей задачи информационного обеспечения управления рекреационным природопользованием на ООПТ на основе принципов устойчивого развития. На примере Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника с помощью ГИС «Рекреационное природопользование и мониторинг» разработан проект функционального зонирования территории, оптимизирована пространственная структура планируемых маршрутов, определен режим их посещения и функционирования (сроки экскурсионного сезона и продолжительность сезонных ограниченной экскурсионной деятельности, максимальный размер экскурсионной группы; максимальное количество вертолетов в день; рекомендуемый уровень инфраструктурного обустройства).

Методический опыт исследования ландшафтов особо охраняемых природных территорий накоплен во многих высших учебных заведениях и академических подразделениях Российской Федерации. Так, в Московском государственном университете многие научно-исследовательские и прикладные географические задачи решаются с помощью Геопортала МГУ, введенного в эксплуатацию в 2011 г. (Web-GIS проекты «Керженский заповедник», «Лазовский заповедник», планируемый геопарк «Белоградчишские скалы», Болгария) [14].

ГИС-технологии, имеющие теоретико-методическое значение для исследования возможностей использования ландшафтов ООПТ для природоориентированного туризма, успешно апробированы в структурных подразделениях Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения РАН. В Лаборатории социальной и медицинской географии в рамках комплексной оценки и прогноза перспектив использования рекреационного потенциала Дальнего Востока предложена принципиально новая классификация, существенным отличием которой от существующих является основополагающее деление рекреационных ресурсов конкретной территории (административной, ландшафтной, организационно-хозяйственной) в соответствии с признаками – уровнями. Классификация рекреационных ресурсов представлена 15 классами, 48 подклассами и 96 субклассами. Обоснована необходимость расширения традиционной схемы оценки рекреационных ресурсов за счет ресурсов социально-экономического характера.

Информационно-картографический центр Тихоокеанского института географии ДВ РАН выполняет научно-исследовательскую тему «Географические факторы формирования региональных систем устойчивого природопользования в Северо-

Восточной Азии и их соотношение с природно-ресурсным потенциалом», в рамках которой разрабатывается информационная основа геоэкологических исследований, проведения тематического зонирования, решения задач управления природопользованием и устойчивым развитием территории. В центре разработаны методы ландшафтного картографирования на основе ГИС-технологий и материалов дистанционного зондирования, выявления ландшафтообразующих признаков и количественных параметров структуры ландшафтов на примере островов Дальневосточного региона.

Репрезентативный характер по использованию Геопортала ТИГ ДВО РАН имеет изданная центром в 2016 г. Ландшафтная карта о. Русский. Карта характеризует типы ландшафтов, описанные с помощью поликритериальной матричной легенды. Данный способ картографирования может быть использован при построении карт природоохранный-рекреационный районирования в рамках изучения рекреационного использования ландшафтов ООПТ.

Следуя методике ИКЦ ТИГ ДВ РАН, алгоритм исследования ландшафтов рекреационных территорий региона должен включать:

- формирование принципиальной блочной схемы; построение информационной структуры блоков; определение последовательности согласования информационных слоёв и блоков;
- построение векторных базовых общегеографических информационных слоёв; построение векторных базовых информационных тематических слоёв; унификация классификаций и легенд; согласование пространственной информации вдоль государственных границ;
- составление информационных слоёв и электронных карт характеристики количественных и качественных параметров охраняемых ландшафтов (численность, структура, репрезентативность и площадь ООПТ, динамика состояния ландшафтов и др.); оценки рекреационного потенциала ООПТ (объекты природного и культурного наследия, а также инфраструктурное обеспечение рекреационной деятельности); оценки рекреационной емкости ООПТ; оценки существующей системы природопользования с выявлением реальных и потенциальных конфликтов; прогноза развития рекреации и туризма на охраняемых территориях с учетом тенденций и актуальных проблем; предложений по оптимизации функциональной, территориальной и управленческой структуры рекреационной деятельности на ООПТ;
- построение типологических карт природоохранный-рекреационный районирования региона путем наложения информационных слоев и сопряженного анализа тематических карт.

Подобная методика была использована Ворониной А. Б. для построения карты природоохранный-рекреационный районирования Крыма [15]. На основе формирования картографической базы данных при помощи программного продукта ARCGIS 10.1 были разработаны картографические слои, отображающие современное состояние рекреационной деятельности на ООПТ в соответствии с выявленной функциональной, отраслевой и управленческой структурами, произведен их сопряженный анализ и выделены типы природоохранный-

рекреационных районов Крыма по особенностям осуществления рекреационной деятельности на ООПТ.

Общий алгоритм комплексного изучения ландшафтов ООПТ Крыма и их рекреационного использования с привлечением ГИС-технологий и формированием специализированного блока на «Геопортале современных ландшафтов Крыма» включает прохождение пяти этапов. Каждому этапу соответствует арсенал подходов и методов, среди которых важнейшим является метод картографического моделирования.

I. Системно-рекогносцировочный этап включает постановку цели и задач, обоснование набора и логической последовательности используемых методов.

II. На подготовительном этапе осуществляются сбор, систематизация, обработка и первичный анализ материалов исследований. В рамках данного этапа разрабатывается группа карт:

- карта типов ландшафтов Крыма;
- карта размещения особо охраняемых природных территорий Крыма (Рис. 1);
- карта структуры ландшафтов сети особо охраняемых природных территорий Крыма (Рис. 2);
- карта соотношения охраняемых компонентов ландшафта в площади ООПТ;
- инвентаризационные карты рекреационных ресурсов ООПТ (климатических, пляжных, геоморфологических, водных, бальнеогрязевых, пейзажных, культурно-исторического наследия; карты территориальных сочетаний ресурсов ООПТ) (Рис. 3);
- карты социально-экономических условий развития рекреации на ООПТ (объекты транспортной инфраструктуры; размещение коллективных и частных средств размещения туристов; объектов общественного питания, сервисных объектов; карты числа занятых в рекреационном обслуживании на ООПТ и др.).

III. Аналитический этап исследования рекреационной деятельности на ООПТ региона заключается в системно-структурном анализе исходной и исследовательской информации по следующим направлениям: изучение состояния сети ООПТ в регионе в динамическом аспекте; выявление рекреационного спроса на объекты ООПТ и его функциональной и территориальной избирательности; анализ и оценка ресурсного рекреационного потенциала ООПТ региона; выявление экологических ограничений в развитии рекреационной деятельности; изучение современной функциональной, отраслевой и территориальной структуры рекреационной деятельности на ООПТ региона; изучение системы рекреационного природопользования на ООПТ (виды, формы, методы). Предполагается составление следующих групп карт:

- карта аттрактивности ландшафтов ООПТ для туристов (составляется на основе социологических опросов);
- карта динамики ландшафтов ООПТ и их рекреационной емкости;
- карта устойчивости ландшафтов ООПТ к рекреационным нагрузкам;
- карта рекреационной емкости ландшафтов ООПТ;

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В КОМПЛЕКСНОМ ИЗУЧЕНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ЛАНДШАФТОВ...

- карты отдельных видов территориальной организации рекреации и туризма (спортивный туризм, в т.ч. пешеходный туризм, обустроенные и контролируемые постоянные маршруты); велосипедный, водноспортивный, спелеотуризм; охотничий и рыболовный туризм; зеленый сельский туризм; познавательно-природный (экскурсионный) туризм; лечебная и реабилитационная деятельность; промысловая рекреация (сбор ягод, грибов, орехов, лекарственных растений и др.); этнографический туризм; событийный и фестивальный туризм);

- карта функционального зонирования ООПТ Крыма (мезо- и микрорегиональный уровень);

- карты социально-экономических результатов от ведения рекреационной деятельности на ООПТ;

- карты масштабов, форм и методов рекреационного природопользования на ООПТ;

- карты экологических последствий использования ландшафтов ООПТ для развития рекреации.

Карты, разрабатываемые на данном этапе, относятся к констатационному типу; по принципу обобщения содержания они могут быть как аналитическими, так и комплексными. Путем сопряженного анализа карт разной тематики можно установить степень соответствия ресурсного потенциала ООПТ его современному использованию, а также выявить особенности территориальной организации рекреационной деятельности в регионе.

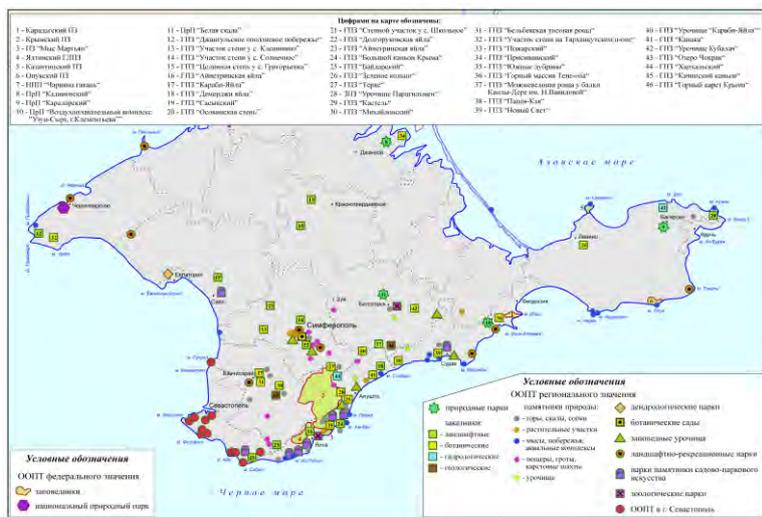


Рис. 1. Размещение сети ООПТ Крыма. Составлено Яковенко И. М., Ворониной А. Б., 2015 г.

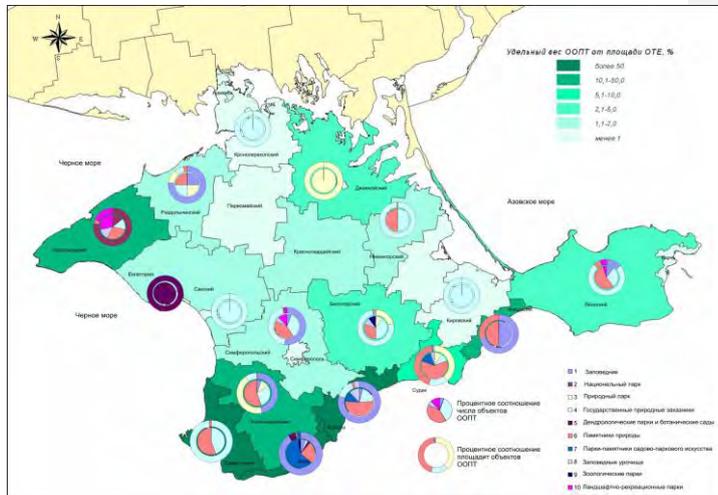


Рис. 2. Структура сети ООПТ в разрезе административных районов Республики Крым и г. Севастополя. Составлено Яковенко И. М., Ворониной А. Б., 2015 г.

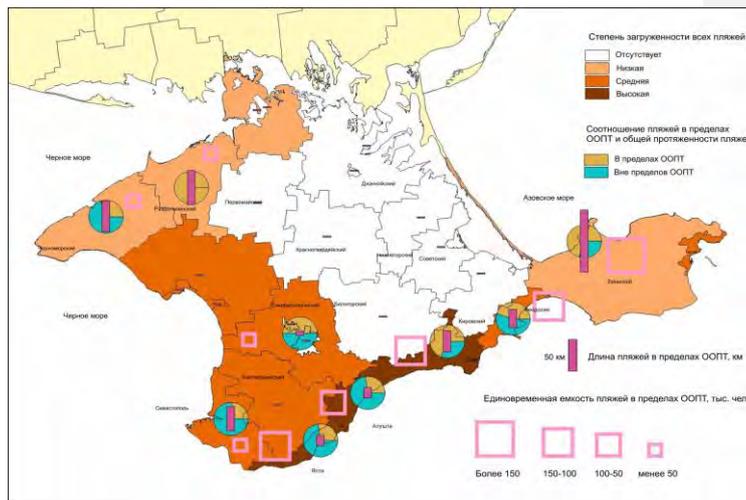


Рис. 3. Пляжные ресурсы ООПТ Республики Крым и г. Севастополя. Составлено Ворониной А. Б., 2015 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В КОМПЛЕКСНОМ ИЗУЧЕНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ЛАНДШАФТОВ...

IV. Синтетический этап исследования предусматривает проведение типологии ООПТ региона по комплексу критериев. Пространственная визуализация результатов типологии осуществляется посредством районирования с привлечением картографического метода и тематических баз данных ГИС-технологий. В программу серии карт включаются следующие синтетические карты:

- карта районирования Крыма по степени пригодности ландшафтов ООПТ для развития рекреационной деятельности;
- карта оценки интенсивности рекреационной деятельности на ООПТ (рекреационная нагрузка) (Рис. 4);
- карта уровня развития рекреационной деятельности на ООПТ;
- карта эколого-рекреационной ситуации на ООПТ региона и ее динамики;
- карта природоохранный-рекреационных районов Крыма.

V. Прогнозно-конструктивный этап исследования включает составление долговременного прогноза развития рекреации и туризма. При отсутствии исходных данных для построения формализованных прогнозных моделей единственным методом выступают экспертные оценки. Конструктивный этап исследования нацелен на географическое обоснование направлений оптимизации функциональной и территориальной структуры рекреационной деятельности на ООПТ.

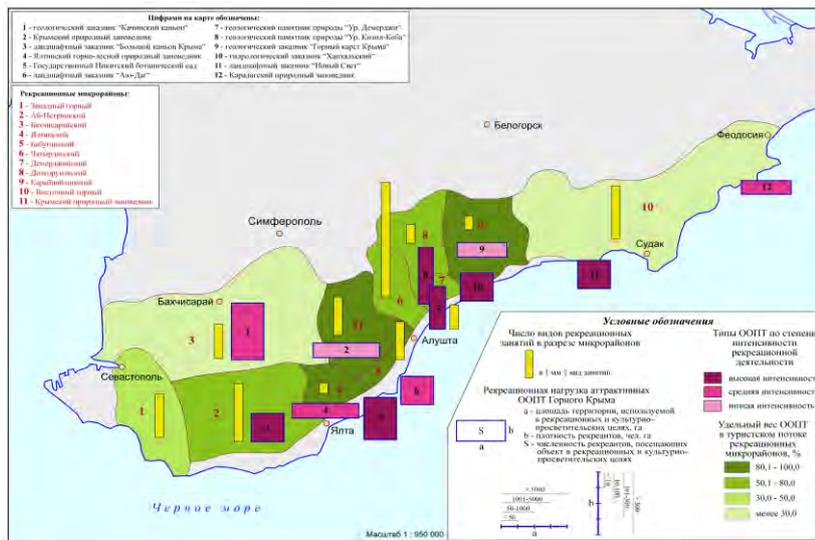


Рис. 4. Интенсивность рекреационной деятельности на аттрактивных объектах ООПТ Крыма. Составлено Яковенко И. М., Ворониной А. Б., 2015 г.

Разрабатываются предложения по управлению спросом на рекреационные услуги ООПТ; совершенствованию методов использования, охраны и воспроизводства ресурсного потенциала территории, инновационному развитию, достижению социального, экономического и экологического эффекта на принципах сбалансированности. На данном этапе разрабатываются карты:

- карта рекомендуемых объектов в рамках совершенствования сети ООПТ Крыма;
- карта прогноза туристского потока на ООПТ региона;
- карта рекомендуемых объектов туристской инфраструктуры ООПТ;
- карта перспективного функционального зонирования ООПТ;
- карта перспективных событийных мероприятий на ООПТ.

ВЫВОДЫ

Разработанная методика изучения ландшафтов особо охраняемых природных территорий и их использования для целей рекреации и туризма может быть применена для создания тематического раздела карт геопортала «Современные ландшафты Крыма», планируемого Крымским международным ландшафтным центром.

Данная статья является результатом участия автора 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.

Список литературы

1. Шмелева Т. В. Разработка механизма управления развитием экологического туризма на особо охраняемых природных территориях: Автореферат дис. ... канд. экон. наук. Сочи: Соч. гос. ун-т туризма и курортного дела, 2002. 21 с.
2. Дроздов А. В. Как развивать туризм в национальных парках России. Рекомендации по выявлению, оценке и продвижению на рынок туристских ресурсов и туристского продукта национальных парков. М.: Экоцентр «Заповедники», 2000. 61 с.
3. Игльс П., МакКул С., Хейнс К. Устойчивый туризм на охраняемых природных территориях. Руководство по планированию и управлению. М.: МСОП, 2005. 184 с.
4. Косолапов А. Б. Теория и практика экологического туризма. М.: КНОРУС, 2005. 240 с.
5. Сергеева Т. К. Экологический туризм. М.: Финансы и статистика, 2004. 360 с.
6. Храбовченко В. В. Экологический туризм. М.: Финансы и статистика, 2007. 208 с.
7. Воронина Ю. Н. Особенности современного развития туризма и методы его организации на особо охраняемых территориях // Географический вестник. 2016. № 3 (38). С. 127–136.
8. Оборин М. С., Девяткова Т. П., Воронов Г. А. Качественная оценка туристско-рекреационного потенциала особо охраняемых природных территорий (на примере Пермского края) // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о земле. 2011. Вып. 2. С. 36–43.
9. Царегородцева А. Г. Обзор и анализ методов оценки рекреационной нагрузки на природные комплексы [Электронный ресурс]. URL: http://www.old.group-global.org/ru/storage_manage/download_file/32033.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В
КОМПЛЕКСНОМ ИЗУЧЕНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ЛАНДШАФТОВ...

10. Завадская А. В. Геоэкологические аспекты развития рекреационного природопользования на особо охраняемых природных территориях Камчатского края: Автореферат дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2012. 25 с.
11. Chen R. J. C. Geographical information systems (GIS) applications in retail tourism and teaching curriculum // Journal of Retailing and Consumer Services. 2007. Volume 14. Issue 4. P. 289–295.
12. Giles W. GIS application in tourism planning [Электронный ресурс]. URL: [http://fama2.us.es:8080/turismo/turismonet1/economia %20del %20turismo/analysis %20geografico/GIS %20application %20in %20tourism %20planning.pdf](http://fama2.us.es:8080/turismo/turismonet1/economia%20del%20turismo/analysis%20geografico/GIS%20application%20in%20tourism%20planning.pdf).
13. Завадская А. В. Применение геоинформационных технологий для устойчивого развития рекреационного природопользования на ООПТ Камчатского края [Электронный ресурс]. URL: <http://www.conf.ict.nsc.ru/intercarto17/ru/reportview/8286>.
14. Геопортал МГУ [Электронный ресурс]. URL: http://www.landscape.edu.ru/main_geoport.html.
15. Воронина А. Б. Территориальная структура рекреационной деятельности на особо охраняемых природных территориях Крыма и пути ее оптимизации: Автореферат дис. ... канд. геогр. наук. Симферополь: КФУ имени В. И. Вернадского, 2016. 25 с.

**METHODICAL BASES OF USING GIS-TECHNOLOGIES IN
INTEGRATED STUDY OF LANDSCAPES OF ESPECIALLY PROTECTED
NATURAL TERRITORIES' RECREATIONAL FUNCTIONS**

Yakovenko I. M.

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

The article is devoted to the development of a methodology for integrated study of landscapes of especially protected natural territories and their use for the purposes of recreation and tourism.

The experience of use of GIS technologies for the study of modern landscapes in the Pacific Institute of geography far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences was studied.

The concept of the program of comprehensive study of the landscapes of especially protected natural territories of the Crimean region and program of mapping recreational nature management for the creation of the geoportal of the modern landscapes of the Crimea were developed.

Protected areas as the objects of recreational activities, like other types of recreational areas, characterized by a certain volume, structure and quality of the resource potential of recreation and have the potential recreational capacity; the degree of real recreational development of the territory; the certain intensity of recreational activities; have different balance (stability) of processes of recreational nature management. They also have certain economic and environmental efficiency of the development of recreation in protected areas.

The general algorithm of the integrated study of landscapes of protected areas of the Crimea and their recreational use with the involvement of the GIS technology and the formation of a specialized unit on "Geoportal modern landscapes of Crimea" consists of five stages.

Each stage corresponds to an arsenal of approaches and methods, among which the most important is the method of cartographic modeling.

System-reconnaissance stage involves the formulation of goals and objectives, justification of set and logical sequence of methods.

In the preparatory phase the collection, systematization, processing and analysis of primary research materials are proposed. It includes mapping landscapes of especially protected natural territories, their resource recreational capacity and special recreational infrastructure.

The analytical stage of the study is systemic-structural analysis of primary research information. At this stage a map of the use of landscapes of protected areas for recreational activities, maps recreational nature management and its results are developed.

Synthetic phase of the study involves the carrying out of typology of the natural protected territories of the region on a set of criteria. Mapping the intensity of recreation management activities, conservation-recreation zoning are in this stage.

Forecasting and constructive stage of the study includes the development of a long-term forecast of the development of recreation and tourism, and the development of proposals on optimization of recreational activities in protected natural areas.

Keywords: geoinformation technologies, geoportal, landscapes of especially protected natural territories, recreational activities, cartographic modeling.

References

1. Shmeleva T. V. Razrabotka mekhanizma upravleniya razvitiem ekologicheskogo turizma na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah (Development of the mechanism of management of development of ecological tourism in protected natural areas): PhD thesis. Sochi: Soch. gos. un-t turizma i kurortnogo dela (Publ.), 2002, 21 p. (in Russian).
2. Drozdov A. V. Kak razvivat' turizm v natsional'nyh parkah Rossii. Rekomendatsii po vyavleniyu, otsenke i prodvizheniyu na rynek turistskih resursov i turistskogo produkta natsional'nyh parkov (How to develop tourism in national parks of Russia. Recommendations for the identification, assessment and promotion of tourist resources and tourism product of national parks). Moscow: Ekotsentr «Zapovedniki» (Publ.), 2000, 61 p. (in Russian).
3. Igl's P., MakKul S., Hejns K. Ustojchivyy turizm na ohranyaemyh prirodnyh territoriyah. Rukovodstvo po planirovaniyu i upravleniyu (Sustainable tourism in protected areas. A guide to planning and management). M.: MSOP (Publ.), 2005, 184 p. (in Russian).
4. Kosolapov A. B. Teoriya i praktika ekologicheskogo turizma (Theory and practice of ecological tourism). Moscow: KNORUS (Publ.), 2005, 240 p. (in Russian).
5. Sergeeva T. K. Ekologicheskij turizm (Ecological tourism). Moscow: Finansy i statistika (Publ.), 2004, 360 p. (in Russian).
6. Hrabovchenko V. V. Ekologicheskij turizm (Ecological tourism). Moscow: Finansy i statistika (Publ.), 2007, 208 p. (in Russian).
7. Voronina YU. N. Osobennosti sovremennogo razvitiya turizma i metody ego organizatsii na osobo ohranyaemyh territoriyah (The features of modern tourism development and methods of his organization protected areas) // Geograficheskij vestnik. 2016, no 3 (38). pp. 127–136. (in Russian).
8. Oborin M. S., Devyatkova T. P., Voronov G. A. Kachestvennaya otsenka turistsko-rekreatsionnogo potentsiala osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij (na primere Permskogo kraya) (Qualitative assessment of tourist-recreational potential of protected territories (by the example of Perm region)) // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Biologiya. Nauki o zemle, 2011, Vyp. 2, pp. 36–43. (in Russian).
9. Tsaregorodtseva A. G. Obzor i analiz metodov otsenki rekreatsionnoj nagruzki na prirodnye komplekсы (Review and analysis of methods for the assessment of recreational load on natural systems)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В
КОМПЛЕКСНОМ ИЗУЧЕНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ЛАНДШАФТОВ...

- [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.old.group-global.org/ru/storage_manage/download_file/32033. (in Russian).
10. Zavadskaya A. V. Geoekologicheskie aspekty razvitiya rekreatsionnogo prirodopol'zovaniya na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah Kamchatskogo kraja (Geoecological aspects of development of recreational nature management in protected territories of the Kamchatka region): PhD thesis. M.: MGU, 2012, 25 p. (in Russian).
 11. Chen R. J. C. Geographical information systems (GIS) applications in retail tourism and teaching curriculum // Journal of Retailing and Consumer Services, 2007, Volume 14, Issue 4, pp. 289–295. (in English).
 12. Giles W. GIS application in tourism planning [Elektronnyj resurs]. URL: <http://fama2.us.es:8080/turismo/turismonet1/economia%20del%20turismo/analisis%20geografico/GIS%20application%20in%20tourism%20planning.pdf>. (in English).
 13. Zavadskaya A. V. Primenenie geoinformatsionnyh tekhnologij dlya ustojchivogo razvitiya rekreatsionnogo prirodopol'zovaniya na OOPT Kamchatskogo kraja (Application of geoinformation technologies for sustainable development of recreational nature management in protected areas of the Kamchatka region) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.conf.ict.nsc.ru/intercarto17/ru/reportview/8286>. (in Russian).
 14. Geoportal MGU (MSU geoportal) [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.landscape.edu.ru/main_geoportal.shtml. (in Russian).
 15. Voronina A. B. Territorial'naya struktura rekreatsionnoj deyatel'nosti na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah Kryma i puti ee optimizatsii (Territorial structure of recreational activities on specially protected natural territories of the Crimea and the ways of its optimization): PhD thesis. Simferopol': KFU imeni V.I. Vernadskogo, 2016, 25 p. (in Russian).

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 911.52+004.42[(1-924.86) (470+571)]

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Калинчук И. В., Позаченюк Е. А.

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

В статье приведена количественная и качественная оценка степени коадаптации агроландшафтов Раздольненского района Республики Крым по базовым показателям свойств компонентов ландшафта – средним уклонам и горизонтальному расчленению рельефа территории. Несмотря на сложившуюся издавна аграрную специализацию района, рассчитанные значения соответствуют низкой и средней степени коадаптации. Методика расчета степени коадаптации агроландшафтов позволяет использовать неограниченное количество показателей в зависимости от детальности исследования и имеющихся данных.

Ключевые слова: ландшафт, агроландшафт, коадаптация агроландшафтов, Раздольненский район, Республика Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальной проблемой современности является выработка механизмов реализации концепции устойчивого развития. Действующая концепция устойчивого развития базируется на позициях взаимообусловленности социально-экономического и природного. Согласно Европейской конвенции о ландшафтах, ландшафт определяется как территория в том виде, как она воспринимается населением в результате взаимодействия природных и/или человеческих факторов [1]. В структуре современных ландшафтов можно выделить природную и хозяйственную подсистему. Основная причина социально-экологических кризисов и формирования деструктивной среды обитания человека главным образом состоит в несовместимости хозяйственной подсистемы с природной. В соответствии с этим центральная задача организации природопользования заключается в разработке механизма коадаптации (совместимости) хозяйственной подсистемы с природной [2].

Для Республики Крым, находящейся в новых социально-экономических условиях, устойчивое развитие территории и выработка механизмов оценки и

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

стабилизации существующей ситуации является одной из приоритетных задач. Ландшафты равнинного Крыма характеризуются значительной степенью антропогенной преобразованности, имеют определенную структуру природопользования, в которой ведущая роль принадлежит агроландшафтам. В данной работе в качестве модельного полигона был выбран Раздольненский район Республики Крым, имеющий традиционную аграрную специализацию. Издавна сложившаяся структура хозяйствования района, помимо природных предпосылок, имеет и ряд лимитирующих факторов: нахождение в зоне рискованного земледелия с полусухим климатом, удаленность от морских портов, железной дороги, столицы Республики Крым; недостаток влаги и отсутствие необходимых водных ресурсов для орошения земель, истощение и деградация почв (вторичное засоление), сокращение посевных площадей, практически полное отсутствие орошаемого земледелия, влияние погодных условий на валовое производство сельскохозяйственных культур. Конфликты землепользования приводят к дигрессии исходных ландшафтов и интенсификации деградационных процессов – плоскостной смыв, линейная эрозия, подтопление и т. д. Поэтому землепользованию должна предшествовать оценка степени совместимости (коадаптации) хозяйственной и природной подсистем и разработка на основании этой оценки соответствующих рекомендаций для землепользования, т. е. землепользование должно соответствовать коадаптивной парадигме природопользования.

Сущность коадаптивной парадигмы природопользования, согласно [3], заключается в такой организации территории, при которой регион функционировал бы как целостная устойчивая система, где хозяйственная подсистема согласована с природной по принципу совместимости компонентов природы естественного ландшафта. Начальный этап осуществления данной парадигмы должен состоять в переводе современного природопользования с нормативно-контролирующей основы на прикладную научно-исследовательскую, возрождая, таким образом, ноосферное развитие на новом уровне. Помимо концепции устойчивого развития, коадаптивной парадигмы природопользования, в основе работы лежит учение о современных ландшафтах, автором которого является Позаченюк Е. А. Под современным ландшафтом понимается сложная трехмерная пространственно-временная геосистема, обособившаяся в пределах ландшафтной сферы за счет процессов самоорганизации природного и регулируемого (осознанного или стихийного) антропогенного [4].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Работа выполнялась по алгоритму, предложенному Позаченюк Е. А. и Цуркан О. И. [2] для оценки степени коадаптации современных ландшафтов по их компонентной структуре. Данная методика может быть применена для различных видов природопользования – сельскохозяйственного, селитебного, промышленного, транспортного и др. В работе предлагается апробация подхода к оценке степени

Добавлено примечание ([S1]): Важно!!!!!!!!!!!!!!
в колонтитуле указано название статьи, которое не совпадает с
заявленным в тексте

коадаптации агроландшафтов, который позволяет выразить эту степень через количественные показатели.

Предварительно для выполнения оценочного алгоритма были подготовлены карты восстановленных ландшафтов (природной подсистемы) и типов землепользования (хозяйственной подсистемы) территории Раздольненского района. Восстановленные ландшафты изучались в соответствии с концепцией ландшафтных уровней Гришанкова Г. Е, которые выделяются на региональном уровне в соответствии с господствующими региональными закономерностями (гидроморфная поясность, ярусность ландшафтов на равнинах, склоновая микроразнообразие, позиционность и др.). Ландшафтные уровни – это планетарные геоморфологические образования, относительно однородные по характеру рельефа и грунтового увлажнения, но отличающиеся своеобразием проявления географической зональности [5, 6]. Зональные ландшафты Раздольненского района Республики Крым формируются преимущественно в пределах плакорного и гидроморфного ландшафтного уровней. На рисунке 1. представлена карта восстановленных ландшафтов Раздольненского района. Район располагается преимущественно в пределах плакорного ландшафтного уровня, северная часть – в пределах гидроморфного уровня. В программном комплексе ArcGIS 9.3, по данным космических снимков Яндекс.Спутник, Google Maps, полученных с помощью open-source программы SAS-Planet, была составлена карта хозяйственной подсистемы современных ландшафтов Раздольненского района (Рис. 2). При совмещении полученных карт природной и хозяйственной подсистем была получена карта современных ландшафтов Раздольненского района (Рис. 3).

В дальнейшем в основу оценки коадаптации природной и хозяйственной подсистем агроландшафтов территории равнинного Крыма положены концептуальные представления о агроландшафте и агролесоландшафте, контурной системе земледелия и средообразующей роли противозерозионных, противодефляционных и водоохраных лесополос.

В ходе выполнения работы были получены следующие результаты.

1. *Характеристика свойств компонентов ландшафтных выделов (ОТЕ) и выбор показателей для дальнейшей оценки.* В основу оценки была положена генетико-морфологическая ландшафтная карта (карта восстановленных ландшафтов) масштаба 1:200000. В качестве операционно-территориальных единиц (ОТЕ) принимается ландшафтный выдел на уровне местностей. Оценка ландшафтных выделов производится в зависимости от вида природопользования. Для сельскохозяйственного типа землепользования в качестве таких показателей были выбраны уклон поверхности и горизонтальное расчленение рельефа. Значения показателей для ОТЕ Раздольненского района были внесены в таблицу 1. Карты уклонов и горизонтального расчленения рельефа исследуемой территории представлены на рисунках 4 и 5. Горизонтальное расчленение рельефа было рассчитано с использованием алгоритма, описанного Курловичем Д. М. [7].

2. *Оценка показателей свойств компонентов ландшафтных выделов в пределах ОТЕ выраженной в баллах, с целью потенциального использования под*

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

сельскохозяйственный тип землепользования. Оценку производим при условии, что все ландшафтные выделы заняты одним видом природопользования, в данном случае – земледелием. Для каждого показателя свойств компонентов ландшафтных выделов принимаются категории пригодности под каждый тип землепользования, под который производится оценивание:

$$K_{x_j}^{cx} \quad (1),$$

где: x_j – показатель свойств компонентов ландшафтных выделов, cx – тип землепользования: 1 – благоприятные, 2 – малоблагоприятные, 3 – неблагоприятные.

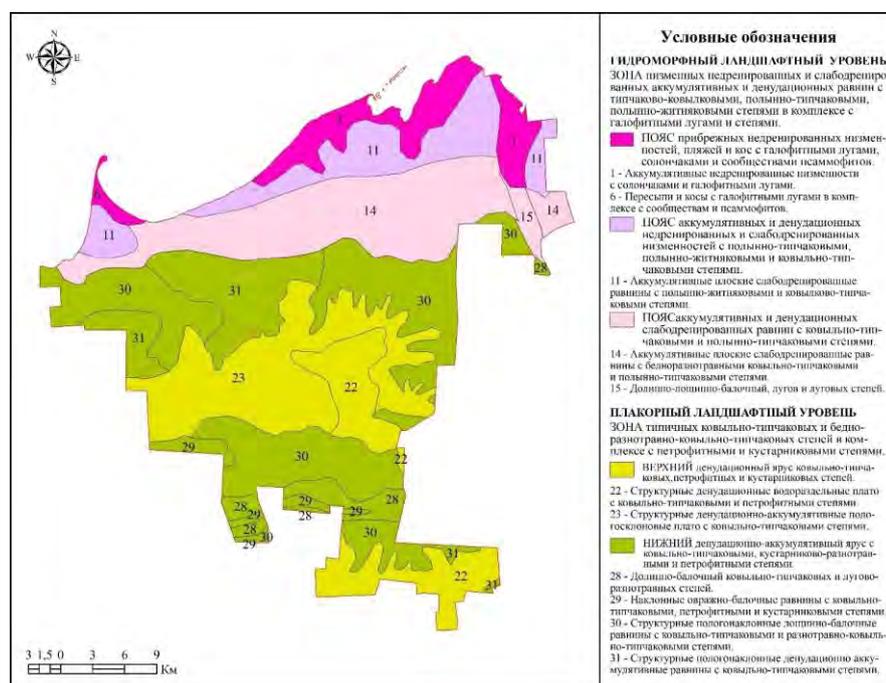


Рис. 1. Восстановленные ландшафты (природная подсистема) Раздольненского района Республики Крым (составлено авторами по [6]).

Оценка показателей свойств компонентов ландшафтных выделов (уклон поверхности, горизонтальное расчленение рельефа) под сельскохозяйственный тип землепользования проводится по категориям пригодности, представленным в таблице 2.

Далее в соответствии с установленными категориями пригодности свойств компонентов ландшафтных выделов под сельскохозяйственный тип землепользования производится оценка каждой ОТЕ. Для этого используется ранее разработанная база данных исходных показателей и по каждой ОТЕ оценивается каждый из выбранных показателей в соответствии с установленными категориями пригодности под сельскохозяйственный тип землепользования.

Для удобства проведения математических операций полученные категории пригодности свойств компонентов ландшафтных выделов трансформируем в балльную систему оценок (простые оценочные баллы b_{ij}^{cx} отдельных показателей оценки каждой ОТЕ).

$$K_{xj}^{cx} \rightarrow b_{ij}^{cx}, \quad (2),$$

где: K_{xj}^{cx} – категории пригодности свойств компонентов ландшафтных выделов,
 b_{ij}^{cx} – простые оценочные баллы.

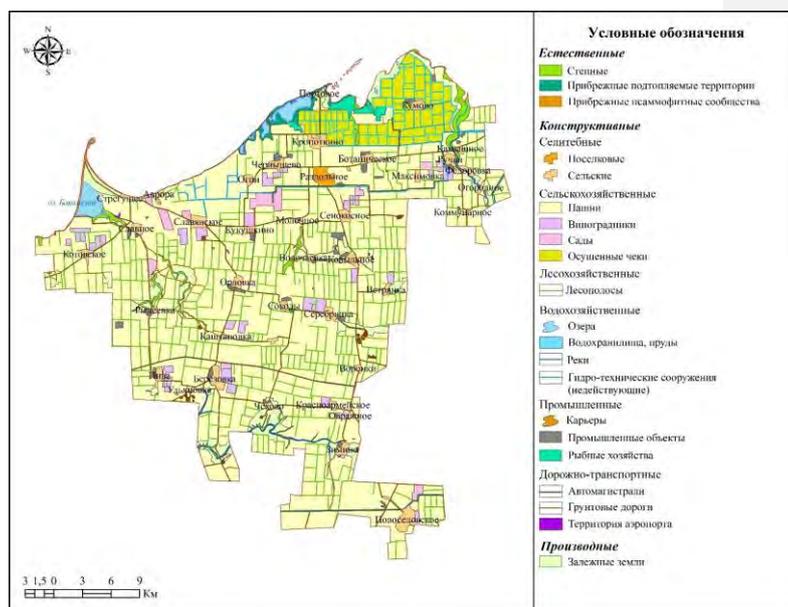
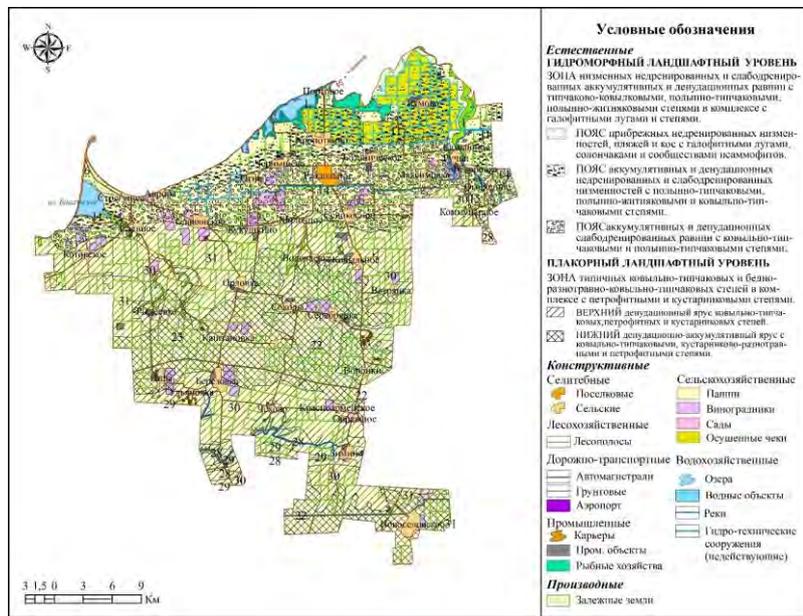


Рис. 2. Хозяйственная подсистема современных ландшафтов Раздольненского района Республики Крым (составлено авторами).

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ
РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**



Добавлено примечание ([S21]): На рис. 2, 3 -- гидротехнические

Рис. 3. Современные ландшафты Раздольненского района Республики Крым (составлено авторами).

Таблица 1.
Базовые показатели свойств компонентов ландшафтных выделов
Раздольненского района Республики Крым для оценки пригодности под
сельскохозяйственный тип использования

Код ОТЕ	Название ОТЕ	Среднее значение уклона, град	Среднее горизонтальное расчленение рельефа, км/км ²
1	2	3	4
1-1	Аккумулятивные недренированные низменности с солончаками и галофитными лугами.	0,51	0,91
1-2	Аккумулятивные недренированные низменности с солончаками и галофитными лугами.	0,31	0,91

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
6-1	Пересыпи и косы с галофитными лугами в комплексе с сообществами псаммофитов.	0,38	0,82
11-1	Аккумулятивные плоские слабодренированные равнины с полынно-житняковыми и ковылково-типчakovыми степями	0,48	0,77
11-2	Аккумулятивные плоские слабодренированные равнины с полынно-житняковыми и ковылково-типчakovыми степями	0,40	0,9
11-3	Аккумулятивные плоские слабодренированные равнины с полынно-житняковыми и ковылково-типчakovыми степями	0,44	0,91
14-1	Аккумулятивные плоские слабодренированные равнины с полынно-житняковыми и ковылково-типчakovыми степями	0,66	0,8
14-2	Аккумулятивные плоские слабодренированные равнины с полынно-житняковыми и ковылково-типчakovыми степями	0,50	0,94
15-1	Долинно-лощинно-балочный, лугов и луговых степей	0,82	0,94
22-1	Структурные денудационные водораздельные плато с ковыльно-типчakovыми и петрофитными степями	0,65	0,97
22-2	Структурные денудационные водораздельные плато с ковыльно-типчakovыми и петрофитными степями	0,74	0,88
22-3	Структурные денудационные водораздельные плато с ковыльно-типчakovыми и петрофитными степями	0,73	0,91
23-1	Структурные денудационные водораздельные плато с ковыльно-типчakovыми и петрофитными степями	0,73	1,05
28-1	Долинно-балочный ковыльно-типчakovых и лугово-разнотравных степей	0,84	0,91
28-2	Долинно-балочный ковыльно-типчakovых и лугово-разнотравных степей	1,40	0,88

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ
РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
28-3	Долинно-балочный ковыльно-типчаковых и лугово-разнотравных степей	0,75	0,82
28-4	Долинно-балочный ковыльно-типчаковых и лугово-разнотравных степей	1,10	0,88
28-4	Долинно-балочный ковыльно-типчаковых и лугово-разнотравных степей	0,64	0,97
29-1	Наклонные овражно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми, петрофитными и кустарниковыми степями	0,86	0,88
29-2	Наклонные овражно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми, петрофитными и кустарниковыми степями	0,76	0,85
29-3	Наклонные овражно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми, петрофитными и кустарниковыми степями	1,10	0,8
29-4	Наклонные овражно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми, петрофитными и кустарниковыми степями	0,76	0,94
29-5	Наклонные овражно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми, петрофитными и кустарниковыми степями	0,76	0,82
30-1	Структурные пологонаклонные лощинно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми и разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями	0,76	0,77
30-2	Структурные пологонаклонные лощинно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми и разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями	1,05	1,05
30-3	Структурные пологонаклонные лощинно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми и разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями	0,90	1,02
30-4	Структурные пологонаклонные лощинно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми и разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями	0,82	1,02
30-5	Структурные пологонаклонные лощинно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми и разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями	0,79	0,9
30-6	Структурные пологонаклонные лощинно-балочные равнины с ковыльно-типчаковыми и разнотравно-ковыльно-типчаковыми степями	0,78	0,94

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
31-1	Структурные пологонаклонные денудационно-аккумулятивные равнины с ковыльно-типчачковыми степями	0,80	0,82
31-2	Структурные пологонаклонные денудационно-аккумулятивные равнины с ковыльно-типчачковыми степями	0,78	1,08
31-3	Структурные пологонаклонные денудационно-аккумулятивные равнины с ковыльно-типчачковыми степями	0,83	0,94
31-4	Структурные пологонаклонные денудационно-аккумулятивные равнины с ковыльно-типчачковыми степями	0,73	1

Таблица 2.

Категории пригодности свойств компонентов ландшафтных выделов под сельскохозяйственный вид природопользования (по данным [8], [9], [10], [11])

Показатели свойств компонентов ландшафтных выделов	Категория ($K_{x_j}^{cx}$)		
	1 – благоприятные	2 – малоблагоприятные	3 – неблагоприятные
Уклон поверхности (град.)	0–3 ⁰	3–7 ⁰	> 7 ⁰
Горизонтальное расчленение рельефа (км/км ²)	0,3	0,3–0,9	более 0,9

3. Интегрированная оценка показателей свойств компонентов ландшафтных выделов в пределах ОТЕ, выраженная в баллах, с целью потенциального использования под сельскохозяйственный тип землепользования. Сохраняется вышеупомянутое условие, что все ландшафтные выделы заняты одним типом землепользования – сельскохозяйственным. Интегрированная оценка показателей свойств компонентов ландшафтных выделов с целью потенциального использования под сельскохозяйственный тип землепользования производится по формуле, приведенной ниже.

Для каждой ОТЕ определяется интегрированный (комплексный) балл (B_i^a) оценки показателей свойств компонентов ландшафтных выделов по формуле:

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ
РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**

$$B_i^{cx} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m k_j b_{ij}^{cx}, \quad (3),$$

где: b_{ij}^{cx} – простые оценочные баллы отдельных показателей оценки; k_j – коэффициенты взвешивания (весовые коэффициенты); B_i^{cx} – интегрированный (комплексный) оценочный балл для i -ой ОТЕ ($i= 1, 2, 3, \dots, n$); m – число показателей; j – порядковый номер показателя ($j= 1, 2, 3, \dots, m$).

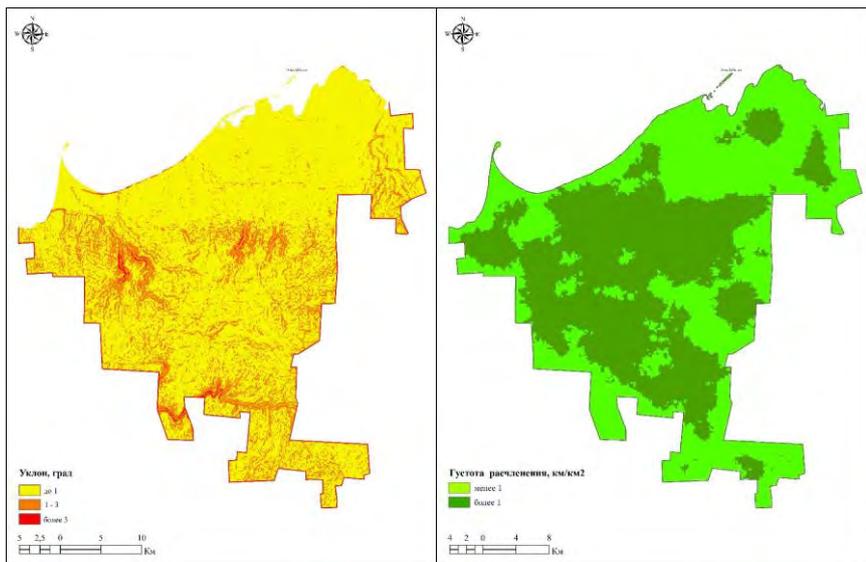


Рис. 4. Карты уклонов (слева) и горизонтального расчленения рельефа (справа) Раздольненского района Республики Крым (составлено авторами).

Таблица 3.

Простые оценочные баллы показателей свойств компонентов ландшафтных выделов Раздольненского района под сельскохозяйственный тип использования

Код ОТЕ	Балл, соответствующий категории пригодности под сельскохозяйственный тип землепользования	
	b_1^{cx}	b_2^{cx}
1	2	3
1-1	1	3
1-2	1	3
6-1	1	2
11-1	1	2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
11-2	1	2
11-3	1	3
14-1	1	2
14-2	1	3
15-1	1	3
22-1	1	3
22-2	1	2
22-3	1	3
23-1	1	3
28-1	1	3
28-2	1	2
28-3	1	2
28-4	1	2
28-4	1	3
29-1	1	2
29-2	1	2
29-3	1	2
29-4	1	3
29-5	1	2
30-1	1	2
30-2	1	3
30-3	1	3
30-4	1	3
30-5	1	2
30-6	1	3
31-1	1	2
31-2	1	3
31-3	1	3
31-4	1	3

При оценке коадаптации современных ландшафтов по компонентной структуре ландшафта все свойства компонентов ландшафтных выделов рассматриваются в одинаковой значимости, отсюда «весовой коэффициент» равен единице ($k_j = 1$).

Полученные интегрированные баллы оценок по шкале, указанной в таблице 4, переводим в трехбалльную систему. В результате получаем интегрированный балл, характеризующий каждый ландшафтный выдел с целью потенциального использования под сельскохозяйственный тип землепользования (сохраняется трехступенная шкала оценивания).

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ
РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**

После интегрированной оценки в базу данных заносятся интегрированные баллы показателей свойств компонентов ландшафтных выделов с целью потенциального использования под сельскохозяйственный тип землепользования (B_i^{CX}). В строках отражены ОТЕ, а в столбцах – интегрированный балл оценки показателей свойств компонентов ландшафтных выделов под сельскохозяйственный тип землепользования (Табл.5).

Таблица 4.

Шкалы градаций интегрированных баллов

Градации интегрированного балла (Ошибка! Источник ссылки не найден.)	1	2	3
	0,5–1,0	1,1–1,5	1,6–2,0

Добавлено примечание ([S3]): Уточните!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Таблица 5.

Интегрированная оценка показателей свойств компонентов ландшафтных выделов Раздольненского района с целью потенциального использования под сельскохозяйственный тип использования

Код ОТЕ	Интегрированный балл
1	2
1–1	2
1–2	2
6–1	1,5
11–1	1,5
11–2	1,5
11–3	2
14–1	1,5
14–2	2
15–1	2
22–1	2
22–2	1,5
22–3	2
23–1	2
28–1	2
28–2	1,5
28–3	1,5
28–4	1,5
28–4	2
29–1	1,5

1	2
29–2	1,5
29–3	1,5
29–4	2
29–5	1,5
30–1	1,5
30–2	2
30–3	2
30–4	2
30–5	1,5
30–6	2
31–1	1,5
31–2	2
31–3	2
31–4	2

4. Оценка коадаптации современных ландшафтов по компонентной структуре ландшафта под существующий тип землепользования. В качестве критерия выделения оценочного контура выбраны границы реально существующих типов землепользования. Оценка производится с использованием картографических баз данных современных ландшафтов и восстановленных (естественных) ландшафтов. Совмещаем картографические базы данных: каждому виду современных ландшафтов задается интегрированная оценка показателей свойств компонентов ландшафтных выделов в пределах ОТЕ. Для этого рассматриваем отдельно каждый вид природопользования (по которому проводилась интегрированная оценка). Из базы данных карты восстановленных ландшафтов выбираются по каждой категории пригодности те контуры, которые используются под сельскохозяйственный тип землепользования. При условии, что ОТЕ используется под сельскохозяйственный тип землепользования, записываем в картографическую базу данных современных ландшафтов полученный интегрированный балл.

Степень пригодности показателей свойств компонентов ОТЕ под сельскохозяйственный тип землепользования в данном случае и будет отражать степень коадаптации хозяйственной и природной подсистем в пределах объектов существующих видов природопользования: 1 – высокая, 2 – средняя, 3 – низкая. Трансформируем интегрированный балл (B_i^{CX}) в степень коадаптации современных ландшафтов по компонентной структуре ландшафта (S_k^{AD}).

$$B_i^{CX} \rightarrow S_k^{AD}, \quad (3)$$

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

По составленной картографической базе данных строится карта коадаптации современных ландшафтов по компонентной структуре ландшафта под сельскохозяйственный тип землепользования. При этом из базы данных выбираем все контуры со степенью коадаптации по компонентной структуре ландшафта: 1 – высокая, 2 – средняя, 3 – низкая, задаем им соответственный тон или штриховку. Итоги этого этапа работы представлены на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, рассчитанные значения соответствуют низкой и средней степени коадаптации. Были произведены подсчеты площадей современных ландшафтов Раздольненского района, имеющих среднюю и низкую коадаптацию, эти значения составляют 204,2 км² и 1023,9 км².

ВЫВОДЫ

Полученные значения степени коадаптации агроландшафтов объясняются значительным горизонтальным расчленением рельефа и средними уклонами территории Раздольненского района, которая в южной части немного выше, чем в северной. Что касается непосредственно агроландшафтов, то видно, что степень коадаптации, несмотря на сложившуюся издавна аграрную специализацию района, по выбранным показателям низкая и средняя. Для Раздольненского района территории со средней степенью коадаптации в северной части занимают преимущественно осушенные рисовые чеки – это дает основания полагать, что в связи с невозможностью рисосеяния в настоящее время данные агроландшафты в будущем могут быть использованы более рационально. При дальнейшей эксплуатации территорий с низкой степенью коадаптации под существующие виды землепользования ландшафты, уже сейчас находящиеся в дисбалансе, продолжат и далее деградировать.

Хотя степень коадаптации агроландшафтов была рассчитана только по двум морфометрическим показателям рельефа, в дальнейшем работа может быть продолжена с подключением показателей почвенного покрова, например бонитета почв или содержания гумуса. Методика расчета степени коадаптации агроландшафтов позволяет использовать неограниченное количество показателей в зависимости детальности исследования и имеющихся данных.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 16–35–50055 мол_нр «Оценка коадаптации хозяйственной и природной подсистем современных агроландшафтов равнинного Крыма»), а также при поддержке Программы развития ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» на 2015–2024 годы в рамках реализации академической мобильности по проекту ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского» «Сеть академической мобильности «ГИС-Ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов» в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук» (г. Владивосток).

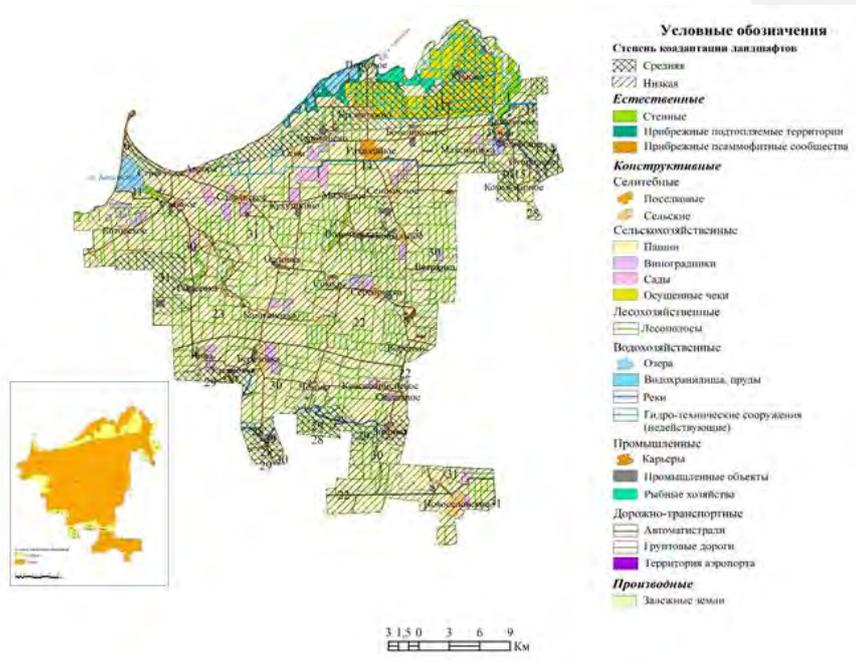


Рис. 5. Степень коадаптации современных ландшафтов Раздолненского района Республики Крым по компонентной структуре (составлено авторами).

Список литературы

1. Европейская конвенция о ландшафтах и пояснительный доклад [Электронный ресурс]. URL: <https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=09000016802f3fb9>.
2. Позаченюк Е. А., Цуркан О. И. Методика полуавтоматизированной оценки геоэкологической адаптивности ПХТС по компонентной структуре ландшафта // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. 2007. Том 20 (59). № 1. С. 123–133.
3. Позаченюк Е. А. Коадаптивная концепция природопользования // Людина в ландшафті XXI століття: гуманізація географії. Проблеми постнекласичної методології. К.: [б. и.], 1998. С. 61–63.
4. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий / Научн. редактор Е. А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
5. Гришанков Г. Е. Ландшафтные уровни материков и географическая зональность // Известия АН СССР. Серия: География. 1972. № 4. С. 4–12.
6. Результаты программы «Оценка необходимости сохранения биоразнообразия в Крыму», осуществленной при содействии программы поддержки биоразнообразия BSP // Выработка

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ
РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**

- приоритетов: Новый подход к сохранению биоразнообразия в Крыму. Вашингтон: BSP, 1999. С. 88–99.
7. Курлович Д. М. Морфометрический ГИС-анализ рельефа Беларуси // Земля Беларуси. 2013. № 4. С. 42–48.
 8. ДБН- 360–92**. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. К.: [б. и.], 2002. 113 с.
 9. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01–83). М.: Стройздат, 1986. 415 с.
 10. Симонов Ю. Г., Кружалин В. И. Инженерная геоморфология. Основания для инженерной оценки рельефа. М.: Изд. Моск. ун-та, 1989. 99 с.
 11. СНиП 1.02.07–87. Инженерные изыскания для строительства. М.: [б. и.], 1988. 103 с.

**ESTIMATION OF AGRICULTURAL LANDSCAPES' DEGREE OF CO-
ADAPTATION CASE STUDY RAZDOLNENSKIY DISTRICT OF THE
CRIMEAN REPUBLIC**

Kalinchuk I. V., Pozachenyuk E. A.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
E-mail: ir_vasi@mail.ru, pozachenyuk@gmail.com*

The article provides a quantitative and qualitative estimation of the degree of agrolandscapes' co-adaptation of Razdolnenskiy district of the Republic of Crimea on the basic indicators of properties of components of the landscape - the average slopes and horizontal dissection of the relief. Despite the customary agrarian specialization of district, the calculated values testify to low and moderate degree of co-adaptation. The method of calculating the degree of co-adaptation of agricultural landscapes allows to use an unlimited number of indicators, depending on the detail study and available data.

Conflicts of land use lead to a digression of the initial landscapes and intensification of degradation processes - flat flushing, linear erosion, flooding, etc. Therefore, land use should be preceded by an assessment of the degree of compatibility (co-adaptation) of the economic and natural subsystems and the development, on the basis of this assessment, of appropriate recommendations for land use, so land use should correspond to the co-adaptive paradigm of nature management.

The calculated values correspond to the low and medium degree of co-adaptation. The calculations of the areas of the modern landscapes of the Razdolnenskiy district with average and low co-adaptation have been made - these values are 204.2 km² and 1023.9 km².

The obtained values of the degree of co-adaptation of the agrolandscapes are explained by the significant horizontal dismemberment of the relief and the average slopes of the Razdolnenskiy district, which is slightly higher in the southern part than in the northern part. As for the agrolandscape itself, it can be seen that despite the long-established

agrarian specialization of the district, the degree of co-adaptation for the selected indicators is low and medium. For the Razdolnensky district, territories with an average degree of co-adaptation in the northern part are occupied mainly by drained rice checks - this gives reason to believe that due to the inability to draw rice, agro landscapes can now be used more rationally in the future. With further exploitation of territories with a low degree of co-adaptation for existing types of land use, landscapes that are already in imbalance will continue to degrade.

Although the degree of co-adaptation of the agrolandscapes was calculated only by two morphometric parameters of the relief, further work can be continued with the inclusion of soil cover indices-for example, soil bonitetry or humus content. The method of calculating the degree of co-adaptation of agricultural landscapes allows the use of an unlimited number of indicators, depending on the details of the study and the available data.

Keywords: landscape, agricultural landscape, co-adaptation of agrolandscapes, Razdolnenskiy district, Republic of Crimea

References

1. Evropejskaja konvencija o landshaftah i pojasnitel'nyj doklad. (Explanatory Report to the European Landscape Convention) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=0900016802f3fb9> (in Russian).
2. Pozachenjuk E. A., Curkan O. I. Metodika poluavtomatizirovannoj ocenki geojekologicheskoy adaptivnosti PHTS po komponentnoj strukture landshafta (Technique of semi-automated estimation of geoecological adaptability of NETS according to the component structure of the landscape) // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Serija: Geografija, 2007, Tom 20 (59), no 1, pp. 123–133 (in Russian).
3. Pozachenjuk E. A. Koadaptivnaja koncepcija prirodopol'zovanija (Coadaptive conception of land-using) // Ljudina v landshafti HHI stolittja: gumanizacija geografii. Problemi postneklasichnoj metodologii. K.: [b.i.] (Publ.), 1998, pp. 61–63 (in Russian).
4. Sovremennye landshafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij (Modern landscapes of Crimea and adjoining aquatories / nauchnij redactor E. A. Pozachenjuk. Simferopol': Biznes-Inform (Publ.), 2009, 672 p. (in Russian).
5. Grishankov G. E. Landshaftnye urovni materikov i geograficheskaja zonal'nost' (Landscape levels of continents and geographical zonality) // Izvestija AN SSSR. Serija: Geografija, 1972, no 4, pp. 4–12. (in Russian).
6. Rezul'taty programmy «Ocenka neobhodimosti sohraneniya bioraznoobrazija v Krymu», osushhestvlennoj pri sodejstvii programmy podderzhki bioraznoobrazija BSP (The results of the program "Assessment of the need for biodiversity conservation in the Crimea", implemented with the support of the BSP biodiversity support program) // Vyrabotka prioritetov: Novyj podhod k sohraneniju bioraznoobrazija v Krymu. Vashington: BSP (Publ.), 1999, pp. 88–99. (in Russian).
7. Kurlovich D. M. Morfometricheskij GIS-analiz rel'efa Belarusi (Morphometric GIS-analysis of landform of Belarus) // Zemlja Belarusi. 2013, no 4, pp. 42–48. (in Russian).
8. DBN-360-92**. Mistobuduvannja. Planuvannja i zabudova mis'kih i sil's'kih poselen'. (Town-building. Planning and building of urban and rural settlements) K.: [b.i.] (Publ.), 2002, 113 p. (in Ukrainian).
9. Posobie po proektirovaniju osnovanij zdaniij i sooruzhenij (k SNiP 2.02.01-83) (Textbook to engineering of buildings and constructions). M.: Stroizdat, 1986, 415 p. (in Russian).

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ КОАДАПТАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ
РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

10. Simonov Ju. G., Kruzhalin V. I. Inzhenernaja geomorfologija. Osnovaniya dlja inzhenernoj ocenki rel'efa (Engineering geomorphology. Grounds for engineering assessment of the relief). M.: Izd. Mosk. un-ta (Publ.), 1989, 99 p. (in Russian).
11. SniP 1.02.07-87. Inzhenernye izyskanija dlja stroitel'stva (Construction Norms & Regulations 1.02.07-87. Engineering surveys for construction). M.: [b.i.] (Publ.), 1988, 103 p. (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.
География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 102–116.

УДК 911

ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ АЛУШТИНСКОГО АМФИТЕАТРА

Позаченюк Е. А., Агиенко А. А.

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени
В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: pozachenyuk@gmail.com, agienko.nastya@gmail.com*

Рассмотрены теоретико-методические подходы к оценке ландшафтного разнообразия. Для территории Алуштинского амфитеатра проанализированы факторы, оказывающие влияние на его ландшафтное разнообразие, оценено ландшафтное разнообразие территории на основании ландшафтной карты и расчета показателей ландшафтного разнообразия: общего количества ландшафтных контуров, количества типологических контуров, среднего количества контуров на один вид ландшафтного контура, средней площади ландшафтных контуров, индекса дробности ландшафтных контуров, коэффициента сложности, коэффициента ландшафтной раздробленности, индекса разнообразия Шеннона. Составлена карта ландшафтного разнообразия Алуштинского амфитеатра по индексу разнообразия Шеннона.

Ключевые слова: ландшафт; ландшафтная карта, Алуштинский амфитеатр, ландшафтное разнообразие; устойчивое развитие; ландшафтный уровень, пояс; ландшафтная зона, местность.

ВВЕДЕНИЕ

Активизация ландшафтного движения в Европе усилилась в связи с принятием Комитетом министров Совета Европы Европейской конвенции о ландшафтах (2000 г.). Вопросы, связанные с оценкой и сохранением ландшафтного и биологического разнообразия, приобрели первостепенную важность. Особенно эта проблема актуальна для территорий, которые, с одной стороны, отличаются значительным ландшафтным и биоценотическим разнообразием, а с другой – испытывают высокие антропогенные нагрузки.

Алуштинский амфитеатр имеет разнообразную ландшафтную структуру, что обусловлено сложностью геологического строения и рельефа, полусубтропическими чертами климата, который с высотой приобретает черты умеренного, разнообразием почвенного покрова, флоры и фауны. Приморское положение территории и ландшафтная привлекательность обусловили интенсивное использование этой территории с древних времен. Поэтому вопросы, связанные с природоохранной деятельностью, а также иными видами природопользования, в том числе рекреационного, требуют ландшафтных оценок, включая оценки ландшафтного разнообразия территории.

Теоретико-методические подходы к оценке ландшафтного разнообразия достаточно разработаны и изучены благодаря работам Гродзинского М. Д., Дьяконова К. Н., Ганзея К. С., Иванова А. Н., Позаченюк Е. А., Пузаченко Ю. Г., Соколова А. С., Домаранского А. О. и др. [2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11]. Несмотря на достаточно разработанную теоретико-методическую базу, реальная оценка ландшафтного разнообразия регионов России, в том числе территории Крыма,

ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ АЛУШТИНСКОГО АМФИТЕАТРА

произведена фрагментарно и по различным методикам. Непосредственно анализ ландшафтного разнообразия Алуштинского амфитеатра не проводился. Имеется общая оценка ландшафтного разнообразия для территории всего Крыма [7].

Объект исследования данной работы – ландшафты Алуштинского амфитеатра.

Предмет исследования – ландшафтное разнообразие Алуштинского амфитеатра.

Цель статьи – оценка ландшафтного разнообразия территории Алуштинского амфитеатра.

Методы исследования: литературно-аналитический, сравнительный, анализа и синтеза, картографический, математический, ГИС-технологий с использованием программного комплекса ArcView 3.2a и др.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Для оценки ландшафтного разнообразия в ландшафтоведении выделилось два основных направления в анализе ЛР. Первое – это качественная и количественная оценка ландшафтного разнообразия с использованием ландшафтных карт и различных коэффициентов. Второе направление анализа ландшафтного разнообразия связано с использованием космических снимков и материалов дистанционного зондирования Земли. Данные подходы направлены на изучение ландшафтного разнообразия, но в достаточно различных аспектах, т. е. с использованием разных свойств ландшафта. Поэтому результаты могут быть различными, а в некоторых случаях и противоположными.

Методика, использованная в работе, сводится к составлению ландшафтной карты территории Алуштинского амфитеатра и методам ее анализа, что соответствует первому направлению оценки ландшафтного разнообразия. Для оценки ландшафтного разнообразия используется ряд показателей, представленных в таблице 1. Расчет всех показателей базируется на основе количества ландшафтных контуров и их площадей. Одним из основных количественных показателей является индекс разнообразия Шеннона, который отображает разнообразие ландшафтов, основываясь на количестве имеющихся ландшафтных контуров и на их соотношении в пределах изучаемой области [1]. Важно отметить, что данный индекс отображает количество местностей, то есть их встречаемость, а также равномерность их распространения в пределах изучаемой территории. После расчета данного индекса строится карта, на которой отображается разнообразие ландшафтов изучаемой территории.

Таблица 1.

Основные показатели оценки ландшафтного разнообразия (составлено по данным [2, 3, 11])

Название показателя	Символ/формула	Обозначения
Общее количество зон	m	Общее число ландшафтных зон в пределах изучаемой территории, а также количество поясов, выделяемых в пределах зон
Общее количество ландшафтных контуров	n	Суммарное число контуров, выделенных в пределах изучаемой территории
Количество типологических контуров	r	–
Среднее количество контуров на один вид ПТК	p	Количество ландшафтных контуров, которые приходятся на один типологический ландшафтных контур
Средняя площадь ландшафтных контуров	$S_0=S/n$	Отношение общей площади данной территории к количеству ландшафтных контуров
Индекс дробности ландшафтных контуров	$k=n/S$	Плотность контуров, то есть их количество на единицу площади
Коэффициент сложности	$k_{\text{сложн.}} = n/S_0$	Отношение количества ландшафтных контуров территории к средней площади ландшафтных контуров на данной территории
Коэффициент ландшафтной раздробленности	$K = S_0/S \cdot 100\%$	Доля средней площади контура от площади всей территории
Индекс разнообразия Шеннона	$H = - \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} \lg \frac{S_i}{S}$	S_i – площадь i-го вида ландшафта, S – общая площадь тер-ии, n – кол-во видов ландшафтов на данной тер-ии

2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЛАНДШАФТНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АЛУШТИНСКОГО АМФИТЕАТРА

Основными факторами, оказывающими влияние на ландшафтное разнообразие Алуштинского амфитеатра, являются географическое положение, геолого-геоморфологическое строение, климат, воды, почвы, растительность и животный мир. Особенность географического положения Алуштинского амфитеатра – его приуроченность к Южному берегу Крыма и амфитеатральная структура рельефа, что обуславливает формирование уникальных ландшафтов. Геологическое строение отличается высокой сложностью, так как на относительно небольшой территории соседствуют породы таврической серии, верхнеюрские известняки и конгломераты, различного генезиса четвертичные отложения.

Позиционное положение территории к Главной гряде и к Черному морю, особенности рельефа повлияли на формирование особого типа климата: в приморской территории – субсредиземноморского с преобладанием положительных среднеянварских температур и зимним максимумом осадков, а с высотой приобретающего черты умеренного континентального [10].

Алуштинский амфитеатр хорошо дренируется системой рек Улу-Узень, Демерджи, Ай-Йори, их притоками и разветвленной системой балок [6]. Все это формирует мозаичную ландшафтную структуру.

В пределах Алуштинского амфитеатра распространены коричневые почвы (южнобережная часть) и горные бурые лесные почвы (верхняя часть южного макросклона Главной гряды).

Для растительности характерна горизонтальная и вертикальная поясность: от теплолюбивых средиземноморских видов до горно-луговых яйлинских степей. Такое разнообразие растительных сообществ и их уникальность определяет высокое разнообразие ландшафтов рассматриваемой территории.

2.1. Комплексная ландшафтная характеристика Алуштинского амфитеатра

Изучение ландшафтной структуры амфитеатра производилось на основе ландшафтной карты Алуштинского амфитеатра, выполненной с помощью программного пакета ArcView 3.2a (Рис. 1). Карта составлена на уровне местностей, рабочий М 1 : 50 000. Все ландшафты изучаемой территории относятся к низкогорному и среднегорному ландшафтному уровню южного макросклона Главной гряды Крымских гор. Выражено две ландшафтные зоны, четыре пояса и 36 местностей.

Наряду с высотной поясной дифференциацией ландшафтов наблюдается их изменение с запада на восток, что обусловлено позиционным положением, неоднородностью рельефа и геологического строения. Ландшафтная структура Алуштинского амфитеатра достаточно разнообразна, что связано с изменением ландшафтов в широтном и долготном направлениях. Своеобразие ландшафтов данной территории выделяет их в системе ландшафтов всего Южного берега Крыма и определяет относительно высокое разнообразие ландшафтов.

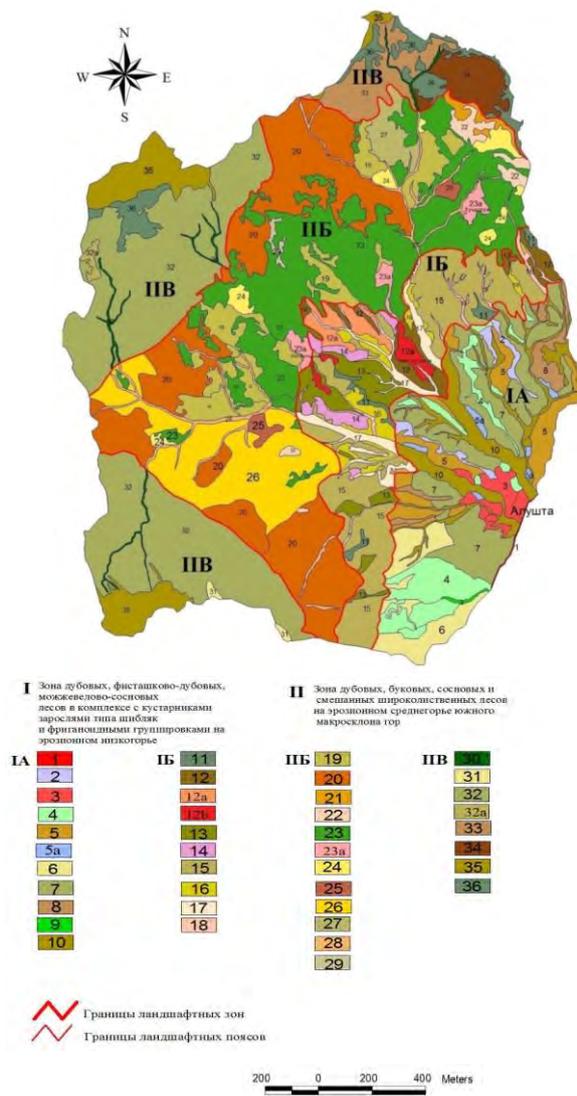


Рис. 1. Ландшафты Алуштинского амфитеатра.

Условные обозначения к рис 1:

I. Зона дубовых, фисташково-дубовых, можжевельново-сосновых лесов в комплексе с кустарниковыми зарослями типа шибляк и фриганоидными группировками на эрозионном низкогорье

IA. Пояс фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов, кустарниковых зарослей типа «шибляк» в комплексе с фриганоидно-степными группировками на эрозионном и оползневом ступенчатом низкогорье:

1. Клифово-бенчевый с элементами пляжа.
2. Водораздельно-ступенчатый с кустарниковыми зарослями типа шибляк и фриганоидными степями в комплексе с сельскохозяйственными угодьями.
3. Открытые пологие и средней крутизны склоны (3а – крутые) с рекреационными и селитебными комплексами.
4. Открытые пологие и средней крутизны склоны с сельскохозяйственными угодьями.
5. Закрытые и полузакрытые среднекрутые и крутые склоны с дубовыми лесами и кустарниковыми зарослями типа «шибляк»; 5а – сельскохозяйственными угодьями на их месте.
6. Закрытые склоны среднекрутые и крутые с грабинниково-дубовыми лесами и кустарниковыми зарослями типа «шибляк».
7. Открытые средней крутизны и крутые овражно-балочные склоны с кустарниковыми зарослями типа «шибляк» с группировками саванноидной и фриганоидной степной растительности.
8. Овражно-балочный с кустарниковыми зарослями типа «шибляк», степными группировками и сельскохозяйственными землями на их месте.
9. Долинно-балочный грабинниково-дубовых лесов и кустарниковых зарослей, сельскохозяйственные рекреационные земли на их месте.
10. Долинно-террасовый смешанных широколиственных лесов, луговых полей и сельскохозяйственных земель на их месте.

IB. Пояс фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов и кустарниковых зарослей на эрозионном низкогорье:

11. Водораздельно-ступенчатый с шибляковыми зарослями, фриганоидными степями и сельскохозяйственными угодьями на их месте.
12. Открытые склоны средней крутизны и крутые, расчлененные оврагами и балками с кустарниковыми зарослями типа «шибляк»; 12а – с сельскохозяйственными угодьями на их месте; 12б – с селитебными комплексами.
13. Открытые крутые склоны с дубовыми лесами и кустарниковыми зарослями типа «шибляк».
14. Закрытые склоны средней крутизны с дубовыми лесами и кустарниковыми зарослями типа «шибляк».
15. Закрытые крутые склоны с дубовыми лесами.
16. Пологие и среднекрутые склоны с сельскохозяйственными угодьями.
17. Долинно-террасовый смешанных широколиственных лесов, луговых полей и сельскохозяйственных земель на их месте.
18. Овражно-балочный с дубовыми лесами, кустарниковыми зарослями и сельскохозяйственными землями на их месте.

II. Зона дубовых, буковых, сосновых и смешанных широколиственных лесов на эрозионном среднегорье южного макросклона гор

IIБ. Пояс дубово-грабовых смешанных широколиственных лесов на эрозионном низкогорье:

19. Ступенчатые склоны с сельскохозяйственными угодьями на месте дубовых лесов и шибляковых зарослей.
 20. Закрытые крутые склоны, расчлененные балками с дубовыми и грабово-буковыми лесами.
 21. Обрывы в комплексе с осыпями и обвалами.
 22. Открытые крутые скальные склоны и обрывы.
 23. Открытые крутые и среднекрутые склоны, расчлененные балками с горными степями и кустарниковыми зарослями; а) селитебные комплексы.
 24. Овражно-балочное низкогорье с кустарниковыми зарослями типа «шибляк» и луговыми степями.
 25. Ступенчато-водораздельный с кустарниковыми зарослями типа «шибляк» и луговыми степями и сельскохозяйственными угодьями.
 26. Открытые средней крутизны и крутые овражно-балочные склоны с дубовыми лесами, кустарниковыми зарослями типа «шибляк».
 27. Закрытые крутые склоны с дубово-грабовыми лесами.
 28. Долинно-балочный.
 29. Горнодолинный со смешанными широколиственными лесами и сельскохозяйственными землями на их месте.
- ПВ. Пояс буковых, буково-грабовых, сосновых и смешанных широколиственных лесов на эрозионном среднегорье:
30. Горнодолинный с буковыми лесами.
 31. Водораздельные склоны с дубово-грабинниковым лесошибляком.
 32. Закрытые склоны средней крутизны и крутые с грабово-буковыми лесами; 32а – сельскохозяйственными угодьями на их месте.
 33. Крутые склоны с буковыми лесами.
 34. Закрытые склоны средней крутизны с грабово-буковыми и дубовыми лесами.
 35. Ступенчато-скальные водораздельные плато и крутые склоны с луговой растительностью.
 36. Крутые склоны с элементами осыпей, горнолуговыми степями и кустарниковыми зарослями.

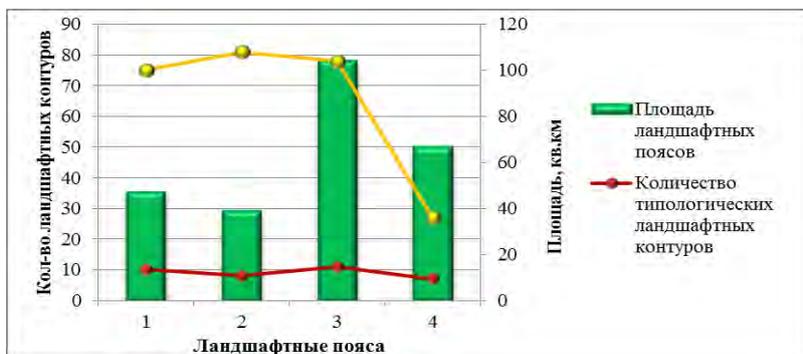
3. ЛАНДШАФТНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АЛУШТИНСКОГО АМФИТЕАТРА

Оценка ландшафтного разнообразия Алуштинского амфитеатра производилась по методике, разработанной в трудах Ганзея К. С. и Иванова А. Н. [1], Гродзинского М. Д. [3], Соколова А. С. [2] (см. Табл. 1).

Рисунок 2 иллюстрирует соотношение площади ландшафтных поясов к количеству типологических контуров и общему количеству контуров. Наибольшим ландшафтным разнообразием характеризуется пояс фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов и кустарниковых зарослей на эрозионном низкогорье (I Б), т. к. на относительно небольшой площади (39 км²) сосредоточено наибольшее количество ландшафтных контуров – 81. На графике также прослеживается зависимость между площадью пояса и количеством контуров. В пределах южнобережных поясов (I А и I Б) наблюдается обратная зависимость, то есть при уменьшении площади пояса увеличивается количество ландшафтных контуров. Для

ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ АЛУШТИНСКОГО АМФИТЕАТРА

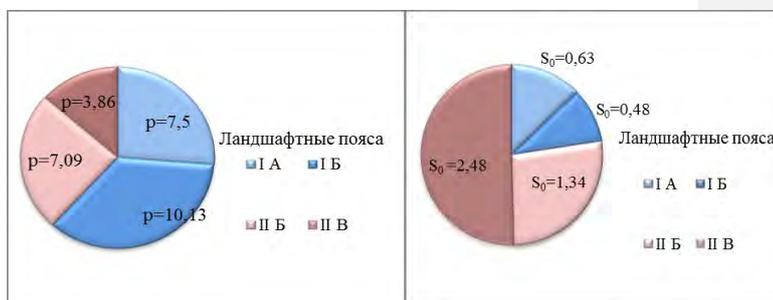
пооясов II Б и II В характерна прямая зависимость между площадью и количеством контуров, что характерно для всей территории Крыма.



Ландшафтные пояса: 1 – пояс фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов, кустарниковых зарослей типа «шибляк» в комплексе с фриганоидно-степными группировками на эрозионном и оползневом ступенчатом низкогорье (I А); 2 – пояс фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов и кустарниковых зарослей на эрозионном низкогорье (I Б); 3 – пояс дубово-грабовых смешанных широколиственных лесов на эрозионном низкогорье (II Б); 4 – пояс буковых, буково-грабовых, сосновых и смешанных широколиственных лесов на эрозионном среднегорье (II В).

Рис. 2. Ландшафтное разнообразие Алуштинского амфитеатра на уровне поясов.

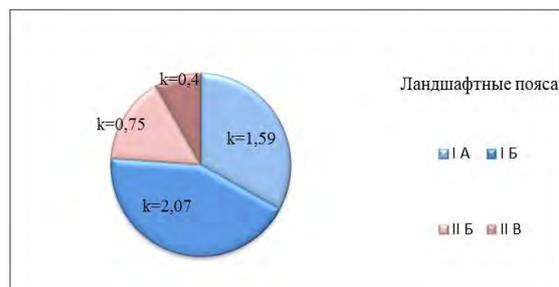
Рассчитаны такие показатели, как среднее количество ландшафтных контуров по ландшафтным зонам и средняя площадь ландшафтных контуров. График (Рис. 3) иллюстрирует закономерности: а) для пояса фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов и кустарниковых зарослей на эрозионном низкогорье (I Б) – чем больше среднее количество ландшафтных контуров в пределах пояса, тем меньше их площадь; для пояса II В – буковых, буково-грабовых, сосновых и смешанных широколиственных лесов на эрозионном среднегорье – наоборот: чем меньше количество контуров, тем больше их средняя площадь. Эти факты могут свидетельствовать о значительной степени преобразованности нижнего пояса I Б.



Условные обозначения см. Рис. 2.

Рис. 3. Среднее количество ландшафтных контуров (p) и средняя площадь ландшафтных контуров Алуштинского амфитеатра по поясам (S₀, км², показано цветовым фоном).

Индекс дробности ландшафтных контуров (k) отражает отношение количества ландшафтных контуров на единицу площади зоны или пояса (Рис. 4). Данный показатель характеризует такой аспект ландшафтной структуры, как плотность контуров ландшафта. Наибольшее значение данного показателя в зоне дубовых, фисташково-дубовых, можжевельново-сосновых лесов в комплексе с кустарниками зарослями типа «шибляк» и фриганоидными группировками на эрозионном низкогорье (I) и значительно превышает плотность контуров зоны дубовых, буковых, сосновых и смешанных широколиственных лесов на эрозионном среднегорье южного макросклона гор (II).

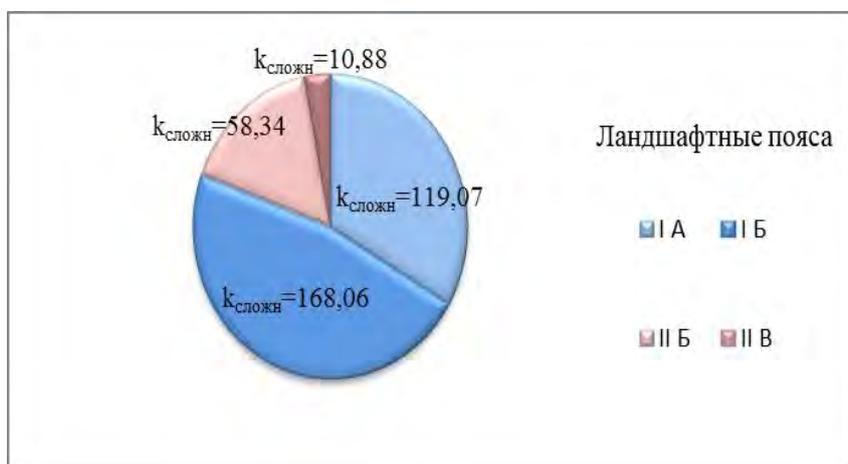


Условные обозначения см. Рис. 2.

Рис. 4. Индекс дробности ландшафтных контуров (k) для территории Алуштинского амфитеатра.

ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ АЛУШТИНСКОГО АМФИТЕАТРА

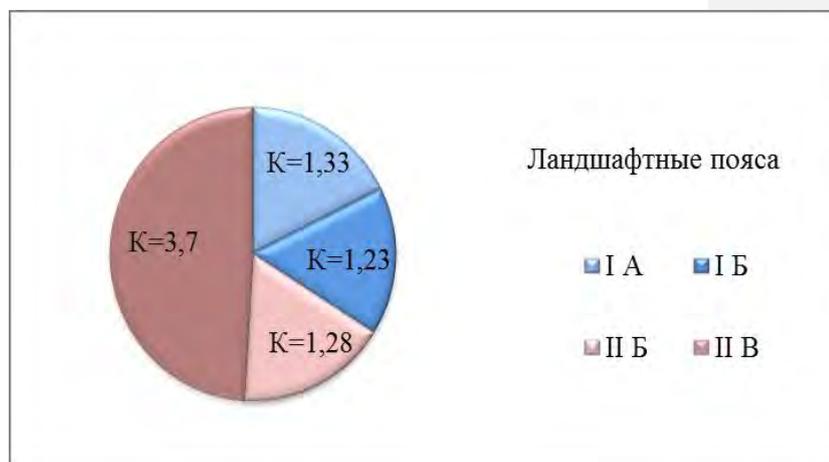
Коэффициент сложности ландшафтной структуры ($K_{\text{сложн}}$) отражает отношение общего количества ландшафтных контуров к средней площади контуров (Рис. 5). Наибольшее значение показателя характерно для зоны I (зона дубовых, фисташково-дубовых, можжевельно-сосновых лесов в комплексе с кустарниками зарослями типа шибляк и фриганоидными группировками на эрозионном низкогорье), что более чем в 4 раза превышает коэффициент зоны II (зона дубовых, буковых, сосновых и смешанных широколиственных лесов на эрозионном среднегорье южного макросклона гор). Такая дифференциация объясняется тем, что зона I расположена в пределах ЮБК, ландшафты которого характеризуются значительной мозаичностью, вследствие высокой степени антропогенной преобразованности.



Условные обозначения см. Рис. 2.

Рис. 5. Коэффициент сложности ландшафтной структуры ($K_{\text{сложн}}$) Алуштинского амфитеатра.

Коэффициент ландшафтной раздробленности (K) отражает отношение средней площади ландшафтных контуров к их площади и показывает частоту смены местностей в пределах зон и поясов. Наибольшей ландшафтной раздробленностью отличается зона I (зона дубовых, фисташково-дубовых, можжевельно-сосновых лесов в комплексе с кустарниками зарослями типа «шибляк» и фриганоидными группировками на эрозионном низкогорье), где $K=0,64$, так как для данной зоны характерна наименьшая средняя площадь ландшафтных контуров, что связано с ее более сложной и мозаичной ландшафтной структурой (Рис. 6).



Условные обозначения см. Рис. 2.

Рис. 6. Коэффициент ландшафтной раздробленности (K) Алуштинского амфитеатра.

Основным показателем, который чаще всего используют при оценке ландшафтного разнообразия, является индекс разнообразия Шеннона (H). Важно отметить, что индекс отображает количество местностей, то есть их встречаемость, а также равномерность их распространения в пределах изучаемой территории. Данный показатель имеет максимальное значение в пределах пояса I А (пояс фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов, кустарниковых зарослей типа «шибляк» в комплексе с фриганоидно-степными группировками на эрозионном и оползневом ступенчатом низкогорье). Практически равные значения индекса Шеннона имеют пояса I Б и II Б (пояс I Б – фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов и кустарниковых зарослей на эрозионном низкогорье и пояс II Б – дубово-грабовых смешанных широколиственных лесов на эрозионном низкогорье). Наименьшее значение индекса разнообразия характерно для пояса II В – буковых, буково-грабовых, сосновых и смешанных широколиственных лесов на эрозионном среднегорье (Рис. 7).

ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ АЛУШТИНСКОГО АМФИТЕАТРА

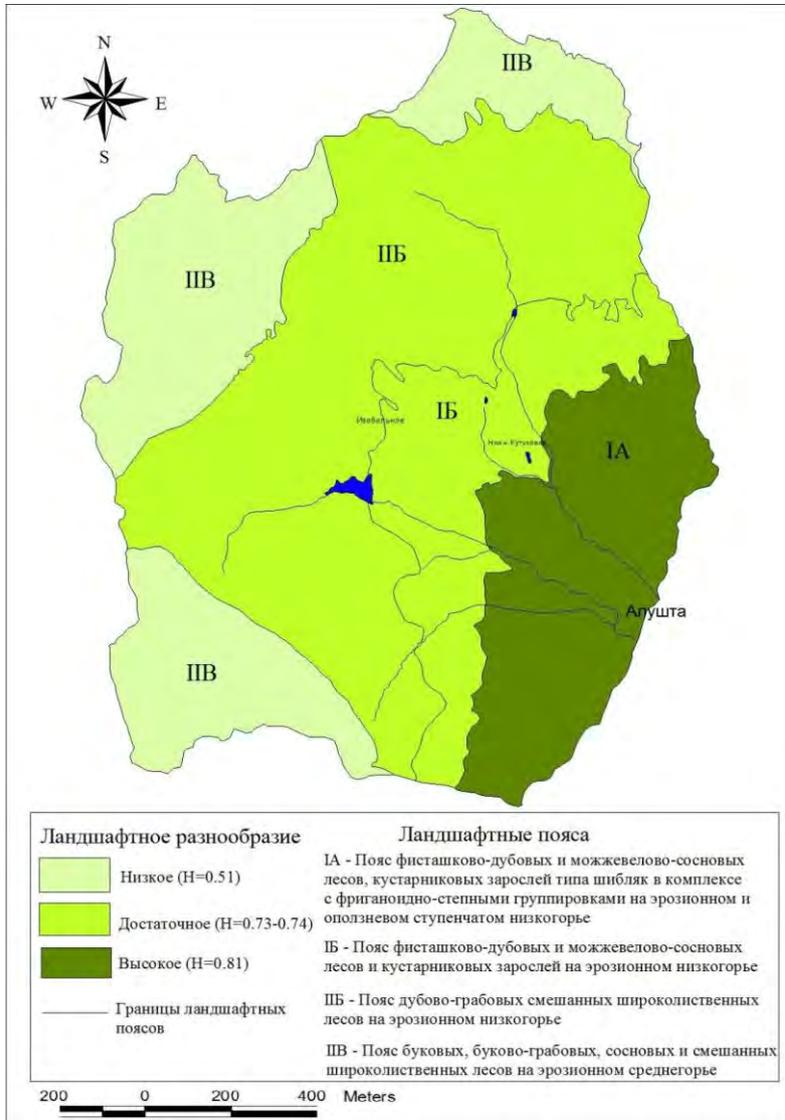


Рис. 7. Ландшафтное разнообразие Алуштинского амфитеатра по индексу разнообразия Шеннона (H).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для территории Алуштинского амфитеатра проанализированы факторы, оказывающие влияние на его ландшафтное разнообразие, оценено ландшафтное разнообразие территории на основании ландшафтной карты и расчета показателей ландшафтного разнообразия: общего количества ландшафтных контуров, количества типологических контуров, среднего количества контуров на один вид ландшафтного контура, средней площади ландшафтных контуров, индекса дробности ландшафтных контуров, коэффициента сложности, коэффициента ландшафтной раздробленности, индекса разнообразия Шеннона. Составлена карта ландшафтного разнообразия Алуштинского амфитеатра по индексу разнообразия Шеннона.

Наибольшим ландшафтным разнообразием характеризуются ландшафты зоны дубовых, фисташково-дубовых, можжевельно-сосновых лесов в комплексе с кустарниками зарослями типа «шибляк» и фриганоидными группировками на эрозионном низкогорье, что обусловлено ее уникальным приморским положением, сложностью геолого-геоморфологического строения и историей развития. Наименьшее ландшафтное разнообразие наблюдается в зоне дубовых, буковых, сосновых и смешанных широколиственных лесов на эрозионном среднегорье южного макросклона гор, что объясняется тем, что данная зона подвержена влиянию холодных воздушных масс с севера, и, как следствие, отсутствию соснового леса и ряда теплолюбивых видов.

Разнообразие естественных ландшафтов снижается за счет антропогенной деятельности.

Полученные данные позволяют определить территории высокой ценности, отличающиеся повышенным ландшафтным разнообразием, и выявить ареалы, нуждающиеся в восстановлении естественных ландшафтов, а также могут быть положены в основу ландшафтного и иного планирования территории, в том числе и рекреационного природопользования.

Данная статья является результатом участия 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.

Список литературы

1. Абрамова Л. А. Ландшафтное разнообразие и охрана природы // Вестник ТГУ. 2011. Т. 10. № 2. С. 577–579.
2. Ганзей К. С., Иванов А. Н. Ландшафтное разнообразие Курильских островов // География и природные ресурсы. 2012. № 2. С. 87–94.
3. Гродзинский М. Д. Вимірки та показники ландшафтного різноманіття // Journal of Education, Health and Sport. 2015. № 5. С. 283–291.

ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ АЛУШТИНСКОГО АМФИТЕАТРА

4. Гродзинський М.Д. Ніша ландшафтознавства в полі культури та місце Львівської ландшафтознавчої школи в ній // Вісник Львівського університету. Сер. географічна. 2004. № 31. С. 79–88.
5. Домаранський А. О. Ландшафтне різноманіття: сутність, значення, метризація, збереження. Кіровоград: ІМЕКС-ЛТД, 2006. 146 с.
6. Олиферов А. Н., Тимченко З. В. Реки и озёра Крыма. Симферополь: Доля, 2005. 216 с.
7. Позаченюк Е. А. Ландшафтное разнообразие Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета. География. Геология. 2015. Т. 1 (67). № 4. С. 37–50.
8. Позаченюк К. А., Панкесва Т. В., Миронюк О. А., Панкесва А. Ю. Методика оцінки ландшафтного різноманіття на прикладі території Великого Севастополя // Фізична географія та геоморфологія. 2013. № 3. С. 43–50.
9. Пузаченко Ю. Г., Дьяконов К. Н., Алещенко Г. М. Разнообразие ландшафта и методы его измерения // География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. С. 76–170.
10. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий / Научный редактор Е. А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
11. Соколов А. С. Ландшафтное разнообразие: теоретические основы, подходы и методы изучения // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. Вып. 1. С. 208–213.

ASSESSMENT OF LANDSCAPE DIVERSITY OF ALUSHTA AMPHITHEATER

Pozachenyuk E.A., Agienko A.A.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: pozachenyuk@gmail.com, agienko.nastya@gmail.com*

The theoretical and methodological approaches to the assessment of landscape diversity are considered. For the territory of Alushta amphitheater analyzed the factors affecting its landscape diversity: geographical location, geological and geomorphological structure, climate, water, soil, flora and fauna.

A landscape map of the territory of the Alushta Amphitheater made in ArcView 3.2 a. Worker M 1:50000. The map was developed at the local level. All the landscapes of the studied territory refer to the low-mountainous and mid-mountain landscape level of the southern macroslope of the Main Ridge of the Crimean Mountains. There are two landscape zones, four belts and 36 localities. Landscape structure Alushta amphitheatre is quite diverse, due to changes in the landscape in latitudinal and longitudinal directions. The originality of landscapes of this territory makes them stand out in the system landscape of the entire southern coast of Crimea and defines a relatively high diversity of landscapes.

Estimated landscape diversity of the territory on the basis of the landscape map and the calculation of indicators of landscape diversity: the total number of landscaped paths, the number of typological contours, the average number of circuits on one type of landscape loop, the average area of landscaped paths, index fragmentation of landscape contours, degree of difficulty, the coefficient of landscape fragmentation index Diversity of Shannon. A map of the landscape diversity of the Alushta amphitheater on the Shannon diversity index is compiled.

The greatest landscape diversity in the landscapes areas of oak, pistachio-oak, juniper-pine forests in combination with thickets of shrubs of the type shiblyak and friganoid groups on

upland erosion, due to its unique seaside location, complexity of the geological-geomorphological structure and development history. The lowest landscape diversity is observed in the area of oak, beech, pine and mixed broadleaved forests in the middle mountains of erosion of the southern macroslope of mountains, due to the fact that this area is influenced by cold air masses from the North, and, as a consequence, the lack of pine forests and a number of thermophilic species. The diversity of natural landscapes is reduced due to anthropogenic activities.

A variety of natural landscapes degraded by human activities.

These data identify areas of high value, characterized by high landscape diversity and to identify the areas of need of restoration of natural landscapes, and can also be the basis for landscape planning and other planning of territory, including recreational nature.

Keywords: landscape; landscape map, Alushta amphitheater, landscape diversity; sustainable development; landscape level, zone; landscape zone, terrain.

References

1. Abramova L. A. Landshaftnoe raznoobrazie i ohrana prirody (Landscape diversity and protection of nature) // Vestnik TGU, 2011, T. 10, no 2, pp. 577–579. (in Russian).
2. Ganzej K. S., Ivanov A. N. Landshaftnoe raznoobrazie Kuril'skikh ostrovov (Landscape diversity of the Kuril Islands) // Geografiya i prirodnye resursy, 2012, no 2, pp. 87–94. (in Russian).
3. Grodzinskij M. D. Vimirki ta pokazniki landshaftnogo riznomanityta (Measurements and indices of landscape diversity) // Journal of Education, Health and Sport, 2015, no 5, pp. 283–291. (in Ukrainian).
4. Grodzinskij M. D. Nisha landshaftoznavstva v poli kul'turi ta mistse L'vivs'koї landshaftoznavchoї shkoli v nij (Niche landscape in the field of culture and place in Lviv landshaftovedenie school) // Visnik L'vivs'kogo universitetu. Ser. geografichna. 2004, no 31, pp. 79–88. (in Ukrainian).
5. Domarans'kij A. O. Landshaftne riznomanityta: sutnist', znachennya, metrizatsiya, zberezheniya (Landscape diversity: the nature, value, metesaca, save). Kirovograd: IMEKS-LTD (Publ.), 2006, 146 p. (in Ukrainian).
6. Oliferov A. N., Timchenko Z. V. Reki i ozera Kryma (Rivers and lakes of the Crimea). Simferopol': Dolya (Publ.), 2005, 216 s. (in Russian).
7. Pozachenyuk E. A. Landshaftnoe raznoobrazie Kryma (Landscape diversity of the Crimea) // Uchenye zapiski Krymskogo Federal'nogo universiteta. Geografiya. Geologiya, 2015, T. 1 (67), no 4, pp. 37–50. (in Russian).
8. Pozachenyuk K. A., Pankeeva T. V., Mironyuk O. A. Pankeeva A. YU. Metodika otsinki landshaftnogo riznomanityta na prikladi teritorii Velikogo Sevastopolya (Methods of evaluation of landscape diversity on the example of the Big Sevastopol) // Fizichna geografiya ta geomorfologiya, 2013, no 3, pp. 43–50. (in Ukrainian).
9. Puzachenko YU. G., D'yakonov K. N., Aleshchenko G. M. Raznoobrazie landshafta i metody ego izmereniya (The diversity of landscape and methods of its measurement) // Geografiya i monitoring bioraznoobraziya. Moscow: Izd-vo NUMTS (Publ.), 2002, S. 76–170. (in Russian).
10. Sovremennyye landshafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij (Modern landscapes of Crimea and adjacent waters) / Nauchnyj redaktor E. A. Pozachenyuk. Simferopol': Biznes-Inform (Publ.), 2009, 672 p. (in Russian).
11. Sokolov A. S. Landshaftnoe raznoobrazie: teoreticheskie osnovy, podhody i metody izucheniya (Geopolitics and ecogeodynamics regions) // Geopolitika i ekogeodinamika regionov, 2014, T. 10, V. 1, pp. 208–213. (in Russian).

УДК 911.2(477.75)

СОВРЕМЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ТЕРРИТОРИИ САКСКОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Скребец Г. Н., Цалко К. А.

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

Приведены карты, отображающие природную и хозяйственную подсистемы современной ландшафтной структуры территории и прибрежной акватории Сакского административного района Республики Крым. Выявлены основные пространственные закономерности ландшафтной дифференциации исследуемой территории.

Ключевые слова: современные ландшафты, природная и хозяйственная подсистемы, природные зоны, пояса, местности, парагенетические ландшафтные комплексы, береговая зона моря.

ВВЕДЕНИЕ

Современные ландшафты Крыма (за редким исключением) являются результатом совместного проявления природных и антропогенных процессов, что в конечном счете обуславливает формирование на его территории целостной ландшафтной системы, включающей, наряду с природными компонентами, продукты деятельности человека. Эта система многоуровневая и имеет сложную структуру. Идея раскрыть ее в единстве ландшафтных комплексов различного типа и ранга реализована в коллективной монографии [1]. Дальнейшая детализация общей картины, по нашему мнению, дает возможность, во-первых, глубже понять механизм функционирования современных ландшафтов, во-вторых, научиться правильно управлять им. Второе имеет прикладной аспект и опирается на ландшафтное планирование. Принимая во внимание, что управление территориями – это прерогатива органов власти, ландшафтные исследования вполне логично выполнять с учетом сетки политико-административного деления. Попытка проведения таких работ предпринята нами для водоохранного зонирования побережья Юго-Восточного Крыма [2]. Цель данной статьи – сформировать представление о современных ландшафтах территории Сакского административного района. Исследования опирались на методические разработки, изложенные в упомянутой монографии, предусматривающие деление единого ландшафтного пространства на природную и хозяйственную подсистемы.

1. ПРИРОДНАЯ ПОДСИСТЕМА ТЕРРИТОРИИ

Природная подсистема территории состоит из гидроморфного, плакорного и низкогорного ландшафтных уровней. Уровни делятся на природные зоны, пояса и местности (Рис. 1). Наряду с уровнями в подсистему включена береговая зона моря с особым типом ландшафтной организации – парагенетическими ландшафтными комплексами (ПГЛК).

– пересыпей и кос с галофитными лугами в комплексе с сообществами псаммофитов. Располагается вдоль побережья Каламитского залива и соляных озер. Здесь выделяется аazonальный тип растительности: зарослей солероса (*Salicornia europaea*), сведы (*Sueda prostrata*), прибрежницы солончаковой (*Aeluropus littoralis*), колосняка (*Leumus racemosum*), синеголовника приморского (*Eryngium maritimum*), кермека полукустарникового (*Limonium suffruticosum*), приморского катрана (*Crambe maritima*).

Восточнее от побережья формируется пояс аккумулятивных и денудационных слабоденированных равнин с ковыльно-типчаковыми и полынно-типчаковыми степями на южных и остаточнок-карбонатных черноземах. На переходном участке к плакорному уровню – черноземах южных солонцеватых. Он протягивается вдоль побережья на участке озер Сасык-Сиваш, Сакское и Кызыл-Яр. Широкие слабоденурасчлененные водораздельные аккумулятивные равнины в прошлом были покрыты бедноразнотравными полынно-типчаково-ковыльковыми степями с изреженным травостоем и значительным участием полыни крымской (*Artemisia taurica*). В исследуемом районе пояс образован одним типом местности – денудационно-аккумулятивных пологосклонных приморских равнин с ковыльно-типчаковыми и разнотравно-типчаковыми степями. Типичной растительностью этих степей являются: типчак (*Festuca valesiaca*), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*), ковыль волосатик (*Stipa capillata*), ковыль красивейший (*Stipa pulcherrima*), ковыль украинский (*Stipa ucraïnica*), житняк гребенчатый (*Agropyron pectinatum*), бескильница (*Puccinellia*), тонконог гребенчатый (*Koeleria cristata*), а также гиперксерофитные полукустарнички – полынь таврическая (*Artemisia taurica*) и полынь белая (*A. lerceana*) [4, 5].

Плакорный ландшафтный уровень состоит из зоны типичных ковыльно-типчаковых и бедно-разнотравно-ковыльно-типчаковых степей в комплексе с петрофитными и кустарниковыми степями. В зависимости от геоморфологических особенностей, зона делится на два ландшафтных яруса: верхний и нижний. Верхний денудационный ярус ковыльно-типчаковых, петрофитных и кустарниковых степей и нижний – денудационно-аккумулятивный с ковыльно-типчаковыми, кустарниково-разнотравными и петрофитными степями [6].

Верхний ландшафтный ярус хорошо развит на водораздельных структурных возвышенных и на широких водораздельных слабоденурасчлененных лессовых равнинах. Его ландшафтная структура представлена тремя типами местностей:

– структурные денудационные водораздельные возвышенные равнины с ковыльно-типчаковыми фриганоидными и петрофитными степями на маломощных щебенистых почвах. Располагаются на Новоселовском поднятии;

– структурные денудационно-аккумулятивные плато с ковыльно-типчаковыми степями. Это слабонаклонные поверхности с более мощными черноземами южными на делювиальных суглинках. В настоящее время основная площадь комплекса используется под сельскохозяйственные культуры и плантации винограда;

– аккумулятивные лессовые слабоденурасчлененные равнины с ковыльно-типчаковыми степями. Занимают южную часть Новоселовского поднятия.

Ландшафты формируются на мощных четвертичных отложениях, представленных лессовидными пролювиально-делювиальными суглинками, которые, в свою очередь, лежат на плиоценовых красно-бурых гравийно-глинистых отложениях. Почвы этих равнин относятся к черноземам южным мицеллярно-карбонатным, обладающим высоким плодородием. Вся площадь распахана и используется под посевы озимой пшеницы, подсолнечника, виноградники.

Во всех типах местности видовой состав растительности сходный, отличается главным образом лишь доминантами. Наиболее характерны следующие виды злаков: овсяница скальная (*Festuca sulcata*), овсяница каменная (*Festuca rupicola*), овсяница валисская (*Festuca valesiaca*), ковыли-Лессинга, волосатик, украинский (*Stipa lessingiana*, *Stipa capillata*, *Stipa ucrainica*), житняк гребенчатый (*Agropyron pectinatum*), полкустарнички – полынь таврическая (*Artemisia taurica*), полынь белая (*Artemisia lercheana*) [5].

Нижний ярус приурочен к пологосклоновым расчлененным равнинам и характеризуется сложной ландшафтной структурой. Он представлен шестью местностями, которые отличаются степенью расчлененности территории и доминантным составом растительности. Большую часть площади в этом ярусе занимают местности структурных пологонаклонных лощинно-балочных равнин с ковыльно-типчачковыми и разнотравно-ковыльно-типчачковыми степями и структурных пологонаклонных денудационно-аккумулятивных равнин с ковыльно-типчачковыми степями. Они располагаются в центральной и западной части района на участках эрозионного расчленения овражно-балочной сетью и представляют собой плоские водораздельные поверхности. В восточной и южной части находятся местности денудационно-аккумулятивных галечниково-глинистых волнистых равнин с полынно-типчачковыми и ковыльно-типчачковыми степями и галечниково-глинистые пологонаклонные лощинно-балочные равнины с разнотравными ковыльно-типчачковыми и петрофитными степями. Ландшафты сформированы на красно-бурых плиоценовых глинах и гравелитах. У восточной границы района небольшими фрагментами располагается местность пологонаклонных аккумулятивно-денудационных лессовидных равнин с ковыльно-типчачковыми и ковыльно-разнотравными степями.

Основными представителями растительности этих местностей являются: ковыль волосатик (*Stipa capillata*), Лессинга (*Stipa lessingiana*), украинский (*Stipa ucrainica*), овсяница скальная, каменная и валисская (*Festuca sulcata*, *F. rupicola*, *F. valesiaca*), полынь таврическая и белая (*Artemisia taurica*, *A. lercheana*), тонконог (*Koeleria*), зерна береговая (*Poa angustifolia*), житняк ширококолосый и гребенчатый (*Agropyron pectiniforme*), *Ag. pectinatum*). Из разнотравья: шалфей поникающий (*Salvia nutans*), зопник колючий (*Phlomis pungens*), льнянка понтийская (*Linaria pontica*), скабиоза украинская (*Scabiosa ucrainica*), тысячелистник (*Achillea pannanica*), мятлик узколистный (*Poa angustifolia*), лабазник (*Filipendula*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*), зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa*) и другие. В настоящее время растительные формации сильно преобразованы хозяйственной деятельностью – выпасом скота и распашкой территории.

По днищам широких балок от озер Сакско-Евпаторийской группы радиально распространяется долинно-балочная местность ковыльно-типчаковых и лугово-разнотравных степей. Видовой состав растительности сходен с предыдущими типами. Чаше можно встретить люцерну румынскую (*Medicago romanica*), шалфей дубравный (*Salvia nemotosa*), дубровник белый и обыкновенный (*Teucrium polium*, *T. chamaedrys*), чабрец и др.

Низогорный ландшафтный уровень занимает зона предгорных аккумулятивных, останцово-денудационных и структурных денудационных равнин и куэстовых возвышенностей с разнотравными степями, кустарниковыми зарослями, лесостепью и низкорослыми дубовыми лесами. Ее структура определяется изменением абсолютной и относительной высоты и степенью эрозионной расчлененности территории. Здесь выделяется ландшафтный пояс бородачово-разнотравных и асфоделиново-разнотравных степей на аккумулятивных и денудационных равнинах, который, в пределах исследуемого района (юго-восточная окраина), представлен местностью денудационно-останцовых и аккумулятивных равнин с ковыльно-типчаковыми степями [7].

Аккумулятивные равнины сложены крупной, преимущественно известняковой галькой и образованы нижнечетвертичными аллювиально-пролювиальными конусами выноса древних потоков. Структурные равнины расчленены балками, лощинами и ложбинами стока и изменены денудацией, под влиянием которой в отдельных местах выработан рельеф останцово-денудационного типа.

Береговая зона моря представлена двумя типами ПГЛК с двунаправленными вещественными потоками суша – море. Характерной чертой таких ПГЛК является обмен веществом и энергией между сушей и морем в прямом и обратном направлении, обусловленный сопряженным сочетанием абразионных и аккумулятивных участков берега. В зависимости от интенсивности этого процесса, выделяются ПГЛК с очень интенсивным и интенсивным обменом [8].

Первый тип ПГЛК с двунаправленными очень интенсивными потоками формируется в береговой зоне Каламитского залива от мыса Евпаторийский (пгт. Заозерное) на юг до административной границы территории. В него входит аккумулятивный отступающий выровненный берег на участке м. Евпаторийский – оз. Кызыл-Яр – и абразионный с обвально-оползневыми процессами – к югу от озера.

Аккумулятивный берег сложен морскими четвертичными отложениями из песка, гальки, гравия и ракуши. Ширина пляжей в среднем 10–20 м, но на отдельных участках достигает 50 м и более (п. Новофедоровка). Пляжи различаются как по вещественному, так и по гранулометрическому составу. Вещественный состав – кварцево-ракушечный, карбонатный и кварцево-карбонатный; гранулометрический – песчаный, гравийный и смешанный песчано-гравийный. В связи с сильными размывами берегов и малой долей поступления обломочного материала, наблюдается тенденция резкого сокращения пляжей Каламитского залива. Так, на пересыпях озер Кызыл-Яр и Богайлы скорость размыва составляет 5 м/год, Сакского озера – 1,8–2 м/год, Евпаторийского участка – 3,75 м/год [8]. Размыв сопровождается образованием уступов высотой до 1 м и более.

Абразионный берег представлен откосами высотой 10–30 м, образованными отложениями таврской свиты с желтовато-бурыми алевритами и алевритистыми глинами в прослойке с красноземами. Местами перед откосами имеются небольшие карманные пляжи шириной около 10 м, сложенные гравийно-галечными и песчаными с конгломератами наносами. На этом участке абразия дополняется обвально-оползновыми процессами, поэтому скорость разрушения берега достигает максимальных для черноморского побережья значений – 5–6 м/год.

Растительный покров на большей части суши сильно разрежен, а на откосах почти отсутствует. Наиболее разнообразна растительность пляжей. Здесь прослеживается зональность видового состава в направлении от берега в сторону суши. Вблизи береговой линии на нижнем уровне пляжей крайне разрежено произрастают цинанхум острый (*Cynanchum acutum*), лебеда татарская (*Atriplex tatarica*); на среднем уровне добавляется катран (*Crambe*); в тыльной части – полынь сантонинная (*Artemisia santonica*); в низинах соляных озер – триполиум обыкновенный (*Trifolium vulgare*), тростник южный (*Phragmites australis*). На абразионных участках растительность имеется только на пляжах и в местах выположенного рельефа, представлена лебедой татарской. Для пересыпей озер, где характерны эоловые процессы, растут колосняк черноморский (*Leymus*), катран (*Crambe*), полынь крымская (*Artemisia taurica*), кермек Мейера (*Limonium mejeri*).

На подводном склоне ширина бенча уменьшается от 6,6 км на севере до 3,2 км на юге, в связи с этим увеличиваются уклоны дна с 0,003 до 0,006. Процессы на дне моря представлены аккумуляцией и абразией. Скорость донной аккумуляции Евпаторийского участка составляет 0,06 м/год; абразии – на севере от 0,02 до 0,14 м/год, на юге – 0,23–0,26 м/год. Поток береговых наносов питается за счет материалов донной и береговой абразии. Донные отложения отличаются по составу. Песчано-пелитовые характерны для территории м. Карантинного, к югу сменяются гравийными и галечными. В зависимости от этого меняется донная растительность. На коренных породах формируется ассоциация цистозиры (*Cystoseira*). На глубине 10–15 м на песчано-ракушечном дне ее сменяет филофора ребристая (*Phyllophora nervosa*). Илстые участки дна заняты представителями вида полисифония (*Polysiphonia elongata*) и занардиния прототипная (*Zanardinia prototypus*). На песчаном дне можно встретить взморник (*Zostera*), а в местах загрязнения вод у м. Евпаторийский и вдоль побережья г. Евпатории – ульву жесткую (*Ulva rigida*).

Дно Каламитского залива населено 59 видами беспозвоночных животных, среди которых по количеству видов выделяются моллюски (*Mollusca*) и многощетинковые черви (*Polychaeta*). Среди моллюсков наиболее характерны: двустворчатый моллюск венеры (*Chamelea gallina*), парвикардium (*Parvicardium exiguum*), питар рыжий (*Pitar rudis*), устрица европейская (*Ostrea edulis*), рапана (*Rapana thomasiana*), черноморская мидия (*Mytilus galloprovincialis*).

Второй тип ПГЛК – с интенсивным двунаправленным вещественным потоком суша – море занимает часть береговой зоны от м. Евпаторийский до оз. Донузлав. Это лишь аккумулятивная часть ПГЛК, абразионный участок находится за пределами исследуемого района. Современный берег является низменным

стабильным аккумулятивным, частично с лагунным типом. Кроме аккумулятивных, также развиты эоловые процессы. Ширина пляжей почти повсеместно значительна, достигая у п. Молочное максимальной для крымского побережья величины – 80–90 м и лишь у п. Витино уменьшается до 5–7 м. В формировании вещественного состава главную роль играет биогенный материал – ракушечный и кварцево-ракушечный. Питание пляжей комплексное за счет поступления материала со дна от абразии бенча и клифа, вдольберегового потока наносов. Наличие мелкообломочного песчаного и алеврито-пелитового материала способствует активному вещественному обмену между сушей и морем. Тем не менее и здесь наблюдается размыв (средняя скорость 0,6–0,8 м/год), проявляющийся на побережье у п. Витино и на пересыпях Соленого и Ойбурского озер образованием небольших береговых уступов. Прибрежье мелководно с незначительными уклонами дна. Изобата 20 м уходит на расстояние 2–4 км в сторону открытого моря, уклоны меняются с 0,01 до 0,05. На подводном склоне образуется вдольбереговой поток наносов, направленный от м. Евпаторийский на северо-запад. На бенче глубиной до 3–5 м образуются пески, глубже сменяющиеся коренными породами [9]. Морские обитатели те же, что и в предыдущем ПГЛК. Донная растительность представлена перечисленными выше цистозирой, филофорой, зостерой и др. Среди донных животных доминируют различные виды моллюсков и полихет.

2. ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПОДСИСТЕМА ТЕРРИТОРИИ

Природная ландшафтная структура территории полностью преобразована хозяйственной деятельностью человека. В хозяйственной подсистеме выделяется три типа ландшафтов: естественные слабопреобразованные, конструктивные и производные (Рис. 2).

Первый тип занимает ничтожно малую площадь. Это неиспользуемые в хозяйстве наиболее глубокие части балок, естественные ландшафты которых слабо изменены.

Селитебную зону района составляют Евпаторийский городской округ, который включает в себя город Евпаторию и три посёлка: Заозёрное, Новоозёрное, Мирный; Сакский городской округ с городом Саки; Сакский административный район, в его составе 24 населенных пункта, среди которых 77 сел, поселок городского типа Новофедоровка и поселок Рунное.

Основная часть территории занята сельскохозяйственными ландшафтами. Сельское хозяйство ориентировано на выращивание зерновых культур, молочное животноводство и пищевую промышленность. Высокая доля распаханности территории обусловлена тем, что район является одним из крупнейших сельскохозяйственных районов Крыма, главным направлением которого является растениеводство. Основой сельскохозяйственного производства считаются зерновые и технические культуры, их выращивают на всей территории района. Бахчевые культуры – арбуз, дыню, тыкву и овощи – выращивают на землях таких населенных пунктов: Уютное, Елизаветово, Лесновка, Охотниково, Червоное, Ивановка, Фрунзе. На земельных угодьях с. Фрунзе выращивают кормовые

культуры, на территории с. Червоное – картофель (ООО «Первая Крымская аграрная компания»).

В животноводческой отрасли развито скотоводство (главным образом молочное животноводство), свиноводство, птицеводство и овцеводство. Районами развития животноводства являются территории населенных пунктов: Крымское (ПАО «Племзавод “Крымский”»), Зерновое (СПК «Юбилейный»), Фрунзе (ГП «УО ППЗ им. Фрунзе»). Такие отдельные отрасли животноводства, как скотоводство и свиноводство, развиваются в Ромашкино, Ивановке (свиноводство, ООО «Набис»), Фрунзе (разведение коней). Овцеводство развито в таких населенных пунктах: Наташино, Луговое и Сизовка (ГУП РК «ОХ “Черноморское”). Птицеводческие фабрики расположены в населенных пунктах: Суворовское (ООО «Агрокапитал», направление – мясное птицеводство), Фрунзе (птицеводческий завод им. Фрунзе), Кольцово, Орехово (страусиная ферма).



Рис. 2. Хозяйственная подсистема ландшафтов Сакского района.

Менее развито виноградарство и садоводство. Площади с виноградниками и фруктовыми садами находятся близ оз. Донузлав (садовое товарищество «Десантник»), с. Ромашкино (ООО «Крымские виноградники»), с. Витино (СТ «Радуга»), с. Уютное (СТ «Прибой»), с. Зерновое (ООО «Ирий Сад»), с. Геройское (ООО «Легенда Крыма» – виноградники), с. Червоное (Сакский филиал АО «Крымская фруктовая компания» – выращивание персиков, СПК «Содружество» – виноградники), с. Фрунзе (КП «Таир» – виноградники,) и др. [10].

Промышленные комплексы находятся в основном в двух городских округах. Основу комплекса г. Евпатории составляют отрасли пищевой и легкой промышленности: ООО «Евпаторийский винодельческий завод», «Евпаторийский городской молочный завод», хлебокомбинат «Крымхлеб», ПАВ «Евпаторийский рыбный завод», швейная и мебельная фабрики. Действует завод «Стройдеталь», ГП МО «Евпаторийский авиаремонтный завод», завод строительных материалов, производственное объединение «Лукул», завод «Вымпел», завод ЖБИ, асфальтобетонный завод и др. В Евпатории функционирует морской торговый порт, осуществляющий перевал зерна, песка и других грузов. В г. Саки промышленность представлена химическим заводом «Йодобром», заводом минеральных вод «Крымские воды», молокозаводом, фабриками по изготовлению мясной продукции и др. Имеются промышленные предприятия и в более мелких населенных пунктах. Одной из важных составляющих промышленной структуры района является добыча и производство строительных материалов – камня-ракушечника и щебня. Карьеры по их добыче расположены на севере от г. Евпатории и на северо-востоке района. Также ведется добыча песка, рапы, лечебной грязи.

Район имеет разветвленную дорожно-транспортную систему. Главная автомагистраль соединяет города Евпаторию и Саки с Симферополем. Основными автодорогами с покрытием считаются Евпатория – Мирный, Евпатория – Веселовка – о.Донузлав, Евпатория – Добрушино, Евпатория – Лушино, Евпатория – Саки, Саки – Виноградово, Саки – Митяево – Сизовка, Саки – Новофедоровка, Саки – Фрунзе. Имеется железная дорога Евпатория – Прибрежное – Симферополь.

Значительные земельные площади занимают гелиоэнергетические станции. Солнечные электростанции находятся возле оз. Сасык-Сиваш, между селами Рунное и Карьерное – СЭС «Охотниково», Митяево и Долинка – СЭС «Митяево». Ветряные электростанции располагаются возле оз. Донузлав – Донузлавская ВЭС, между населенными пунктами Мирное и Крыловка, у с. Воробьево.

На территории района расположены военные базы и воинские части. Имеются стрельбища, полигоны и другие военные объекты.

К коммунально-складским комплексам относятся кладбища и свалки, расположенные близ населенных пунктов. В Евпатории находится мусороперерабатывающий завод.

В хозяйственной подсистеме района значительную роль играет рекреационный комплекс, в котором выделяются два основных подрайона – Евпаторийский и Сакский [11]. Пгт. Заозёрное и г. Евпатория имеют статус детского оздоровительного курорта. Здесь расположены детские оздоровительные лагеря, грязелечебница «Мойнаки». «Деревенский» курорт развивается в пгт. Мирное и Поповка. В селах Штормовое и Молочное имеется гостиничный комплекс, базы отдыха, пансионаты и коттеджи. Рекреационное значение имеют археологические раскопки, такие как греко-скифское городище «Чайка» в Заозерном и скифское городище «Кара-Тобэ» возле с. Прибрежное.

Развитие рекреационного комплекса способствовало застройке прибрежной полосы санаторно-курортными оздоровительными объектами, базами отдыха и

многоэтажными зданиями, что существенно увеличило антропогенную нагрузку на ландшафт и ухудшило экологическое состояние прибрежных территорий. Хозяйственное использование береговой зоны проявляется не только в застройке санаторно-курортными учреждениями, но и в возведении сооружений в акватории моря. Причальными сооружениями или пирсами оборудована вся береговая зона территории. Наибольшее их количество расположено в северной части Каламитского залива вдоль берега пгт. Заозерное и в Евпаторийской бухте. Имеются причалы в селах Штормовое и Витино, пгт. Новифедоровка, на пересыпи Сакского озера. Сохранилось и действует гидротехническое сооружение (мол) на пересыпи оз. Донузлав. Водоспускные сооружения построены на Сасык-Сивашской пересыпи, водозаборные – на оз. Кызыл-Яр. К гидротехническим сооружениям относятся также маяки (на м. Карантинный, Евпаторийский маяк в пгт. Заозерное).

К водохозяйственным комплексам относятся водохранилища, озера и сеть Северо-Крымского канала. Водоохранилища разбросаны по всей территории и используются в основном для полива сельскохозяйственных земель, соляные озера – в бальнеологических целях и для добычи соли. Ветка Северо-Крымского канала в настоящее время не используется.

ВЫВОДЫ

Таким образом, анализ современной ландшафтной структуры территории Сакского административного района показывает, что естественные ландшафты здесь практически не сохранились. Они заменены антропогенными, главным образом, конструктивными ландшафтами, среди которых наибольшую площадь занимают сельскохозяйственные. Наряду с сушей, активно используется в хозяйственных целях и прибрежная акватория моря, что нередко приводит к возникновению экологических проблем.

Список литературы

1. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
2. Скребец Г. Н., Быстрова Н. В. Современные ландшафты побережья Юго-Восточного Крыма // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. Вып. 2. С. 769–772.
3. Михайлов В. А. Гидроморфный ландшафтный уровень // Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. С. 211–233.
4. Позаченюк Е. А. Структура территориальных ландшафтов // Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. С. 164–179.
5. Вахрушева Л. П. Экосистемы // Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. С. 128–140.
6. Позаченюк Е. А. Плакорный ландшафтный уровень // Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. С. 297–305.
7. Позаченюк Е. А. Низкогорный ландшафтный уровень Северного макросклона крымских гор (предгорье) // Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. С. 329–339.

СОВРЕМЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ТЕРРИТОРИИ САКСКОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО
РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

8. Скребец Г. Н., Агаркова-Лях И. В. Ландшафты береговой зоны Черного моря. Природные // Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. С. 250–279.
9. Агаркова-Лях И. В. Природные комплексы береговой зоны моря северо-западного и западного Крыма с интенсивными двунаправленными вещественными потоками между сушей и морем // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. 2011. Т. 24 (63). № 1. С. 35–44.
10. Агропромышленный комплекс. Список сельскохозяйственных предприятий Сакского района [Электронный ресурс]. URL: http://asr-rk.ru/files/2015/Agropromishlennij%20kompleks/Predpriyatia_ARP_rayona.pdf.
11. Яковенко И. М. Ландшафты береговой зоны Черного моря. Хозяйственная специализация. Западный рекреационный район // Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. С. 286–292.

**MODERN LANDSCAPES ON THE TERRITORY OF SAKI DISTRICT
ADMINISTRATIVE OF THE REPUBLIC OF CRIMEA**

Skrebets G. N., Tsalko K. A.

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

Modern landscapes of the investigated territory form two subsystems: natural and economic.

The natural subsystem consists of hydromorphic, plakorny and low-mountainous landscape levels. Levels are divided into natural zones, belts and terrain. Along with the levels, the coastal zone of the sea with a special type of landscape organization - paragenetic landscape complexes (PGLK) is included in the subsystem.

The hydromorphic level is represented by a landscape zone of low undrained accumulative and denudation plains with fescue-feather grass, wormwood-fescue, wormwood-bighorn steppes in combination with halophytic meadows and meadow steppes.

There are two belts in the zone. The belt of undrained lowlands, beaches and skies with halophytic meadows, solonchaks and communities of psammophytes in low- and medium solonetsous, meadow solonetsous soils, solonchak mud and solonetses, which, in turn, is divided into two types of terrain and belt, depending on the nature of the soil moistening. Accumulative and denudational weakly drained plains with feather-grass fescue and wormwood-fescue steppe on southern and residual-carbonate chernozems with one type of terrain.

The plakorny landscape level consists of a zone of typical feather-grass fescue and poorly-herbage-feather grass-fescue steppes combined with petrophytic and shrubby steppes. Depending on the geomorphological features, the zone is divided into two landscape tiers: upper and lower. The upper denudation level of feather-grass fescue, petrophytic and shrubby steppes and the lower one is denudation-accumulative with feather grass-fescue, shrubby-herbage and petrophytic steppes. The upper tier is formed by three types of terrain, the bottom - by six.

Low-mountainous landscape level occupies the zone of foothill accumulative, ostant-denudational and structural denudation plains and cuesta elevations with mixed grass steppes, shrub thickets, forest-steppe and low oak forests. Here, a landscape belt of bearded-mixed-herb and asphodelinous-motley grass steppes is distinguished on accumulative and denudational plains with one type of terrain.

The coastal zone of the sea is represented by two types of PGLK with bi-directional real land-sea flows, the characteristic feature of which is the exchange of matter and energy between land and sea in the forward and backward directions, due to the conjugated combination of abrasion and accumulative parts of the shore. Depending on the intensity of this process, PGLAs are distinguished with very intensive and intensive metabolism.

The economic subsystem consists of three types of landscapes: natural weakly-transformed, constructive and derivative. Leading role belongs to constructive landscapes, and among them - agricultural landscapes. Arable land employs about 90% of the total area. Agriculture is focused on growing grain crops, dairy farming and the food industry.

Industrial complexes are located mainly in two urban districts - Evpatoria and Sakah. They are based on the food and light industries.

Keywords: modern landscapes, natural and economic subsystems, natural zones, belts, terrain, paragenetic landscape complexes, coastal zone of the sea.

References

1. Sovremennye landschafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij (Modern landscapes of Crimea and adjacent waters). Simferopol': Biznes-Inform (Publ.), 2009, 672 p. (in Russian).
2. Skrebec G. N., Bystrova N. V. Sovremennye landschafty poberezh'ja Jugo-Vostochnogo Kryma (Modern landscapes of the coast of South-Eastern Crimea) // Geopolitika i jekogeodinamika regionov, 2014, T. 10, Vyp. 2, pp. 769–772. (in Russian).
3. Mihajlov V. A. Gidromorfnyj landschaftnyj uroven' (Hydromorphic landscape level) // Sovremennye landschafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij. Simferopol': Biznes-Inform (Publ.), 2009, pp. 211–233. (in Russian).
4. Pozachenjuk E. A. Struktura territorial'nyh landschaftov (Structure of territorial landscapes) // Sovremennye landschafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij. Simferopol': Biznes-Inform (Publ.), 2009, pp. 164–179. (in Russian).
5. Vahrusheva L. P. Jekosistemy (Ecosystems) // Sovremennye landschafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij. Simferopol': Biznes-Inform (Publ.), 2009, pp. 128–140. (in Russian).
6. Pozachenjuk E. A. Plakornyj landschaftnyj uroven' (Upland landscape level) // Sovremennye landschafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij. Simferopol': Biznes-Inform (Publ.), 2009, pp. 297–305. (in Russian).
7. Pozachenjuk E. A. Nizkogornyj landschaftnyj uroven' Severnogo makrosklona krymskih gor (predgor'e) (Lowland landscape level Northern macroslope of the Crimean mountains (foothills)) // Sovremennye landschafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij. Simferopol': Biznes-Inform (Publ.), 2009, pp. 329–339. (in Russian).
8. Skrebec G. N., Agarkova-Ljah I. V. Landschafty beregovoj zony Chernogo morja. Prirodnye (Landscapes of the coastal zone of the Black sea Nature) // Sovremennye landschafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij. Simferopol': Biznes-Inform (Publ.), 2009, pp. 250–279. (in Russian).
9. Agarkova-Ljah I. V. Prirodnye komplekсы beregovoj zony morja severo-zapadnogo i zapadnogo Kryma s intensivnymi dvunapravlennymi veshhestvennymi potokami mezhdú sushej i morem (Natural complexes of the coastal zone of the North-West and West of the Crimea with intense physical bidirectional flows between land and sea) // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Serija: Geografija, 2011, T. 24 (63), no 1, pp. 35–44. (in Russian).

СОВРЕМЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ТЕРРИТОРИИ САКСКОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО
РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

10. Agropromyshlennyj kompleks. Spisok sel'skhozjajstvennyh predprijatij Saksogo rajona (Agro-industrial complex. The list of agricultural enterprises of Saksy area) [Jelektronnyj resurs]. URL: http://asr-rk.ru/files/2015/Agropromishlennij%20kompleks/Predprijatia_APK_rayona.pdf. (in Russian).
11. Jakovenko I. M. Landshafty beregovoj zony Chernogo morja. Hozjajstvennaja specializacija. Zapadnyj rekreacionnyj rajon (Landscapes of the coastal zone of the Black sea. Economic specialization. Western recreation district) // Sovremennye landshafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij. Simferopol': Biznes-
Inform (Publ.). 2009. S. 286–292. (in Russian).

РАЗДЕЛ 3.
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 556.3

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ
КРЫМ) НА ОСНОВЕ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

Амеличев Г. Н.¹, Токарев И. В.², Токарев С. В.¹, Крайнюкова И. А.²,

Бурлакова Н. С.¹

¹Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация

²Ресурсный центр «Геомодель» Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

E-mail: lks0324@yandex.ru

Определен возраст и другие характеристики подземных вод Пятихатненского исторического района, добываемых для розлива под маркой «Минеральная вода Бишули». Для установления возраста воды и условий образования запасов использовался радиоуглеродный (¹⁴C) метод датирования и стабильные изотопы (дейтерий – δ²H, кислород-18 – δ¹⁸O); а для оценки защищенности – тритий (³H).

Оценка возраста по радиоуглероду составила τ = 28±3 тыс. лет. Изотопный состав минеральной воды (δ²H и δ¹⁸O) значительно обогатен, что указывает на существенно более холодные климатические условия формирования вод, нежели современные. Отсутствие трития в воде говорит о хорошей изоляции эксплуатационного горизонта, что свидетельствует о высокой степени его защищенности.

Ключевые слова: Бишули, готерив-барремский водоносный комплекс, радиоуглеродный метод, тритий, дейтерий, кислород-18, защищенность подземных вод, палеоклиматические условия.

ВВЕДЕНИЕ

Изотопный состав природных вод (содержание дейтерия – ²H и кислорода-18 – ¹⁸O) является характеристикой, которая позволяет изучать условия их формирования прямыми методами. Вследствие этого методы, использующие указанные изотопы, получили широкое применение в гидрологических и гидрогеологических исследованиях [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Наиболее надежными и апробированными методами оценки возраста подземных вод являются радиоуглеродный (по ¹⁴C с поправкой на ¹³C/¹⁴C) – для вод с возрастом от нескольких сотен до первых десятков тысяч лет, а также тритиевый и тритий/гелий-3 – для вод с возрастом от нескольких до первых десятков лет [5, 8, 9].

Крым широко известен своими бальнеологическими курортами (Саки, Феодосия, Черные воды), поэтому месторождения минеральных вод являются важным ресурсом для рекреационного хозяйства – одной из ведущих отраслей

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

экономики региона. Устойчивая эксплуатация месторождений минеральных вод требует уточнения условий формирования с целью оценки их ресурсов, для чего требуется определение их возраста, а также оценки их защищенности от загрязнения и истощения. Несмотря на очевидную необходимость таких исследований, к настоящему времени опубликованные данные по датированию минеральных вод полуострова отсутствуют.

Объектом исследования послужили подземные воды готерив-барремского водоносного комплекса, вскрытые скважиной № 38-Д, расположенной в районе с. Пятихатка Красногвардейского района Республики Крым, и используемые для разлива под маркой «Минеральная вода Бишули».

1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Стабильные изотопы природных вод

Тяжелый изотоп водорода – дейтерий (^2H или, в старой нотации, D) и кислорода – кислород-18 (^{18}O) входят в состав водных молекул и мигрируют в подземных водах со скоростью основного изучаемого компонента – молекул H_2O . В среднем в природной воде на Земле на 10^6 молекул H_2^{16}O приходится 310 молекул $^2\text{H}^1\text{H}\text{O}$, 420 молекул H_2^{17}O и 2000 молекул H_2^{18}O . Разделение по массам (фракционирование) изотопов водорода и кислорода в природе происходит главным образом в процессе фазовых переходов воды в системах твердая фаза – жидкость и жидкость – пар.

Вследствие малой распространенности, концентрации дейтерия и кислорода-18 выражают в относительных единицах (промилле – частях на тысячу). Расчет содержаний дейтерия и кислорода-18 в образце выполняют по соотношению:

$$\delta^2\text{H} = \left(\frac{\left(\frac{^2\text{H}}{^1\text{H}} \right)_{\text{ПРОБА}}}{\left(\frac{^2\text{H}}{^1\text{H}} \right)_{\text{СТАНДАРТ}}} - 1 \right) \times 1000 \text{ ‰} \quad \text{и} \quad \delta^{18}\text{O} = \left(\frac{\left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{ПРОБА}}}{\left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right)_{\text{СТАНДАРТ}}} - 1 \right) \times 1000 \text{ ‰} \quad (1),$$

где: δ – концентрации относительно стандарта; $^2\text{H}/^1\text{H}$ и $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ – атомные отношения.

В качестве международного стандарта используется вода Мирового океана как наибольшего и хорошо перемешанного резервуара воды на поверхности Земли, для которого, исходя из вышеприведенной формулы, изотопный состав $\delta^2\text{H} = 0 \text{ ‰}$, $\delta^{18}\text{O} = 0 \text{ ‰}$.

Основные предпосылки использования стабильных изотопов водорода и кислорода при изучении гидрогеологических объектов сводятся к следующему.

Изотопный состав атмосферных осадков определяет начальный состав воды на континентах, являясь отправной точкой для дальнейших построений. Между содержанием дейтерия и кислорода-18 в атмосферных осадках мира существует тесная корреляционная связь, описываемая уравнением:

$$\delta^2\text{H} = 8 \times \delta^{18}\text{O} + 10 \text{‰} \quad (2).$$

Уравнение (2) в литературе часто называют «глобальной линией метеорных вод» (ГЛМВ). Угловой коэффициент уравнения (2) обусловлен изотопным фракционированием при равновесном испарении и конденсации (то есть между паром и водой успевает устанавливаться равновесие по изотопному составу).

Фракционирование при испарении и конденсации приводит к тому, что пар обедняется тяжелыми изотопами, а остаточная жидкая вода обогащается ими. Поскольку за счет испарения с поверхности Мирового океана формируется 90 % влаги, содержащейся в атмосфере, в соответствии с уравнением (1) осадки на континентах, как правило, имеют отрицательные значения величин « δ ». Потери ^2H и ^{18}O (появление более отрицательных « δ ») определяют термином «облегчение изотопного состава», а накопление ^2H и ^{18}O (появление менее отрицательных « δ ») – как «утяжеление».

Степень разделения изотопов при испарении зависит от коэффициентов фракционирования, которые являются функциями температуры. В связи с этим концентрации дейтерия и кислорода-18 в метеорных водах (осадках) уменьшаются с увеличением широты и абсолютных отметок местности, а также в холодные сезоны года и холодные климатические эпохи. Температурные градиенты величин $\delta^2\text{H}$ и $\delta^{18}\text{O}$ составляют в среднем:

- сезонные вариации (усреднение на среднемесячной основе) – $-2,8 \text{‰}/1 \text{ °C}$ понижения температуры для $\delta^2\text{H}$, $-0,4 \text{‰}/1 \text{ °C}$ для $\delta^{18}\text{O}$;
- широтные вариации (усреднение на среднегодовой основе) – $-5,6 \text{‰}/1 \text{ °C}$ понижения температуры для $\delta^2\text{H}$, $-0,7 \text{‰}/1 \text{ °C}$ для $\delta^{18}\text{O}$;
- эффект долгопериодных климатических изменений – $-5,0 \text{‰}/1 \text{ °C}$ понижения температуры для $\delta^2\text{H}$, $-0,6 \text{‰}/1 \text{ °C}$ для $\delta^{18}\text{O}$;
- высотный эффект – $-3,0 \text{‰}/100 \text{ м}$ подъема для $\delta^2\text{H}$, $-0,3 \text{‰}/100 \text{ м}$ для $\delta^{18}\text{O}$.

На этой основе можно производить «привязку» области питания и времени формирования запасов воды в изучаемых водоносных горизонтах, а также оценивать роль привлекаемых ресурсов, поступающих из вышерасположенных или ниже залегающих водоносных горизонтов, в формировании запасов подземных вод.

Содержание дейтерия и кислорода-18 в подземных водах после их попадания в подземные водоносные горизонты не изменяется по сравнению с исходным в атмосферных осадках (это «вмороженные» метки). Исключение составляют зоны современной вулканической (термальной) активности, где может происходить обмен кислорода пород на кислород воды. Однако для этого требуется нагрев воды до температур свыше 80 °C и наличие карбонатных пород. Этот процесс легко идентифицируется на диаграмме $\delta^2\text{H}$ vs. $\delta^{18}\text{O}$ по так называемому кислородному сдвигу.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

Тритий

Тритий (^3H) – сверхтяжелый изотоп водорода, образуется в результате взаимодействия вторичных нейтронов, генерируемых космическими лучами, с ядрами азота по реакции $^{14}\text{N} + n = ^{12}\text{C} + ^3\text{H}$. После образования тритий окисляется кислородом воздуха и образует молекулы $^1\text{H}^2\text{H}\text{O}$, в которой находится около 99 % трития. Равновесное количество природного (космогенного) трития на Земле составляет 3–10 кг, что соответствует о концентрации трития в атмосферных осадках от 1 до 10 ТЕ.

После начала термоядерных испытаний в 1952 г. содержания трития в атмосферной влаге резко возросли. В 1963 г., перед заключением соглашения о прекращении испытаний в атмосфере, концентрация трития в атмосферных осадках северного полушария достигала 10 000 ТЕ (Оттава, Канада), а над территорией России составляла 2000–5000 ТЕ [5, 10]. После окончания термоядерных испытаний в атмосфере «бомбовый» тритий в течение 10–15 лет был «вымыт» из нее дождями и снегом. Современные фоновые концентрации трития в атмосферных осадках составляют от 5 до 100 ТЕ и формируются в основном за счет техногенных источников. Таким образом, тритий является идеальной меткой современных атмосферных осадков.

Датирование (определение возраста) подземных вод

Прямая оценка действительной скорости фильтрации гидравлическими методами представляет трудно решаемую задачу, особенно в случае значительных пространственных размеров области исследования, сложной сетки движения и переменных граничных условий, а при палеорекострукциях практически невозможна. Использование радиоактивных изотопов, обладающих независимой «внутренней» меткой времени, позволяет решить эту проблему.

Если порция воды представляет собой замкнутую систему, то ее *изотопный возраст* (время пребывания в подземном водоносном горизонте) вычисляется исходя из уравнения радиоактивного распада:

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{C_0^P}{C^P} \right) \quad (3),$$

где: C^P и C_0^P – текущая и начальная концентрация родительского (радиоактивного) изотопа; $\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$ – константа распада; $T_{1/2}$ – период полураспада.

В формуле (3) использован параметр τ , обозначаемый как «среднее время пребывания», поскольку в водоносных горизонтах из-за фильтрации и конечного размера области питания происходит смещение воды, поступившей в подземную гидросферу в несколько различающиеся моменты времени.

Наиболее апробированные методы датирования подземных вод охарактеризованы в [5, 8, 9]. Для оценки влияния антропогенной нагрузки или

быстро протекающих природных процессов в зоне активного водообмена используется тритиевый (^3H), тритий/гелий-3 ($^3\text{H}/^3\text{He}$), криптон-85 (^{85}Kr), радий/радоновый ($^{226}\text{Ra}/^{222}\text{Rn}$) методы. Для изучения медленно протекающих природных процессов, а также антропогенного воздействия на воды в зоне замедленного водообмена применяют уран-торий/гелиевый (U-Th/ ^4He), радиоуглеродный (^{14}C), хлор-36 (^{36}Cl), криптон-81 (^{81}Kr), бериллиевый (^{10}Be) методы (Рис. 1).

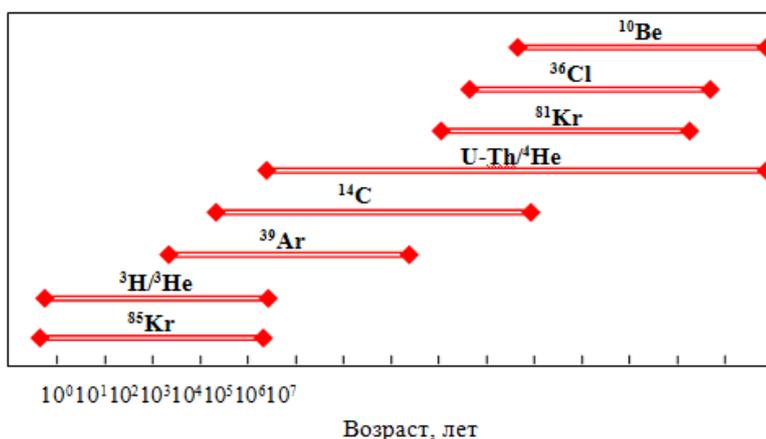


Рис. 1. Шкалы датирования подземных вод различными изотопными методами.

Радиоуглеродный метод датирования подземных вод

В естественных условиях радиоуглерод (^{14}C) образуется в атмосфере на высоте 12–15 км в результате взаимодействия вторичных нейтронов, генерируемых космическими лучами в основном с ядрами азота по реакции $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$. Поскольку радиоуглерод участвует в кругообороте углерода, то его концентрации выражают в виде удельной активности на грамм суммарного углерода. Средняя активность ^{14}C до ядерных испытаний составляла 13,6 распадов/мин. на 1 г углерода (0,227 Бк/г). Атомарные концентрации природного радиоуглерода в составе суммарного углерода составляют около $10^{-10}\%$, вариации его содержаний в современной биосфере не превышают 5 % [11;5].

Основная расчетная формула радиоуглеродного метода имеет вид:

$$[^{14}\text{C}] = [^{14}\text{C}_0] \times e^{-\lambda t} \quad (4),$$

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

где: $[^{14}\text{C}]$ и $[^{14}\text{C}_0]$ – текущая и начальная концентрации радиоуглерода в обычном углероде; $\lambda = \ln 2/T_{1/2} = 0,693/5730 = 0,000121$ – константа распада радиоуглерода; t – время, прошедшее с момента поступления воды в подземную гидросферу.

Начальные активности радиоуглерода несколько менялись во времени, что учитывают с помощью калибровочной кривой, которая охватывает вариации ^{14}C за последние 50 000 лет [12].

Содержание радиоуглерода в веществе с возрастом свыше 100 тыс. лет пренебрежимо мало. Поэтому добавка «мертвого» углерода в воду за счет растворения почвенного углекислого газа и педогенных карбонатов снижает концентрацию радиоуглерода примерно на 15 % [13], а растворение «мертвых» карбонатов из вмещающих пород – еще более значительно [14]. Для учета этого процесса вносят поправки, например, по изотопному составу углерода [15]:

$$t = \tau \ln \frac{-5,7 \times \delta^{13}\text{C}}{A} \quad (5),$$

где: $\tau = 1/\lambda = 8033$ лет – средняя продолжительность жизни атома ^{14}C , A – активность пробы в процентах от активности современного стандарта ^{14}C ; $\delta^{13}\text{C}$ – изотопный состав углерода пробы.

Нижний предел датирования по ^{14}C составляет около 500–1000 лет, верхний предел в карбонатных комплексах – 30–35 тыс. лет, а в терригенных – 35–40 тыс. лет.

Методика измерений

Определение трития в исследуемых пробах воды выполнено на жидкостном сцинтилляционном анализаторе TRI-CARB 3180 TR/SL с электролитическим обогащением в 25 раз для снижения минимально детектируемой активности трития до уровня $\leq 0,5$ ТЕ. Содержания стабильных изотопов водорода и кислорода определены на лазерном анализаторе изотопного состава воды Picarro L 2120-i. Неопределенность измерений составляет $\pm 0,1$ % по кислороду-18 и ± 1 % по дейтерию. Для измерений использованы стандарты МАГАТЭ V-SMOW-2, GISP, SLAP.

Опробование для определения дейтерия, кислорода-18 и трития выполнялось дважды – весной и осенью 2016 г.

Из карбонатов, выделенных для определения активности радиоуглерода, после центрифугирования пробы отбиралось 1,5 г осадка для измерения $\delta^{13}\text{C}$. Пробоподготовка для карбонатов производилась на установке GasPrep, а измерения – на масс-спектрометре Nu Horizon IRMS (оба производства NUINSTRUMENTS) с использованием элементно-анализатора EuroVector для C и N. Активность ^{14}C пробы измерялась на ультранизкофоновом сцинтилляционном бета-спектрометре Quantulus 1220. В качестве эталона использовался 5-кратный стандарт современного ^{14}C . На основании измеренных активностей рассчитывался прямой радиоуглеродный возраст, который пересчитывался в значения календарного возраста на основании калибровочной

Амеличев Г. Н., Токарев И. В., Токарев С. В., Крайнюкова И. А., Бурлакова Н. С.

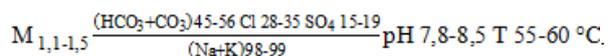
программы OxCal 4.2 (калибровочная кривая «IntCal 13», автор ChristopherBronkRamsey).

Опробование для датирования по радиоуглероду выполнялось осенью 2016 г.

2. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Минеральные воды «Бишули» добываются скважиной № 38-Д, расположенной вблизи села Пятихатка Красногвардейского района Республики Крым. Глубина скважины составляет 1190 м. Эксплуатационным является готерив-барремский водоносный комплекс (нижний мел, «мазанская свита») песчаников и алевролитов, находящийся в интервале скважины 975–1182 м. В пределах пройденного скважиной эксплуатационного комплекса выделяются два горизонта, разделенных пластом алевро-песчаников мощностью 32 м [16].

Минеральные воды являются термальными (пластовые температуры – 55–60 °С, на устье скважины – 53 °С), слабощелочными (рН = 7,8–8,5). По составу воды хлоридно-гидрокарбонатные натриевые малой минерализации ($M = 1,1–1,5 \text{ г/дм}^3$) без специфических компонентов и свойств [17]. Из газов отмечено содержание сероводорода $0,92 \text{ мг/дм}^3$, радона $2,41 \text{ Бк/дм}^3$. Формула Курлова для изучаемой воды имеет вид [16]:



Дебит скважины $20 \text{ дм}^3/\text{с}$; статический уровень +172 м при абсолютной отметке устья скважины около +60 м, понижение уровня 27 м [17].

От вышерасположенных водоносных комплексов палеоценовых и эоценовых карбонатных отложений «мазанский» комплекс отделен слабопроницаемой толщей плотных верхнемеловых мергелей. Еще выше залегает 300 метровый региональный водоупор, представленный глинами майкопской серии. Над ним расположен водоносный комплекс среднемиоценовых известняков и песков, относимый к зоне замедленного водообмена. Зона свободного водообмена в пределах эксплуатационного участка представлена водоносным комплексом верхнесармат-меотическо-понтических отложений, преимущественно известняков, который отделен глинами нижнего и среднего сармата от среднемиоценового комплекса. С поверхности разрез завершают глинистые отложения плиоцен-четвертичного возраста мощностью около 20 м (Рис. 2).

Таким образом, эксплуатационный водоносный комплекс перекрыт сверху слабопроницаемой толщей, что исключает наличие в пределах месторождения какой-либо гидравлической связи его с поверхностью и подтверждается гидродинамическим зонированием Е. А. Ришес [18].

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ
 ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

Масштаб 1:5000	Геологический индекс	Геологический разрез	Глубина залегания подошвы слоя	Мощность слоя, м	Литология	Принадлежность к гидрогеологическим стратификационным единицам	Гидродинамические зоны
	N ₂ -Q		24,0	24,0	Глина	Слабопроницаемый покров	
50	N ₁ л-р		115,0	81,0	Известняк	Водоносный комплекс мезотического-понтических отложений	Зона свободного водообмена
100	N ₁ с ₁₋₂		140,0	25,0	Глина плотная	Слабопроницаемый пласт	
150	N ₁ ^г		200,0	60,0	Известняк органо-генный	Водоносный комплекс среднемиоценовых отложений	Зона замедленного водообмена
200			210,0	10,0	песок		
250							
300							
350	P ₃ -N ₁		500,0	290,0	Глина с включением гравийного материала	Водоупорная толща майкопской серии	Зона весьма замедленного водообмена
400							
450							
500	P ₂		552,0	52,0	Известняк трещиноватый	Водоносный комплекс эоценовых отложений	
550							
600	P ₁		720,0	168,0	Известняк мергелеподобный кавернозный	Дат-инкерманский водоносный комплекс	
650							
700							
750	K ₂		811,0	91,0	Мергель плотный	Слабопроницаемая толща верхнемеловых отложений	
800							
850			871,0	60,0	Алевро-песчаник	Альбский водоносный комплекс	
900	K ₁ р-ал		975,0	104,0	Аргиллит	Апт-альбская слабопроницаемая толща	Зона практически полного отсутствия водообмена
950							
1000							
1050			1110,0	135,0	Песчаник	Готерив-барремский (мазанский) водоносный комплекс	
1100	K ₁ г-бр		1132,0	32,0	Алевро-песчаник		
1150			1190,0	58,0	Песчаник		

Рис. 2. Геолого-гидрогеологическая колонка скважины № 38-Д (по [16]).



Гидрогеологические провинции: I – южная часть Причерноморского артезианского бассейна (выделена по [19]), II – Горный Крым (граница провинции проведена по Е. А. Ришес в [18]). Гидрогеологические области: 1 – Северо-Сивашский бассейн, 2 – Новоселовское поднятие, 3 – Белогорский бассейн, 4 – Альминский бассейн, 5 – Симферопольское поднятие, 6 – Керченская система малых артезианских бассейнов [19].

Рис. 3. Схема гидрогеологического районирования Крыма, распространение готерив-барремского водоносного комплекса и его водопроявлений (данные по водопроявлениям из [18]).

Согласно гидрогеологическому районированию [19], Пятихатненское месторождение минеральных вод находится на границе гидрогеологических провинций Симферопольского поднятия и Белогорского артезианского бассейна (Рис. 3).

Мазанская свита, к которой приурочено изучаемое месторождение, выходит на поверхность на северных склонах Главной гряды и местами в южной продольной депрессии, где располагается внешняя область питания соответствующего водоносного комплекса. Представлена она песками, песчаниками и конгломератами. На север от области питания мазанская свита погружается на большую глубину под покров глинистой толщи апта и альба, мергелей верхнего мела и более молодых отложений.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

При этом отмечается закономерное общее уменьшение водопроницаемости по мере удаления от Главной гряды Крымских гор. Если на Симферопольском поднятии коэффициенты фильтрации составляют по большей части 2–6 м/сут., то в районах г. Саки и п. Новоселовское они падают до 0,5–1 м/сут. Соответственно убывают и удельные дебиты скважин: от 0,4–0,7 л/с до 0,05–0,25 л/с [20].

Очевидно, что питание готерив-берремского водоносного комплекса происходит в районах выхода мазанской свиты на поверхность (40–60 км к югу от месторождения) за счет инфильтрации атмосферных осадков. Однако есть сведения, что в этих районах водоносные горизонты комплекса заключены в толще глини мазанской свиты, в связи с чем даже там для них характерны напорные условия [20]. Более вероятным источником питания является поглощение подруслового стока рек Зуя, Бурульча, Бештерек в местах их пересечения с высокопроницаемыми горизонтами свиты. Откуда следует оценить современное инфильтрационное питание комплекса как малозначительное.

Большую роль в питании готерив-берремского водоносного комплекса отводят восходящему перетоку трещинно-карстовых вод из залегающих ниже верхнеюрских отложений на стыке сооружения Горного Крыма и Симферопольского поднятия (Рис. 3). Согласно приближенным балансовым расчетам Зубровой Е. А. и некоторых других исследователей, пополнение мазанского водоносного комплекса трещинно-карстовыми водами, формирующимися на массивах Караби и Долгоруковском, оценивается ориентировочно в 15,5 млн м³ в год [20].

Мазанский водоносный комплекс вскрыт скважинами в пределах Симферопольского и Новоселовского поднятий, северной части Альминского бассейна, на южном и северо-восточном бортах Северо-Сивашского бассейна и на южном крыле Белогорского бассейна. Мощность обводненной толщи колеблется от нескольких метров до нескольких сотен метров. Глубина залегания вод комплекса варьирует от 3 м (юго-восточная окраина Симферопольского поднятия) до 2500 м (восточная часть Северо-Сивашского бассейна, северная часть Белогорского бассейна). При погружении водоносного комплекса в северном направлении напоры подземных вод достигают 90–120 м над земной поверхностью, что приводит к самоизливанию вскрытых их скважин. Отметки пьезометрического уровня вод готерив-барремского водоносного комплекса значительно превышают уровни вышележащих водоносных комплексов в верхнемеловых, палеогеновых и среднеэоценовых отложениях. Это предполагает возможность перелива вод изучаемого водоносного комплекса в вышележащие горизонты. С другой стороны, наличие мощных толщ альба и майкопа делает перетекание маловероятным в естественных условиях.

Дебиты скважин на самоизливе составляет от 0,1 до 22 дм³/с. Наибольшая обводненность мазанской свиты до обнаружения Пятихатненского месторождения отмечалась по скважинам в пределах Симферопольского поднятия и в Альминском бассейне в районе г. Саки. Наименьшая обводненность комплекса отмечалась в Белогорском и Северо-Сивашском бассейнах (дебиты скважин от 0,015 до 0,3 дм³/с).

Общая минерализация и химический состав вод мазанской свиты претерпевают значительные изменения в направлении ее погружения. В области питания воды имеют

Амеличев Г. Н., Токарев И. В., Токарев С. В., Крайнюкова И. А., Булакова Н. С.

гидрокарбонатный кальциевый состав с минерализацией 0,3–0,6 г/дм³, в Белогорском бассейне соленость поднимается до 27 г/дм³, а в Северо-Сивашском бассейне минерализация хлоридных натриевых вод составляет 11–68 г/дм³. Содержание брома – до 118,8 мг/дм³, йода – до 28,6 мг/дм³. В пределах Новоселовского поднятия в водах среди газов преобладает метан (до 56 об. %) и азот (до 40 об. %), а содержание гелия превышает фон более чем на порядок. В Белогорском бассейне также отмечены азотно-метановые воды, в Северо-Крымском – метановые, а в северо-восточном Присивашье – углекисло-азотно-метановые воды.

Воды готерив-барремского водоносного комплекса в условиях погружения мазанской свиты повсеместно являются термальными. Температура вод на изливе увеличивается в направлении погружения отложений от 11–17 °С в области питания до 50–58 °С в районе Новоселовского поднятия при температуре вод на забое скважин около 100 °С [20].

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты вспомогательных измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты измерения вспомогательных параметров

Параметр	Объект	Параметр	Результат измерения	
			весна	осень
Активность трития	Скв. № 38-Д	³ H, ТЕ	< 0,5	< 0,1
Изотопный состав углерода карбонатов (PDB)		δ ¹³ C, ‰	н.о.	-9,3
Изотопный состав воды (SMOW)		δ ¹⁸ O, ‰	-13,5	-13,3
	δ ² H, ‰	-95	-97	
	река Салгир	δ ¹⁸ O, ‰	-8,7	н.о.
		δ ² H, ‰	-51	н.о.
	грунтовые воды, глубина 70 м	δ ¹⁸ O, ‰	-8,7	н.о.
		δ ² H, ‰	-62	н.о.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

Тритий

Содержание трития в исследованной воде $^3\text{H} < 0,1 \text{ TE}$ оказывается не только ниже минимального порога измерений, но и ниже предела обнаружения. Отсутствие трития в исследуемой воде определенно указывает на отсутствие гидравлической связи эксплуатируемого горизонта с вышележащими водоносными горизонтами, а также на хорошее техническое состояние скважины, обеспечивающее надежную изоляцию эксплуатационного горизонта от поступления посторонних вод.

Изотопный состав воды

Повторное опробование скважины № 38-Д дает сходящиеся (в пределах ошибки измерений) результаты, указывая на стабильность изотопного состава воды.

Данные по атмосферным осадкам непосредственно в точке опробования отсутствуют. Однако изотопный состав осадков может быть достаточно надежно оценен с помощью опубликованных данных, а также инструмента On-line Isotope in Precipitation Calculator (OIPC).

Среднегодовой изотопный состав современных осадков по ближайшим точкам мониторинга, согласно опубликованным данным, представлен в таблице 2.

Таблица 2.

Среднегодовой изотопный состав современных осадков по станциям Симферополь и Чатырдаг [21]

Станция	Высота, м. н. у. м.	$\delta^{18}\text{O}_s$, ‰	$\delta^2\text{H}_s$, ‰
Симферополь	280	-7,4	-50
Чатырдаг	980	-8,6	-58

Уравнение, описывающее локальную линию метеорных вод (Рис. 4), имеет вид [21]:

$$\delta^2\text{H} = 7,0 \times \delta^{18}\text{O} + 3,2 \quad (6).$$

Для точки опробования интерполяция и осреднение изотопного состава осадков на основе многомерной статистики было выполнено с помощью онлайн инструмента OIPC (Табл. 3).

Таблица 3.

Расчет содержаний дейтерия и кислорода-18 в атмосферных осадках для района размещения скважины № 38-Д с помощью онлайн инструмента OIPC

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\delta^2\text{H}$, ‰	-77	-76	-61	-50	-44	-39	-34	-37	-43	-51	-66	-72	-54
$\delta^{18}\text{O}$, ‰	-11,4	-11	-8,8	-7,6	-6,4	-5,8	-5,5	-5,5	-6,8	-7,6	-9,7	-10,5	-8,2

Итак, среднегодовой изотопный состав осадков в районе размещения скважины № 38-Д не должен быть легче $\delta^{18}\text{O} = -8,2\text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -54\text{‰}$. Изотопный состав подземных вод грунтового горизонта (глубина скважины 70 м) составляет $\delta^{18}\text{O} = -8,7\text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -62\text{‰}$, что несколько легче расчетных среднегодовых осадков. Последнее естественно, так как за счет эвапотранспирации летние (изотопически тяжелые) осадки удаляются из водного баланса территории почти нацело, а основное питание грунтовой горизонт получает за счет инфильтрации изотопически относительно легких осадков холодного сезона.

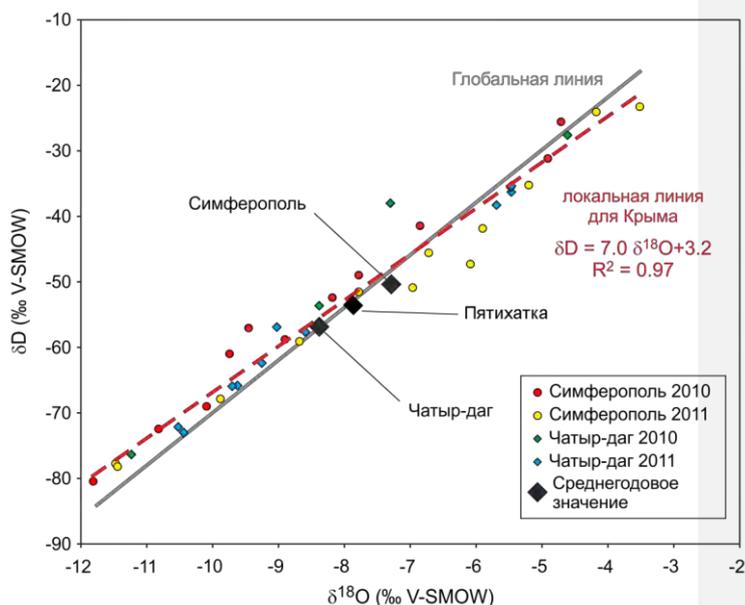


Рис. 4. Изотопный состав осадков на северо-западном склоне Крымских гор [21] с расчетным среднегодовым значением состава осадков по с. Пятихатка.

Возможно, что дополнительное влияние на изотопный состав грунтовых водоказывает полив, производившийся ранее из Северо-Крымского канала, питавшегося водой из р. Днепр, в котором среднееголетний состав воды имеет значения $\delta^{18}\text{O} = -8,6\text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -68\text{‰}$ [22]. Опробование поверхностных водотоков в области питания готерив-барремского водоносного горизонта (реки Зуя, Бештерек, Биок-Карасу), проведенное 20.06.2016, дало $\delta^{18}\text{O} = -8,9\text{‰} \dots -9,9\text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -64\text{‰} \dots -69\text{‰}$.

Таким образом, изотопный состав изучаемой минеральной воды по кислороду-18 примерно на 5,2 ‰ легче среднегодовых осадков и примерно на 3,9 ‰ легче

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

состава вод поверхностных водотоков в области питания водоносного комплекса. В первом разделе статьи был приведен градиент изменения изотопного состава осадков от температуры для климатических вариаций, который равен для кислорода- 18 $-0,6\%$ на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Откуда можно найти, что среднегодовая температура воздуха в период формирования вод эксплуатационного горизонта была примерно на $5,2/0,6 \approx 8-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже современной. С учетом поправки на сезонность в области питания водоносного комплекса температурная разница составляет $6,5-8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Современная среднегодовая температура воздуха в селе Пятихатка составляет около $+11,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (по данным наблюдений близлежащих метеостанций Симферополь-Аэропорт и Клепонино за последние 12 лет, среднегодовые температуры на которых равны соответственно $+11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Исходя их рассчитанного понижения температуры в период формирования запасов минеральных вод, среднегодовая температура воздуха была около $4-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такой климат на территории Крыма отмечался в период последнего максимума похолодания, которое в северном полушарии отмечалось примерно 18 тыс. лет назад [23].

Схожий облегченный изотопный состав подземных вод был зафиксирован в горной части Крыма [21]. Многократное опробование воды из артезианской скважины глубиной 60 м, расположенной у западного подножья Долгоруковского массива в устье балки Красной пещеры, показало содержание $\delta^2\text{H} = -83,0 \pm 1,0\%$ и $\delta^{18}\text{O} = -12,9 \pm 0,2\%$. Опробовался водоносный горизонт верхнеюрских отложений, относящийся к зоне замедленной циркуляции. Аномальный изотопный состав воды в этом случае объясняется ее доголоценовым возрастом.

Таким образом, по изотопному составу воды период формирования запасов изучаемых минеральных вод следует отнести ко времени не позднее 18 тыс. лет назад, а, вероятнее всего, даже к более раннему периоду, поскольку требовалось некоторое время для накопления запасов.

Радиоуглеродное датирование

Наиболее надежную оценку возраста воды в горизонте, эксплуатируемом скважиной № 38-Д, дает датирование радиоуглеродным методом, результаты которого приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты определения абсолютного возраста подземных вод, эксплуатируемых скважиной № 38-Д, радиоуглеродным методом

Параметр	Измеренный, лет	Калиброванный возраст (календарный), лет	Расчетный возраст с учетом вклада «мертвого» углерода*
Радиоуглеродный возраст	$34\ 100 \pm 800$	$38\ 500 \pm 1\ 000$	$28\ 000 \pm 3\ 000$

* – с учетом поправки на отношение $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ по уравнению (5).

4. ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОД

Установленный с помощью радиоуглеродного метода возраст воды 28 ± 3 тыс. лет соответствует окончанию позднего плейстоцена. Формирование вод происходило на этапе перехода между 3-й и 2-й стадиями морской изотопно-кислородной шкалы (MIS3 и MIS2), состоявшегося около 29 тыс. лет назад [24]. В это время в северном полушарии повсеместно происходило сопровождающееся увеличением покровного оледенения в высоких широтах и наступлением плювиального периода в районе Черного моря похолодание климата. Оледенение началось 33 тыс. лет назад, достигло своего максимума примерно 26,5 тыс. лет назад и завершилось 18–20 тыс. лет назад [23].

Наиболее целостную картину палеоклиматических условий Крымского региона в верхнем плейстоцене дают работы Н. П. Герасименко [25] (Рис. 5). Реконструкция условий производилась на основе использования литолого-педологического и палинологического методов по материалам, полученным с палеолитических стоянок в предгорном Крыму. В качестве основы для временной привязки авторы использовали стратиграфическую схему четвертичных отложений Украины [26]. По указанной схеме MIS3 стратиграфически соответствует витачевскому горизонту со временем образования 47–27 тыс. лет назад [27], что по возрасту совпадает с периодом сурожской морской трансгрессии.

В витачевском горизонте отчетливо маркируются 3 межстадиала (более теплые периоды внутри MIS3), разделенные двумя стадиалами (более холодные периоды). Межстадиалы и стадиалы в пределах горизонта индицируются литолого-почвенными комплексами. Межстадиалам соответствуют слои ископаемых инициальных почв (буроземов), стадиалам – слои коллювиальных отложений.

Аналогичное деление показывает и пыльцевой анализ. Согласно его результатам, в течение межстадиалов на северном склоне Крымских гор доминировала лесостепная растительность южно-бореального типа, которая в периоды стадиалов замещалась степной ксерофитной растительностью бореального типа.

Время формирования изучаемых вод примерно соответствует окончанию последнего межстадиала 3-й морской изотопно-кислородной стадии (поздневитачевский межстадиал). Его время, определенное по радиоуглеродному датированию почвы в кровле витачевского горизонта, составляет 27–30 тыс. лет назад, что соответствует днестровскому межстадиалу (в Европе – денекампе) [27]. Стадиал, предшествующий этому периоду, ознаменовался в Крыму холодным и сухим бореальным климатом, сопровождающимся экстенсивным развитием степной растительности с доминированием злаковых и различных ксерофитных сообществ (в равнинном и предгорном районах), резким сокращением лесов (с отсутствием широколиственных лесов), практически полным прекращением процессов почвообразования.

Во время поздневитачевского межстадиала происходило потепление климата. На это указывает активизация почвообразования с формированием слабо развитых

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

каменистых дерновых почв и буроземов. Отмечено восстановление широколиственных дубово-грабовых лесов, в особенности в западном Крыму. В восточном Крыму сохранялось доминирование мезофитной степной растительности с единичными дубовыми рощами. Повсеместно происходило отступление бореальной растительности. Отсутствие следов ксерофитной растительности свидетельствует об относительно влажном климате данного периода. В конце поздневалдайского межстадиала отмечается экстенсивное продвижение степной растительности в сторону предгорий и гор с интенсивным подавлением широколиственных лесов, что отражает переход к следующей стадии похолодания – последнему гляциальному максимуму [28].

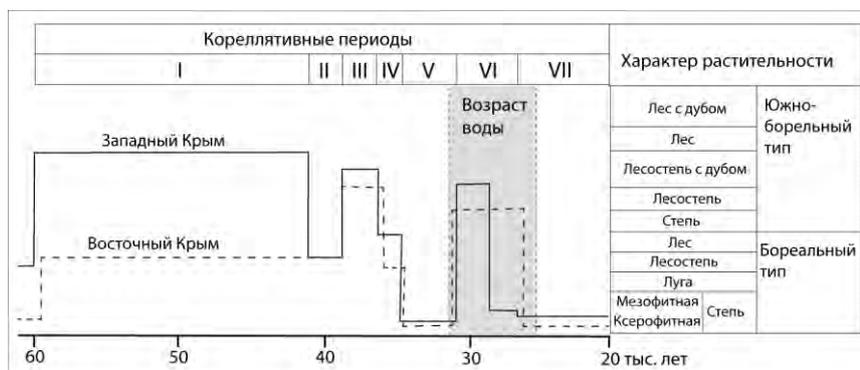


Рис. 5. Сопоставление возраста воды из скважины № 38-Д с материалами палинологических рядов второй половины верхнего плейстоцена для северного склона Крымских гор (на основе схемы [28]).

Коррелятивные периоды: средневалдайский пленигляциал: I – байоловский межстадиал, II – 2-й средневалдайский стадиал, III – молодковский межстадиал, IV – хуниборгский межстадиал, V – 3-й средневалдайский стадиал, VI – днестровский межстадиал; VII – поздневалдайский пленигляциал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнено комплексное определение условий формирования минеральных вод «Бишули» (Республика Крым, Красногвардейский район, с. Пятихатка, скважина № 38-Д) на основании изотопных трассеров.

Исследуемые воды отбираются с глубины 975–1182 м и относятся к готерив-барремскому водоносному комплексу, представленному песчаниками, которые перекрыты мощной пачкой слабопроницаемых осадков. По предварительным оценкам в районе скважины № 38-Д комплекс относится к зоне отсутствия современного водообмена. Область питания комплекса, предположительно,

Амеличев Г. Н., Токарев И. В., Токарев С. В., Крайнюкова И. А., Булакова Н. С.

располагается на северном склоне Главной гряды Крымских гор, где породы готерив-баррема (мазанская свита) выходят на поверхность и контактируют с подстилающими их водообильными породами верхней юры.

Радиоуглеродное датирование, с внесением поправок на отношение $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, дает возраст минеральной воды $\tau = 28 \pm 3$ тыс. лет.

Изотопный состав минеральных вод $\delta^{18}\text{O} = -13,3 \dots -13,5 \text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -95 \dots -97 \text{‰}$ существенно легче среднегодового состава современных атмосферных осадков $\delta^{18}\text{O} = -8,2 \text{‰}$ и $\delta^2\text{H} = -54 \text{‰}$. Климатические условия в период формирования запасов минеральных вод, оцененные по дейтерию и кислороду, соответствуют среднегодовым температурам на $6,5\text{--}8 \text{°C}$ ниже, чем современные. По палеоклиматическим реконструкциям возраст минеральных вод следует коррелировать с днестровским межстадиалом, который характеризовался относительно влажным и прохладным (по сравнению с современным) климатом, что определяло благоприятные условия для формирования подземных вод.

Отсутствие трития в исследуемой воде, а также постоянство изотопного состава указывают на качественную изоляцию эксплуатационного интервала в скважине от поступления поверхностных вод, а также отсутствие естественного перетока вод из водоносных горизонтов верхних гидродинамических этажей. Поэтому минеральные воды на участке эксплуатации следует признать защищенными от антропогенного загрязнения.

Значительный возраст минеральных вод указывает на ограниченные ресурсы, поэтому эксплуатацию месторождения следует вести из расчета на упругие запасы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Совета министров Республики Крым в рамках научного проекта 16-45-910579 «р_а».

Коллектив авторов выражает благодарность заведующей лабораторией ООО «Бишули» Пашиевой Мавиле Идрисовне за работу по отбору проб и их подготовке для дальнейшего лабораторного анализа.

Список литературы

1. Брезгунов В. С., Есиков А. Д., Якимов Т. В. и др. Распределение среднегодовых концентраций кислорода-18 в осадках на Европейской территории СССР // Материалы метеорологических исследований. 1987. № 12. С. 54–58.
2. Васильчук Ю. К., Буданцева Н. А., Васильчук А. К., Чижова Ю. Н. Изотопные методы в географии. Часть 3: Геохимия стабильных изотопов атмосферы и гидросферы. М.: Изд. геогр. фак. МГУ, 2013. 216 с.
3. Ветштейн В. Е. Изотопы кислорода и водорода в природных водах СССР. Л.: Недра, 1982. 216 с.
4. Селецкий Ю. Б., Поляков В. А., Якубовский А. В., Исаев Н. В. Дейтерий и кислород-18 в подземных водах (масс-спектрометрические исследования). М.: Недра, ВСЕГИНГЕО, 1973. 144 с.
5. Ферронский В. И., Поляков В. А. Изотопия гидросферы Земли. М.: Наука, 2009. 680 с.
6. Dansgaard W. Stable isotopes in precipitation // Tellus. 1964. Vol. 19. P. 435–463.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

7. Environmental isotopes in the hydrological cycle. Principles and applications. Paris: UNESCO, 2000. Vol. I–VI. 570 p.
8. Moser H., Rauert W. Determination of groundwater movement by means of environmental isotopes-state of the art // IAHS Symposium on Relation of Groundwater Quantity and Quality, XVIII IUGG Assembly. Hamburg: IAHS Symposium, 1983. P. 1–30.
9. Lehman B. E., Davis S. N. et al. Atmospheric and subsurface sources of stable and radioactive nuclides used for groundwater dating // Water Res. Research. 1993. Vol. 29. P. 2027–2040.
10. Катрич И. Ю. Мониторинг трития в природных водах СССР (России): Дис. ... докт. геогр. наук. Обнинск: Росгидромет, 2009. 127 с.
11. Арсланов Х. А. Радиоуглеродная геохимия и геохронология. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1987. 296 с.
12. Fairbanks R. G., Mortlock R. A., Chiu T.-C., Cao L., Kaplan A., Guilderson T. P., Fairbanks T. W., Bloom A. L., Grootes P. M., Nadeau M.-J. Marine Radiocarbon Calibration Curve Spanning 10,000 to 50,000 Years B.P. Based on Paired $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ and ^{14}C Dates on Pristine Corals // Quaternary Science Reviews. 2005. Vol. 24. P. 1781–1796.
13. Vogel J. C. ^{14}C groundwater dating. Isotope hydrology. Vienna: IAEA, 1970. P. 225–240.
14. Geyh M. A. An overview of ^{14}C analysis in the study of groundwater // Radiocarbon. 2000. Vol. 42. № 1. P. 99–114.
15. Ферронский В. И., Поляков В. А., Романов В. В. Космогенные изотопы гидросферы. М.: Наука. 1984. 268 с.
16. Отчет по научно-исследовательской работе по оценке качественного состава подземных вод скважины № 38-Д с. Пятихатка Красногвардейского района АР Крым (Минеральная вода «Бишули») при подсчете эксплуатационных запасов (на украинском языке). Одесса: УкрНДМРтаК, 2004. 26 с.
17. Бальнеологическое заключение на минеральную воду из скважины № 38-Д с. Пятихатка Красногвардейского района (Минеральная природная питьевая лечебно-столовая вода «Бишули») Республика Крым, от 22.10.2014, № ИЦ-2. М.: ФГБУ «РНЦ МРиК» Минздрава России, 2014. 4 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bishuli.ru/docs/Бальнеологическое%20заключение.pdf>.
18. Гидрогеология СССР. Том VIII. Крым / Ред. В. Г. Ткачук. М.: Недра, 1970. 364 с.
19. Луцик А. В., Морозов В. И., Мелешин В. П., Кондрашов В. М. и др. Подземные воды карстовых платформенных областей Украины. Киев: Наук. думка, 1981. 200 с.
20. Самсонов Ф. П. Артезианские воды нижнемеловых отложений Крыма // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1961. № 2. С. 105–117.
21. Дублянский Ю. В., Климчук А. Б., Амеличев Г. Н., Токарев С. В., Шпётль К. Изотопный состав атмосферных осадков и карстовых источников северо-западного склона Крымских гор // Спелеология и карстология. 2012. № 9. С. 14–21.
22. Фомин Ю. А., Демихов Ю. Н., Борисова Н. Н. Мониторинг изотопного состава водорода и кислорода природных вод бассейна Днепра (Киев) // Институт геохимии окружающей среды НАН Украины. Збірник наукових праць інституту геохімії навколишнього середовища. 2012. № 21. С. 52–63.
23. Clark P. U., Dyke A. S., Shakun J. D., Carlson A. E., Clark J., Wohlfarth B., Mitrovica J. X., Hostetler S. W., McCabe A. M. The Last Glacial Maximum // Science. 2009. Vol. 325. Issue 5941. P. 710–714.
24. Lisiecky L. E., Raymo M. E. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records // Paleoceanography. 2005. Vol. 20. Issue 1. P. 1–17.
25. Gerasimenko N. Environmental changes in the Crimean mountains during the Last Interglacial–Middle Pleniglacial as recorded by pollen and lithopedology // Quaternary International. 2007. Vol. 164–165. P. 207–220.
26. Веклич М. Ф., Сиренко Н. А., Матвишина Ж. Н. и др. Стратиграфическая схема плейстоценовых отложений Украины // Стратиграфические схемы фанерозоя и докембрия Украины. К.: Госкомитет геологии Украины, 1993. 40 с.
27. Герасименко Н. П., Матвишина Ж. М. Этапность эволюции природной среды Украины в позднем плейстоцене // Фізична географія та геоморфологія. 2007. Вип. 53. С. 13–26.

28. Cordova C. E., Gerasimenko N. P., Lehman P. H., Kliukin A. A. Late Pleistocene and Holocene paleoenvironments of Crimea: Pollen, soils, geomorphology, and geoarchaeology // *Geology and Geoarchaeology of the Black Sea Region: Beyond the Flood Hypothesis*. Geological Society of America. 2011. Special Paper 473. P. 133–164.

**THE «BISHULI» MINERAL WATERS (THE CRIMEAN PLAINS):
COMPREHENSIVE EVALUATION OF ITS AGE AND CONDITIONS OF
FORMATION ON THE BASE OF ISOTOPE-GEOCHEMICAL DATA**

Amelichev G. N.¹, Tokarev I. V.², Tokarev S. V.¹, Kraynyukova I. A.², Burlakova N. S.¹

¹*Taurida Academy, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation*

²*Resource Center «Geomodel», Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation*

E-mail: lks0324@yandex.ru

Mineral waters have a great importance for recreational facilities of the Republic of Crimea. The isotope-geochemical methods allow to determine age, conditions of formations and protect ability degree of groundwater. This data are necessary for their resources assessment and sustainable exploitation.

The groundwater of Hauterivus-Barremian aquifer system captured by borehole № 38-D situated in Piatyhatka village o (Krasnogvardeysky rayon of the Republic of Crimea, physiographic province of the Crimean Plains) act as a subject of this research. That water are used for bottling under a trade mark «Bishuli mineral water». The depth interval of groundwater capture are 975-1182 m. The aquiferous rock is sandstone covered by a thick stratum of aquitardous sediments. The Hauterivus-Barremian aquifer system in an area of borehole № 38-D lies in hydrodynamic zone of almost full absence of water-exchange. The recharge area of that complex is situated on the north slope of the Main Range of the Crimean mountains where hauterivus-barremian rocks (also known as Mazan suite) are exposed on surface and underlied by karst aquiferous rocks of Upper Jurassic.

The methods used in this study are radiocarbon (¹⁴C), tritium (³H) and stable isotopes of oxygen and hydrogen ($\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$).

It was found out that the value of tritium amount in the water is lower than measuring threshold (³H < 0,1 TE). It suggests that exploited aquifer has a good isolation from surface water and upper aquifers, so it has a high degree of protectability to contamination.

The stable isotopes composition of mineral water is $\delta^{18}\text{O} = -13,3...-13,5 \text{ ‰}$ и $\delta^2\text{H} = -95...-97 \text{ ‰}$. That is substantially lower than atmospheric precipitation isotopes composition in the area of borehole: $\delta^{18}\text{O} = -8,2 \text{ ‰}$ and $\delta^2\text{H} = -54 \text{ ‰}$. These results correspond the paleoclimatic conditions of water formation with an annual temperature 6,5–8 °C lower than present.

The radiocarbon dating was conducted with correction on ¹³C/¹²C ratio. It determined the age of water formation $\tau = 28\,000 \pm 3000$ years ago.

According to paleoclimatic reconstruction, the age of water correlates with Dniester interstadial (the latest interstadial of MIS3) when the climate was significantly humid and

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТА И УСТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД «БИШУЛИ» (РАВНИННЫЙ КРЫМ)...

cold in comparison with present. Such climate determined favorable conditions for groundwater formation.

Significant age of the mineral water indicates limited resources of exploited water-bearing horizon. So its exploitation should be operated on the base of calculation of groundwater elastic reserves.

Keywords: Bishuli, Hauterivus-Barremian aquifer system, radiocarbon method, tritium, deuterium, oxygen-18, groundwater protectability, paleoclimatic conditions.

References

1. Brezgunov V. S., Esikov A. D., Jakimova T. V. et al. Raspređenje srednegodovyh koncentracij kisloroda-18 v osadkah na Evropejskoj territorii SSSR (Distribution of oxygen-18 annual concentration in sediments in European part of USSR) // Materialy meteorologičeskikh issledovanij, 1987, no. 12, pp. 54–58. (in Russian).
2. Vasil'čuk Ju. K., Budanceva N. A., Vasil'čuk A. K., Chizhova Ju. N. Izotopnye metody v geografii. Chast' 3: Geohimija stabil'nyh izotopov atmosfery i gidrosfery (Isotopes methods in geography. Part 3: Geochemistry of stable isotopes in atmosphere and hydrosphere. Moscow: Izd. Geogr. fak. MGU (Publ.), 2013, 216 p. (in Russian).
3. Vetshtejn V. E. Izotopy kisloroda i vodoroda prirodnyh vod SSSR (Isotopes of oxygen and hydrogen in natural waters of USSR). Leningrad: Nedra (Publ.), 1982, 216 p. (in Russian).
4. Seleckij Ju. B., Poljakov V. A., Jakubovskij A. V., Isaev N. V. Dejterij i kislorod-18 v podzemnyh vodah (mass spektrometricheskie issledovanija) (Deuterium and oxygen-18 in groundwater (mass-spectrometry investigation)). Moscow: Nedra, VSEGINGEO (Publ.), 1973, 144 p. (in Russian).
5. Ferronskij V. I., Poljakov V. A. Izotopija gidrosfery Zemli (Isotopy of Earth's hydrosphere). Moscow: Nauka (Publ.), 2009, 680 p. (in Russian).
6. Dansgaard W. Stable isotopes in precipitation // Tellus, 1964, vol. 19, pp. 435–463. (in English).
7. Environmental isotopes in the hydrological cycle. Principles and applications. Paris: UNESCO, 2000, vol. I–VI, 570 p. (in English).
8. Moser H., Rauer W. Determination of groundwater movement by means of environmental isotopes-state of the art // IAHS Symposium on Relation of Groundwater Quantity and Quality, XVIII IUGG Assembly. Hamburg: IAHS Symposium, 1983. P. 1–30. (in English).
9. Lehman B. E., Davis S. N. et al. Atmospheric and subsurface sources of stable and radioactive nuclides used for groundwater dating // Water Res. Research, 1993, vol. 29, pp. 2027–2040. (in English).
10. Katrich I. Ju. Monitoring tritija v prirodnyh vodah SSSR (Rossii) (Monitoring of tritium in natural waters of the USSR (Russia)): PhD thesis. Obninsk: ROSGIDROMET (Publ.), 2009, 127 p. (in Russian).
11. Arslanov H. A. Radiouglerodnaja geohimija i geohronologija (Radiocarbon geochemistry and geochronology). Leningrad: Izd-vo Leningrad. un-ta (Publ.), 1987, 296 p. (in Russian).
12. Fairbanks R. G., Mortlock R. A., Chiu T.-C., Cao L., Kaplan A., Guilderson T. P., Fairbanks T. W., Bloom A. L., Grootes P. M., Nadeau M.-J. Marine Radiocarbon Calibration Curve Spanning 10,000 to 50,000 Years B.P. Based on Paired ²³⁰Th/²³⁴U/²³⁸U and ¹⁴C Dates on Pristine Corals // Quaternary Science Reviews, 2005, vol. 24, pp. 1781–1796. (in English).
13. Vogel J. C. ¹⁴C groundwater dating. Isotope hydrology. Vienna: IAEA, 1970, pp. 225–240. (in English).
14. Geyh M. A. An overview of ¹⁴C analysis in the study of groundwater // Radiocarbon, 2000, vol. 42, no. 1, pp. 99–114. (in English).
15. Ferronskij V. I., Poljakov V. A., Romanov V. V. Kosmogennye izotopy gidrosfery (Cosmogenic isotopes of hydrosphere). Moscow: Nauka (Publ.), 1984, 268 p. (in Russian).
16. Otchet po nauchno-issledovatel'skoj rabote po ocenke kachestvennogo sostava podzemnyh vod skvazhiny № 38-D s. Pjatihatka Krasnogvardejskogo rajona AR Krym (Mineral'naja voda «Bishuli») pri podsčete jekspluatacionnyh zapasov (Report on research work for assessment of qualitative composition of groundwater from borehole № 38-D vil. Pjatihatka, Krasnogvardejsky rayon, AR Crimea

- (Mineral waters «Bishuli») during the calculation of exploitation reserves). Odessa: UkrNDIMRtaK (Publ.), 2004, 26 p. (in Ukrainian).
17. Bal'neologicheskoe zakljuchenie na mineral'nuju vodu iz skvazhiny № 38-D s. Pjatihatka Krasnogvardejskogo rajona (Mineral'naja prirod'naja pit'evaja lecebno-stolovaja voda «Bishuli») Respublika Krym, ot 22.10.2014, № IC-2 (Balneological expertise on mineral water from borehole № 38-D vil. Pjatihatka, Krasnogvardejsky rayon, Republic of Crimea (Mineral waters «Bishuli»)). M.: FGBU «RNC MRiK» Minzdrava Rossii, 2014, 4 p. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.bishuli.ru/docs/Bal'neologicheskoe%20zakljuchenie.pdf>. (in Russian).
 18. Gidrogeologija SSSR. Tom VIII. Krym (Hydrogeology of the USSR. Volume VIII. Crimea) / Red. V. G. Tkachuk. Moscow: Nedra (Publ.), 1970, 364 p. (in Russian).
 19. Lushhik A. V., Morozov V. I., Meleshin V. P., Kondrashov V. M. et al. Podzemnye vody karstovykh platformnykh oblastej Ukrainy (Groundwater of karst platform regions of Ukraine). Kiev: Nauk. Dumka (Publ.), 1981, 200 p. (in Russian).
 20. Samsonov F. P. Artezijskie vody nizhnemelovykh otlozhenij Kryma (Artesian waters of lower-cretaceous sediments of Crimea) // Izvestija vysshih uchebnykh zavedenij. Geologija i razvedka, 1961, № 2, pp. 105–117. (in Russian).
 21. Dubljanskij Ju. V., Klimchuk A. B., Amelichev G. N., Tokarev S. V., Shpjot' K. Izotopnyj sostav atmosferynykh osadkov i karstovykh istochnikov severo-zapadnogo sklona Krymskih gor (Isotope composition of atmospheric precipitation and karst springs of the North-Western slope of the Crimean mountains) // Speleologija i karstologija, 2012, no. 9, pp. 14–21. (in Russian).
 22. Fomin Ju. A., Demihov Ju. N., Borisova N. N. Monitoring izotopnogo sostava vodoroda i kisloroda prirodnykh vod bassejna Dnepra (Kiev) (Monitoring of isotope composition of hydrogen and oxygen of natural waters of the Dnieper basin (Kyiv)) // Institut geohimii okruzhajushhej sredy NAN Ukrainy. Zbirnik naukovih prac' institutu geohimii navkolishn'ogo seredovishha, 2012, no. 21, pp. 52–63. (in Russian).
 23. Clark P. U., Dyke A. S., Shakun J. D., Carlson A. E., Clark J., Wohlfarth B., Mitrovica J. X., Hostetler S. W., McCabe A. M. The Last Glacial Maximum // Science, 2009, vol. 325, is. 5941, pp. 710–714. (in English).
 24. Lisiecky L. E., Raymo M. E. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records // Paleoceanography, 2005, Volume 20, Issue 1, pp. 1–17. (in English).
 25. Gerasimenko N. Environmental changes in the Crimean mountains during the Last Interglacial–Middle Pleniglacial as recorded by pollen and lithopedology // Quaternary International, 2007, vol. 164–165, pp. 207–220. (in English).
 26. Veklich M. F., Sirenko N. A., Matviishina Zh. N. i dr. Stratigraficheskaja shema plejstocenovyykh otlozhenij Ukrainy (Stratigraphic scheme of Pleistocene sediments of Ukraine) // Stratigraficheskie shemy fanerozoja i dokembrija Ukrainy. Kiev: Goskomitet geologii Ukrainy (Publ.), 1993, 40 p. (in Russian).
 27. Gerasimenko N. P., Matviishina Zh. M. Jetapnost' jevoljucii prirodnoj sredy Ukrainy v pozdnem plejstocene (Stages of evolution of natural environment of Ukraine in late Pleistocene) // Fizichna geografija ta geomorfologija, 2007, Vip. 53, pp. 13–26. (in Russian).
 28. Cordova C. E., Gerasimenko N. P., Lehman P. H., Kliukin A. A. Late Pleistocene and Holocene paleoenvironments of Crimea: Pollen, soils, geomorphology, and geoarchaeology // Geology and Geoarchaeology of the Black Sea Region: Beyond the Flood Hypothesis. Geological Society of America, 2011, Special Paper 473, pp. 133–164. (in English).

УДК 551.4.(477.75)

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЛОК БАССЕЙНА РЕКИ КАЧИ В ПРЕДЕЛАХ ВНУТРЕННЕЙ ГРЯДЫ КРЫМСКИХ ГОР

Блага Н. Н., Ибраимова А. Э., Овакимян В. В.

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: alie12345@mail.ru*

В статье рассмотрены вопросы морфогенеза балок бассейна реки Качи. Рассмотрены структурно-геологические, литологические и геоморфологические условия формирования флювиальных форм. Дана подробная морфологическая и морфометрическая характеристика семи балочных форм, выяснены особенности их возникновения и развития.

Ключевые слова: базис эрозии, балка, куэста, морфогенез, регрессивный рост, речная долина, эрозия.

ВВЕДЕНИЕ

Балки Крымского Предгорья являются важными элементами для понимания истории развития рельефа данной территории. Это обусловлено длительностью их формирования и тесной связью с морфогенезом речных долин. Балочные формы предгорной части рассматриваются в работе Лютца С. В. [1] «О происхождении куэстовых останцов». Автор приводит схему разделения куэсты на массивы и останцы путём регрессивного развития субсеквентных и ресеквентных долин. Весьма подробно затронуты вопросы геоморфологии балок в работах Клюкина А. А. и Душевского В. П. [2, 3], посвящённых нескольким отдельным объектам. Эти и другие сведения разрознены и недостаточны для сравнительного анализа, что определяет необходимость дальнейших исследований.

Объектом данной работы являются балки бассейна р. Качи в пределах Внутренней куэсты, а целью – выяснение их морфогенетических особенностей. Наши исследования охватывали семь эрозионных форм, образовавшихся в разных геолого-геоморфологических условиях и обладающих неодинаковой динамикой развития. Были составлены детальные продольные и поперечные профили всех отрезков долин.

В бассейне р. Кача Внутренняя гряда представлена двумя куэстами, существенно отличающимися по условиям рельефообразования (рис. 1). Структурный склон палеоэоценовой куэсты сложен прочными перекристаллизованными известняками, эоценовой – более податливыми нуммулитовыми известняками. Это один из факторов более активного развития флювиальных форм в породах эоцена.

Важными показателями являются уклон поверхности и площадь водосбора. Крутизна структурных склонов куэст составляет 8–10°, с более высокими значениями в палеоэоценовой части. В любом случае наклоны достаточны для заложения ресеквентных балок по направлению падения слоев горных пород. По направлению простираения слоев в сторону речных долин, соответственно, уклон минимальный. Соотношение площадей водосбора изменялось по мере отступления

фронта эоценовой куэсты и препарировки структурного склона палеоценовой куэсты.

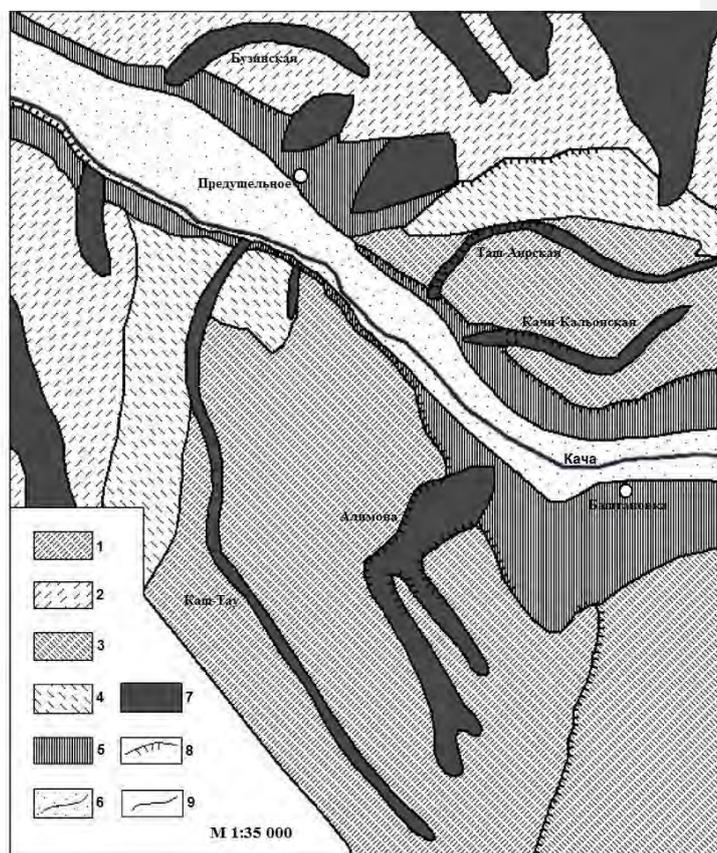


Рис. 1. Положение балок бассейна р. Качи в геоморфологических структурах Внутренней куэсты: 1 – структурный бронированный склон палеоценовой куэсты; 2 – структурный бронированный склон эоценовой куэсты; 3 – аструктурный склон палеоценовой куэсты; 4 – аструктурный склон эоценовой куэсты и его останцы; 5 – склоны долины р. Кача, 6 – днище и русло долины р. Качи; 7 – балки и другие формы, созданные временными водотоками; 8 – обрывы; 9 – границы форм рельефа.

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЛОК БАССЕЙНА РЕКИ КАЧИ В ПРЕДЕЛАХ ВНУТРЕННЕЙ ГРЯДЫ КРЫМСКИХ ГОР

Эоценовая куэста служит своеобразным барьером для области стока вод с палеоценовой куэсты, и они вынужденно отклоняются в сторону речных долин. Тем самым происходит перехват дополнительной части стока с сопредельных участков структурной поверхности. Однако при этом падают уклоны и замедляется скорость течения, что является более важным фактором в морфогенезе балок.

На склонах долины р. Качи условия формирования балочных систем существенно различаются. В юго-западной части долина более глубокая. Склоны выработаны в верхней части в прочных палеоценовых известняках, в нижней – в податливых верхнемеловых мергелях. В северо-западной части долина менее глубокая. Склоны сложены в нижней части постепенно выклинивающимися палеоценовыми известняками, в верхней – палеоценовыми мергелями и породами эоцена. Высокая крутизна склонов в первом случае (при отсутствии коллювиальных шлейфов) способствует развитию сети промоин и оврагов в мергелях. Склоны в известняках развиваются за счет отседания, обвалов, камнепадов и осыпей. Водосбор в мергелях сравнительно небольшой, а примыкающие к ним обрывы обеспечивают весьма слабый дополнительный сток. Кроме того, отчетливо выраженная бровка в известняках затрудняет перехват стока со стороны структурного склона в долину. Тем самым на подобных участках нет условий для перерастания мелких эрозионных форм в балки.

В северо-западной части Качинской долины морфология склонов качественно иная. Обрывы здесь имеют подчиненное значение, поскольку эоценовая толща в целом податливая. Бронирующие нуммулитовые известняки обрывисты только в нижней части и не на всем протяжении. В средней и верхней части они образуют склоны меньшей крутизны. Данные склоны развиваются не гравитационными процессами, а делювиальным смывом, что приводит к значительному изменению преобладающих уклонов структурного склона в сторону речной долины и соответствующему перераспределению стока. Очевидно, что данные склоны, в отличие от палеоценовых, обладают существенной водосборной площадью и формируют линейный сток. При этом уклоны поверхности достаточны для того, чтобы временные водотоки достигали размывающих скоростей. В Предгорном Крыму существует множество примеров, когда такие потоки, стекая по эоценовым породам и увеличивая живую силу, прорезают прочные палеоценовые известняки.

Рассмотрим морфологические особенности балок. Флювиальные формы палеоценовой части Внутренней гряды имеют в большинстве характерные для куэстовых районов субсеквентные и ресеквентные отрезки и коленообразный или дугообразный изгиб (балки Алимova, Таш-Аир, Каш-Тау). Явным исключением является Качи-Кальонская балка, имеющая диагональное заложение на структурном склоне. Кроме того, ее верхний отрезок, так же как и Таш-Аирской балки, изогнут в противоположном от реки направлении.

В Качинскую долину эрозионные формы открываются ортогонально, и лишь Качи-Кальонская балка образует с ней острый угол. Балки палеоценовой куэсты на всем протяжении заложены в известняках, а в низовьях врезаны и в верхнемеловые мергели. В бассейне р. Качи данной схеме не соответствуют балки Каш-Тау и Висячая. Первая выработана большей частью в известняках, а в приустьевой части

пересекает залегающие выше по разрезу верхнепалеоценовые мергели. У балки Висячей, наоборот, в мергелях заложено верховье.

Балки эоценовой куэсты имеют в плане дугообразный изгиб. При этом балка Бузинская открывается в долину Качи ортогонально, а Казан-Асмас – диагонально. В других районах Внутренней гряды рассматриваемые формы соединяются с речными долинами также под разным углом.

Длина эрозионных форм отличается более чем в 2 раза. Протяженность балок Качи-Кальонская, Казан-Асмас и Висячая составляет меньше 1 км, Бузинской и Таш-Аирской – 1,5–1,8 км, Алимовой и Каш-Тау соответственно 2,1 и 2,8 км.

Продольные профили балок существенно различаются по преобладающим уклонам и их распределению (Рис 2.). Крутизна тальвега в балках Бузинская и Каш-Тау постепенно снижается от верховья к устью, и продольный профиль, соответственно, является полого вогнутым. У Качи-Кальонской балки, наоборот, профиль полого выпуклый со слабыми уклонами ($4-5^{\circ}$) почти на всем протяжении и резким перегибом (до $18-19^{\circ}$) в низовье. Балки Алимова, Таш-Аирская, Казан-Асмас и Висячая характеризуются выпукло-вогнутой формой продольного профиля и несколькими его перегибами.

При наклонах тальвега около 6° в днищах эрозионных форм образуются неглубокие донные промоины. При его увеличении до $7-8^{\circ}$ развивается глубокая промоина, переходящая местами в овраг. На таких участках происходит активное врезание.

Поперечный профиль балок в палеоцене преимущественно V-образно-ящикообразный, в эоцене – U-образный. В тех случаях, когда устьевые части эрозионных форм полностью прорезают палеоценовые известняки и достигают верхнемеловых мергелей, верхняя часть их склонов обрывистая, а нижняя имеет крутизну менее 35° . Днище обычно узкое, его ширина не превышает нескольких метров. Поперечный профиль таких балок сочетает ящикообразный и треугольный типы (Алимова, Таш-Аирская, Качи-Кальонская). Устье балок в нуммулитовых известняках переходное от U-образного к V-образному (Бузинская, Казан-Асмас).

В средней части обрывистые склоны балок первого типа становятся значительно более пологими ($25-32^{\circ}$) и приобретают типичный V-образный профиль. Ширина днища не превышает 2–3 м, а отчетливая бровка отделяет эрозионную форму от структурного склона куэсты. Ближе к верховью поперечный профиль пологий V-образный с крутизной склонов менее $18-25^{\circ}$ и плавными очертаниями в рельефе. Большинство балок начинается сравнительно глубоким врезом, и только в некоторых (Качи-Кальонская, Таш-Аирская) выражены верхние водосборные звенья в виде ложбин и лощин.

Наиболее крупными эрозионными формами являются балки Алимова и Таш-Аирская, глубина которых в низовье достигает, соответственно, 120–130 и 60–70 метров. Врез остальных флювиальных форм колеблется от 5–20 метров (Висячая и Каш-Тау) до 40–50 метров (Бузинская, Качи-Кальонская и Казан-Асмас). В средней части глубина балок обычно не превышает 20–25 метров, в верхней – 5–10 м. Размеры балок эоценовой куэсты от верховья к устью постепенно возрастают, а

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЛОК БАССЕЙНА РЕКИ КАЧИ В
ПРЕДЕЛАХ ВНУТРЕННЕЙ ГРЯДЫ КРЫМСКИХ ГОР

палеоэоценовой – резко увеличиваются на нижнем участке (Алимова, Таш-Аирская), постепенно возрастают (Качи-Кальонская, Висячая) или существенно не меняются (Каш-Тау).

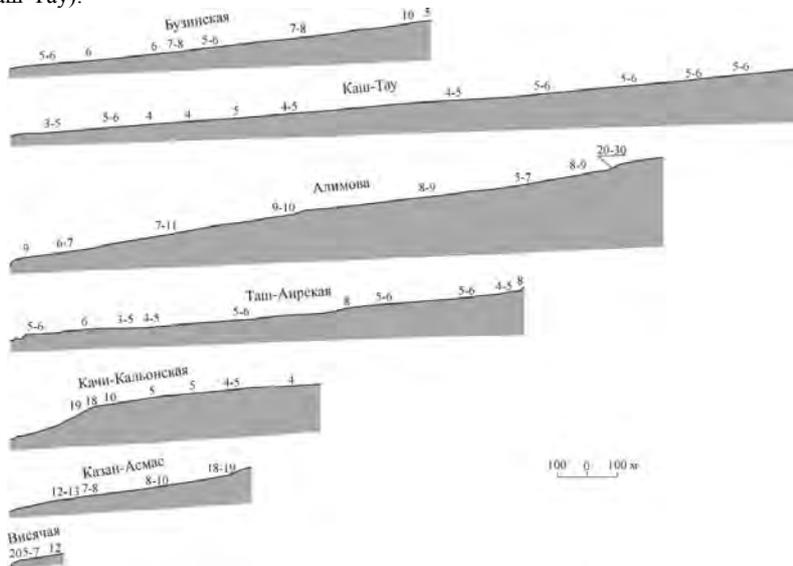


Рис. 2. Продольные профили балок бассейна реки Качи. Цифрами указан уклон продольного профиля в градусах.

Степень симметричности рассматриваемых флювиальных форм зависит, прежде всего, от направления их вреза в моноклинально залегающие слои горных пород. В тех случаях, когда направление балок совпадает или близкое к направлению падения слоев, формы, как правило, симметричные. При значительном отклонении от данного направления или же пересечении слоев по простиранию возникает асимметрия поперечного профиля.

Балки, которые врезаны в структурный склон эоценовой куэсты и открываются в Качинскую долину, первоначально были заложены на речных склонах (Рис. 3). Учитывая направление преобладающих уклонов структурных поверхностей и отсутствие барьерного эффекта, дугообразный изгиб эрозионных форм не мог возникнуть эпигенетически. Морфология балок указывает на их регрессивный рост в пределы бронированного склона куэсты. Из-за его наклона на северо-запад в верховье возникает асимметрия водосборного стока. Большая его часть поступает со стороны нагорного склона, то есть с юго-востока, и в этом направлении осуществляется рост флювиальной формы. Её приспособление к линии стока и

соответствующее изменение направления происходит постепенно, в связи с чем возникает дугообразный изгиб.

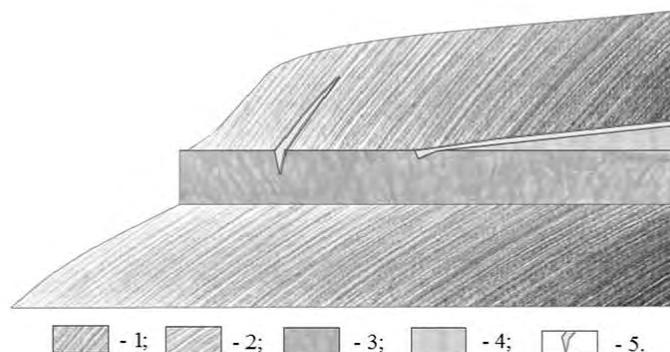


Рис. 3. Геолого-геоморфологические различия в условиях формирования балок бассейна реки Качи: 1 – аструктурный склон эоценовой куэсты; 2 – склон речной долины в верхнемеловых породах; 3 – палеоценовые известняковые обрывы на склоне речной долины; 4 – структурный склон палеоценовой куэсты; 5 – балки.

К настоящему времени фронт куэсты отступил на северо-запад, где слои палеоценовых пород постепенно погружаются, а балки полностью выработаны в эоцен-верхнепалеоценовой толще. Когда фронт куэсты находился южнее, эрозионные формы развивались на более высоких склонах Качинской долины, сложенных в верхней части эоценовыми отложениями, а в нижней – палеоценовыми. Формировавшиеся в эоценовых породах временные водные потоки обладали необходимой живой силой для разрезания палеоценовых известняковых обрывов.

Наглядной демонстрацией разрушительной способности таких потоков служит балка Висячая. Её верховье заложено на склоне небольшого примыкающего к обрывам останцового массива мергелей на относительной высоте около 30 м. При длине всего 180 м и небольшой площади водосбора, но уклонах тальвега 7–12° молодая эрозионная форма прорезала прочные известняки в устье на глубину 10–15 м (Рис. 4).

Ещё одним примером является Таш-Аирская балка. Примыкание к ней в настоящее время аструктурного склона эоценовой куэсты привело к сравнительно глубокому разрезанию стекающими с него временными потоками правого обрывистого борта балки сразу на нескольких участках. В подобных случаях водотоки разрабатывают прямоугольный перегиб склона, где верхняя прирвовочная часть является местным базисом эрозии. Углубляясь в известняковые уступы,

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЛОК БАССЕЙНА РЕКИ КАЧИ В
ПРЕДЕЛАХ ВНУТРЕННЕЙ ГРЯДЫ КРЫМСКИХ ГОР

флювиальные формы понижают данный базис и всё больше увеличивают наклон продольного профиля, что определяет всё возрастающие темпы эрозии.

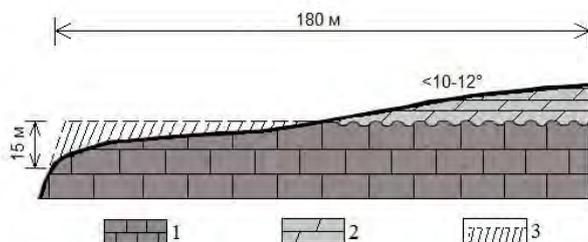


Рис. 4. Продольный геолого-геоморфологический профиль балки Висячая: 1 – палеоценовые известняки; 2 – палеоценовые мергели; 3 – первоначальное положение известнякового слоя.

Именно в этих условиях при явном преобладании донной эрозии на высоких и крутых склонах долины возникают глубокие «ущелевидные» низовья балок. На данном этапе балки не только быстро врезаются, но и активно растут в пределы структурного склона, образуя перегиб продольного профиля. Их регрессивные верховья представляют собой широкие, сравнительно глубокие и крутонаклонные водосборные понижения, а характерные для балочных форм ложбинное и лощинное звенья отсутствуют.

Образуя дугообразный изгиб, эрозионные формы растут параллельно речной долине в сторону фронта эоценовой куэсты. В случае полного прорезания куэсты верховье балки перехватывает сток с продольного междукуэстового понижения и создаёт на определённом этапе условия для формирования или углубления долинного вреза в его пределах.

Вероятно, с перехватом и унаследованностью верхнего звена Таш-Аирской балки связан его соответствующий нетипичный изгиб и положение регрессирующего участка не в верховье, а ниже по долине. При денудации эоценовой куэсты и её отступании от эрозионной формы постепенно остаётся только та часть, которая врезана в палеоценовую куэсту. В балке Каш-Тау небольшой остаточный массив мергелей ещё сохранился в приустьевой части.

Те балки, которые непосредственно зарождаются в пределах палеоценовой куэсты при барьерной роли эоценовой гряды, являются субсеквентными или субсеквентно-ресекувентными системами (Рис. 3). При переходе от куэсты к обрывам речной долины они пересекают резкий прямоугольный перегиб склона, что создаёт в верхней приобвочной части высоко приподнятый местный базис эрозии. В сочетании с незначительными уклонами продольных долин данный фактор препятствует активному врезанию временных водотоков. Это, в свою очередь, затрудняет рост ресеквентных участков, для которых продольное понижение является местным базисом эрозии.

Вблизи рек, в соответствии с поворотом куэсты, субсеквентные балки отклоняются и открываются в долину под острым углом. Это создаёт хотя и небольшие, но достаточные для врезания водотоков уклоны. Наблюдения в других речных бассейнах юго-западного предгорья показали, что устьевые участки молодых флювиальных форм развиваются преимущественно эпигенетическим врезанием, а не регрессивной эрозией крутых склонов речной долины.

Тем не менее в подобных условиях данный процесс, как и рост всей балки, происходит сравнительно медленно. В слабо выработанном продольном профиле длительное время сохраняется характерный перегиб. По форме продольного профиля, размерам, ложбинно-лощинному нерегрессивному верховью, форме в плане и другим показателям, указанным морфогенетическим признакам в исследуемом районе обладает Качи-Кальонская балка.

ВЫВОДЫ

По особенностям морфогенеза на исследуемом участке бассейна Качи следует прежде всего разделить балки палеоценовой и эоценовой куэст. Балки палеоценовой гряды также развиваются в разных геолого-геоморфологических условиях:

1. На структурном склоне палеоценовой куэсты при барьерной роли эоценовой куэсты (субсеквентные, субсеквентно-ресекувентные). Их особенностью является сравнительно медленное врезание из-за высоких местных базисов эрозии и малых уклонов продольного профиля.

2. На склонах эоценовой куэсты, примыкающих к палеоценовым известняковым обрывам речной долины. Активное врезание в известняковые обрывы на начальных этапах морфогенеза создаёт высокий градиент уклонов по всему продольному профилю, что определяет высокие темпы эрозии.

Проведённое исследование затрагивает такие вопросы эрозийного расчленения Внутренней куэсты, как отделение от неё останцов или полуостанцов (Мангуп-Кале, Тепе-Кермен и др.). Однако для окончательных выводов необходимы исследования в других районах предгорья.

Список литературы

1. Лютцау С. В. Причины отделения останцов от куэст и механизм этого явления // Известия АН СССР, Сер. геогр. 1962. № 4. С. 64–69.
2. Ключкин А. А., Колосов Ю. Г. Палеогеография мустьерского місцезнаходження Червона балка в Крыму // Археологія. 1978. Вып. 25. 1978. С. 3–12.
3. Душевский В. П. Сейсмогравитационные деформации Предгорного Крыма // Археологические исследования в Крыму – 1993. Симферополь: Таврия, 1994. С. 90–97.
4. Белый А. В., Душевский В. П. Древний источник водоснабжения в районе Кыз-Кермена // Бахчисарайский историко-археологический сборник. 1997. Вып. 1. С. 367–379.

**MORPHOGENETIC FEATURES OF GULLIES OF THE KACHA'S
BASIN WITHIN THE INNER RIDGE OF THE CRIMEAN MOUNTAINS**

Blaga N. N., Ibraimova A. E., Ovakimyan V.V.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: alie12345@mail.ru*

The article touches upon the questions of gully's morphogenesis in the river Kacha basin. The structural-geological, lithological and geomorphological conditions of formation of fluvial forms are considered. The detailed morphological and morphometric characteristics of the seven gully forms are given, the peculiarities of their origin and development are figured out.

According to the features of morphogenesis in the survey area of the river Kacha basin gullies of Paleocene and Eocene cuestas can be considered. Gullies of Paleocene ridges also developed in different geological and geomorphological conditions.

1. On the structural slope of the Paleocene Cuesta with the barrier role of Eocene cuesta (subsequent, subsequent-resequent). In the transition from Cuesta to the cliffs of the river valley, they cross a sharp rectangular bend of the slope, which creates highly elevated local basis of erosion in the upper part of the slope. Combined with the slight slope of the longitudinal valleys, this factor prevents active cutting by temporary streams. This, in turn, hampers the growth of resequent areas where the longitudinal depression is a local base level of erosion.

2. On the slopes of the Eocene cuesta adjacent to the Paleocene limestone cliffs of the river valley. Active cutting in the limestone cliffs in the initial stages of morphogenesis creates a high gradient slope across the longitudinal profile, which determines the high rate of erosion. In these conditions, with clear predominance of the bottom erosion of high and steep slopes of the valley deep "gorge-like" lower reaches of gullies are formed. Gullies not only quickly cut in, but also rapidly grow within the structural slope, forming a bend in longitudinal profile. Forming an arcuate bend, the erosive forms grow parallel to the river valley to front of Eocene cuesta.

The study deals with such questions of erosion and dismemberment of the Internal cuesta as butte's or half-butte's separation from outcrops (Mangup-Kale, Tepe-Kermen, etc.). However, definitive conclusions require researching in other areas of the foothills.

Keywords: base level of erosion, gully, cuesta, morphogenesis, regressive growth, river valley erosion.

References

1. Ljutcau S. V. Prichiny otdelenija ostanovov ot kujest i mehanizm jetogo javlenija (The reasons for separation of the remains from cuestas and the mechanism of this phenomenon) // Izvestija AN SSSR. Ser. geogr., 1962, no 4, pp. 64–69. (in Russian).
2. Kljukin A. A., Kolosov Ju. G. Paleogeografijamust'ers'kogomisiecznahodjennjaChervonabalkavKrimu (Paleogeography of the Mousterian location Red Gully in the Crimea) // 1978, V. 25, pp.3–12.(in Ukrainian).

3. Dushevskij V. P. Seismogravitacionnye deformacii Predgornogo Kryma (Seismogravitational deformations in the foothill of Crimea) // *Arheologicheskie issledovaniya v Krymu –1993*. Simferopol: Tavrija (Publ.), 1994, pp.90–97. (in Russian).
4. Belyj A.V., Dushevskij V.P. Drevnij istochnik vodosnabjenija v rajone Kyz-Kermena (Ancient sources of water-supply of Kiz-Kermen) / *Bahchisarajskij istoriko-arheologicheskij sbornik*, 1997, V. 1, pp.367–379. (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.
География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 161–176.

УДК 551.144

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРСТОВОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ И АНТРОПОГЕННОЙ АКТИВИЗАЦИИ КАРСТА

Вахрушев Б. А., Вахрушев И. Б.

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

Рассматриваются проблемы моделирования карстового процесса для территорий интенсивного хозяйственного освоения. Выделяется две группы методов моделирования: мысленное, объединяющее теоретические построения, и материальное, где процессы и явления воспроизводятся на объектах, найденных в природе (натурное моделирование) или на специальных объектах, созданных в лабораторных условиях (лабораторное моделирование). Приводятся примеры различных видов моделей, которые могут использоваться для выяснения особенностей и прогнозирования антропогенной активизации карста.

Ключевые слова: карст, моделирование, антропогенная активизация карста, карстоопасность.

ВВЕДЕНИЕ

Карстовый процесс и обусловленные им явления обладают сложной пространственной, морфологической, временной и динамической структурой. Кроме того, карст в своем развитии включает механизмы парагенетических взаимодействий, инициируя гравитационные, суффозионно-просадочные, оползневые, эрозийные и другие негативные инженерно-геологические процессы. В связи с этим сложность изучения карста в естественных условиях, непредсказуемость его поведения (в т. ч. и парагенетически связанных с ним явлений) при антропогенном воздействии и необходимость при этом давать инженерно-геологический прогноз развития ситуации привели ко все более возрастающему использованию в карстоведении методов моделирования [1].

В данной работе приводится анализ основных методов моделирования в карстоведении, которые могут быть использованы при оценке карстоопасности и антропогенной активизации карста.

Проведенные исследования показывают, что большинство моделей карстового процесса воспроизводят одно-два условия развития карста. Имеются большие противоречия в результатах моделирования, связанные с моделями построенных на разных теоретических признаках, конструкциях, используемых эквивалентных материалах, поставленных граничных условиях и др. Такое положение вещей настоятельно требует создания единого методического центра по моделированию карстовых процессов и форм в инженерно-геологических, гидрогеологических целях, создание базы данных с последующими обобщениями и обработкой полученных результатов. Особенно эти проблемы актуальны для Республики Крым, где более 80 % территории занято карстующимися породами, подверженными интенсивному антропогенному воздействию.

Все методы моделирования, используемые в отечественном и зарубежном карстоведении, можно разделить на две большие группы: мысленную, объединяющую теоретические построения, и материальную, где процесс или явление воспроизводятся на объектах, найденных в природе (натурное моделирование) или на специальных моделях (лабораторное моделирование).

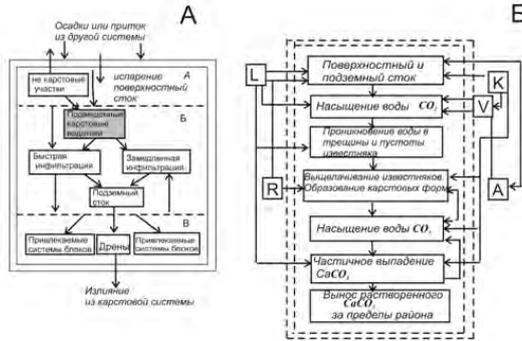
ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Мысленное моделирование. Логические модели. В логических моделях структура и взаимосвязи разных сторон процесса излагаются в качественной или полуквантитативной форме в виде гипотез, теоретических концепций или блок-схем. В карстологии до последнего времени преобладали модели-гипотезы и модели-теории, в которых развитие карстового процесса или формирование карстовых полостей и ослабленных раскарстованных зон моделировалось на основе представлений об одно- или многоцикловом развитии рельефа, о наличии в горном массиве единого уровня карстовых вод или изолированных водотоков и пр. Применительно к проблемам спелеогенеза этот вид моделирования детально рассмотрен в обзоре [2, 3]. Динамика развития карстовых провалов рассмотрена в мысленных моделях [4, 5].

В последние годы в России и за рубежом отмечается тенденция к построению блок-схем природных процессов. В зависимости от целей и задач исследований они имеют различную теоретическую основу, структуру и название: блок-схема, отражающая взаимоотношения между отдельными геодинамическими зонами [6] (Рис. 1.А); блок-схема карстового процесса, учитывающая влияние геологических, климато-ландшафтных условий и антропогенных воздействий [7] (Рис. 1.Б); «закономерная» модель карстового процесса, которая при изучении конкретного гидрогеологического или инженерно-геологического объекта должна объединяться с его «структурно-закономерной» моделью [8] (Рис. 2).

При изучении карстоопасности и антропогенной активизации карста логическое моделирование обычно предваряет все остальные виды моделирования, формируя концепцию о механизме явления, основных условиях и факторах прохождения процесса и влияния антропогенных факторов на карст.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРСТОВОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ И АНТРОПОГЕННОЙ АКТИВИЗАЦИИ КАРСТА



А) блок-схема карстовой системы, подсистемы: а – поверхность; б – инфильтрация; в – затопленного карста.

Б) блок-схема карстового процесса: R – сложившийся рельеф; L – состав пород; K – ландшафтно-климатические условия; V – растительность; A – хозяйственная деятельность человека.

Рис. 1. Блок-схема карстовой системы и карстового процесса.

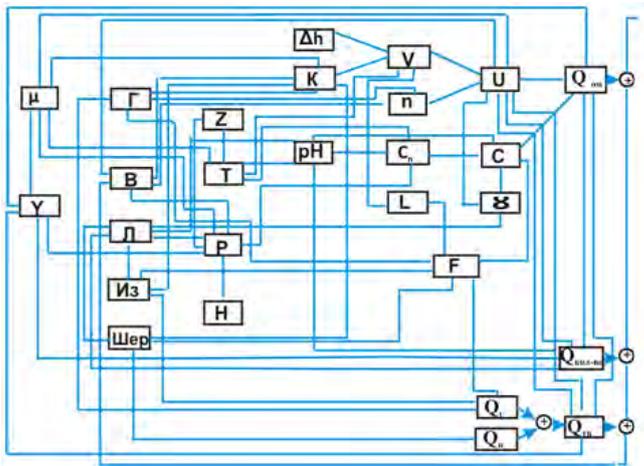


Рис. 2. Закономерная модель карстового процесса. М – вязкость воды; δ – плотность воды; Γ – густота трещиноватости; в – раскрытие трещин, Л – литология; Из – извилистость; Шер – шероховатость; z – глубина от поверхности земли; t – температура; P – давление; Н – напор; Δh – градиент напора; К –

коэффициент фильтрации; Π – пористость; C_n – равновесная концентрация; L – длина линии тока; F – поверхность растворения; u – скорость течения подземных вод; C – текущая концентрация; γ – коэффициент массоотдачи; Q_n – расход твердых частиц в виде нерастворимого остатка; $Q_{ион}$ – ионный расход; $Q_{колл}$ – коллоидный расход; Q_g – расход твердых частиц в виде гальки растворимой породы; $Q_{тв}$ – расход твердых частиц.

Знаковые модели. В знаковых моделях связи между геологическими образованиями и их свойствами выражаются в графической форме, причем на модели сохраняются взаимоотношения натуральных прототипов. В карстологии к знаковым моделям относятся карстологические карты, карты карстоопасности и антропогенной активизации, разрезы, планы и профили карстовых полостей, а к объемным – блок-диаграммы и макеты (Рис. 3). Знаковым моделям присуща изоморфность (геометрическое подобие) и избирательная подобность. В литературе имеются достаточно четкие рекомендации по построению карстологических знаковых моделей. Вместе с тем ряд вопросов (масштабные и внemasштабные условные знаки, содержание серии карстологических карт, нагрузка карстолого-геоморфологических карт и пр.) нуждается в дальнейшей разработке [9].

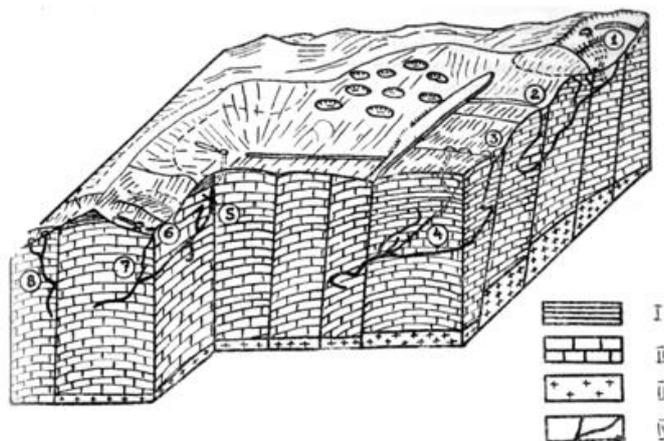


Рис. 3. Блок-диаграмма карстового массива Алек. I – некарстующиеся отложения палеогена; II – верхнеюрские известняки; III – среднеюрские порфириды; IV – карстовые полости: 1 – пещера Географическая; 2 – пещера Девичья; 3 – пещера Величественная; 4 – пещерная система Назаровская-

Примусная-Осенняя; 5–7 – пещерная система Ручейная-Заблудших; 6 – пещера Школьная; 8 – пещера ТЕП.

Знаковые модели могут иллюстрировать отдельные положения, содержащиеся в логических моделях, но могут иметь и самостоятельное эвристическое или прогнозное значение (оценка условий строительства или эксплуатации инженерных сооружений, определение вероятных связей между поверхностными и подземными водотоками и пр.), особенно на урбанизированных территориях Крыма.

Математические модели. В инженерной карстологии известно довольно много попыток применения детермированных моделей, представленных уравнениями любого вида, кривыми, графиками [10, 11]. В качестве примера можно привести зависимости между площадью входного отверстия в колодцы и шахты нивально-коррозионного класса (S) и их глубиной (H). Для карстовых полостей Горного Крыма в диапазоне глубин 10–100 м она выражена уравнением $H=0,5S+7$ [10, 11].

В последние годы, в связи с накоплением материалов массовых замеров и стационарных наблюдений, получили развитие статистические (стохастические) модели. Они представляют собой уравнения парной и множественной корреляции, кривые нормального, логнормального, гамма, биномиального распределений, статистики (средние арифметические, коэффициенты вариации) и пр. В литературе известны многочисленные примеры разработки статистических моделей распределения коррозионных и провальных карстовых воронок по форме и размерам в различных по текстуре известняках, распределения карстовых полостей по глубине, объему, микроклиматическим условиям и пр. [12]. Наметилось и такое интересное направление инженерно-карстологической оценки закарстованности различных территорий, как сравнение статистических моделей математическими методами (H – критерий, λ – критерий и пр.) [10]. Особую ветвь математического моделирования представляют собой вероятностные и экспериментально-балльные модели карстоопасных территорий, используемые для оценки степени их устойчивости [13].

Математическое моделирование занимает промежуточное положение между мысленным и материальным моделированием. Статистические модели часто представляют собой статистико-вероятностное отражение той или иной логической модели или отдельных звеньев блок-схем. Детерминированные модели используются также при обработке материалов натурного и в особенности лабораторного моделирования. Их примеры будут приведены ниже.

Материальное (физическое) моделирование. Натурное моделирование. В инженерной карстологии различают модели-аналоги, модели полевого опыта, модели-производственные эксперименты [14, 15].

Модели-аналоги – это природные комплексы, детальное изучение которых дает все необходимые данные для переноса (распространения) полученной информации на другие подобные объекты. В карстологии это – спелеологические стационары. Самый информативный случай – когда пещера располагается на выходе карстовой водоносной системы, и комплексные

наблюдения в ней сочетаются со стандартными гидрогеологическими наблюдениями. Это самый перспективный путь натурного моделирования, которым широко пользуются за рубежом [16]. В России подобных стационаров пока нет, хотя в качестве моделей-аналогов могут быть использованы пещеры Красная (Крым), Воронцовская (Зап. Кавказ), Кунгурская, Б. Курманаевская (Урал) и пр. Преимущество моделей-аналогов – масштабный коэффициент, близкий к единице, значительная (часто измеряемая в шкале геологического времени) длительность прохождения тех или иных процессов; недостаток – плохая управляемость, невозможность активного воздействия на ход и условия процесса.

Модели полевого опыта. При их реализации природный объект используется в качестве полигона для эксперимента. Этот путь весьма широко реализуется и в России, и за рубежом, часто в виде модели «черного ящика». К таким моделям относятся опыты с запуском всевозможных индикаторов (красители, изотопы, растворенные и взвешенные вещества и пр.), фильтрационные эксперименты (откачки, наливов, наблюдения в пещерах над инфильтрационной и конденсационной каплей и пр.), а также трассирования подземных вод в Крыму на массивах развития природного карста (Рис. 1) и участках урбанизированных территорий с антропогенной активизацией карстовых процессов (г. Симферополь). В 80-е годы прошлого столетия модель полевого опыта изучалась на обвальном-подпрудном озере Амткеле (Зап. Кавказ), она представляет собой полевою модель высотной гидротехнической плотины и водохранилища на горно-карстовых территориях [15].

Иногда полевые опыты по изучению фильтрации, конденсации, химического состава и агрессивности карстовых вод проводятся при воднобалансовых исследованиях [10, 17]. Интересные полевые опыты продолжительностью 5 лет были проведены [18] на береговых обнажениях Камского водохранилища. По наблюдениям за модельными глыбами скорость растворения здесь достигает 0,5-1,0 кг/м²сут. С 1978 г. международный полевой эксперимент проводится Комиссией карстовой денудации Международного спелеологического союза. Опыт в Крыму продолжается и ныне. Стандартные известняковые пластинки, выпиленные из керна, закладываются в почвенный слой на различную глубину. Их взвешивание производится через год. В России этот эксперимент также проводится на Кавказе и Саянах.

Модель – производственный эксперимент часто реализуется при сооружении ГЭС [19], строительстве гидроэнергетических и транспортных тоннелей, строительстве и эксплуатации дорог и карьеров. Получаемые при этом данные о растворимости карстующихся пород, их устойчивости к провалам, способности воспринимать статические, динамические нагрузки и вибрацию, устойчивости к размыву заполнителя трещин представляют огромный теоретический интерес.

Лабораторное моделирование. Лабораторное моделирование с одинаковой субстанционной основой. Большинство моделей воспроизводит ход процесса карстования или антропогенной активизации карста. В России одна из первых

установок такого рода описана в работе [20]. Проводились эксперименты с порошком известняка. Проводился эксперимент в двух модификациях – с доломитовой мукой в обычной фильтрационной установке и с пластинками известняка [21].

Цикл интересных лабораторных экспериментов с шлифованными пластинками различной по структуре и химическому составу известняков описан в работах [3, 22]. Площадь поверхности искусственных трещин составляла $3 \times 5 \text{ см}^2$, раскрытие – 0,1–0,2 мм, скорость движения воды – 0,02–1,00 см/с, градиент напора – 0,2–0,8, температура воды – 20°C , продолжительность опыта – 83 дня. Ежедневно фиксировались температура и содержание O_2 в воздухе и воде, pH подаваемой воды и фильтра, давление воздуха и градиент напора, объем фильтрата, содержание в фильтрате Ca и Mg. Установлено, что с увеличением скорости движения воды (V, см/с) содержание CaCO_3 в растворе (A, мг/л) уменьшается ($A = 5,9V^{-0,31}$). Однако увеличение скорости движения (а следовательно, и объема фильтрата) влечет за собой увеличение коррозионного раскрытия трещин (M, мг/см²·с). Для группы экспериментов между V и M существует четкая связь, выражающаяся уравнением

$$M = 2 \cdot 10^{-7} + 1,4 \cdot 10^{-5} V^{1,4} \quad (1).$$

В работе установлен интересный факт закупорки узких трещин коллоидными частицами и продуктами жизнедеятельности бактерий. Необходимо отметить, что полученные результаты характеризуют скорость растворения стенок трещин. Сравнивать результаты этих экспериментов с данными о скорости химической денудации карстовых массивов некорректно [12].

P. Curl [23] провел модельное изучение процесса расширения трещинных полостей в известняках под влиянием конвекции. Несколько позже «чистая» коррозионная модель была применена для изучения закономерностей развития карстовых шахт [24].

A. Howard и B. Howard [25] изучали процесс коррозионного расширения трещины на двух плитах известняка. Через трещину пропускалась под напором дистиллированная вода, насыщенная при парциальном давлении CO_2 , равном атмосферному

$$pp'm/x = 0,0508Qy^{-0,4} \quad (2),$$

$$ppm = 8,2(1 - e^{-4,04 \cdot 10^{-2}x}) \quad (3),$$

где: ppm – содержание ионов Ca в воде, мг; x – расстояние по длине потока, см; Qy^- расход на единицу ширины трещины, см²/с.

Minganti C. и др. [26] провели интересный опыт по моделированию коррозионной активности ламинарных потоков. Цилиндрический образец известняка помещался в сосуд с водой, установленный на центрифуге. При изменении скорости ее вращения от 8 до 28 рад/с менялась площадь смоченной

поверхности образца и количество CaCO_3 , перешедшее в раствор. Этот эксперимент имеет больше методическое значение.

Разработана оригинальная «лабораторная модель карстового процесса». Она принципиально отличается от всех известных моделей тем, что «карстующаяся поверхность» получается напылением известняковой крошки определенного гранулометрического и химического состава на клеевую основу, в свою очередь нанесенную на металлическую основу. Модель предусматривает значительную длину путей фильтрации (5–8 км для инфильтрационного, 3–5 км для инфлюационного потока), контролируемый газовый состав воздуха внутри модели, поддержание исходной минерализации воды на заданном уровне, соответствующем минерализации дождевых или талых снеговых вод, контролируемые скорости движения воды, возможность моделирования слияния двух потоков в вадозной и фреатической зонах и пр.

Известны модельные эксперименты с карбонатными породами, воспроизводящие форму возникающих пустот. I. Watts и I. Trudgill [27] изучали форму желобков выщелачивания, возникающих при стекании раствора по плиткам известняка 13x22 см с разным уклоном. В качестве растворителя использовалась 1 % HCl. Установлено, что при углах до 15° преобладает плоскостной, а более 15° – струйчатый сток.

Лабораторное моделирование с неодинаковой субстанционной основой. Чаще всего применяется для моделирования поверхностных и подземных форм, возникающих вследствие карстовых деформаций, растворения, действия сконцентрированных потоков. Известно более 1000 экспериментов на модели с диаметром основания 800 мм и высотой засыпки песка 600–700 мм [28, 29, 12]. При разных гидродинамических давлениях и скоростях потока получено несколько форм устойчивых полостей: каплевидная, спиралеобразная, грибовидная, столбообразная, смерчевидная, лепестковая, сложная. Полагают, что по аналогии эти данные можно использовать для выяснения закономерностей формирования карстовых полостей. Однако эти выводы недостаточно корректные, так как нельзя заменять растворимые скальные и полускальные породы, в которых формируются карстовые полости, рыхлыми нерастворимыми породами.

При моделировании карстовых провалов в условиях покрытого карста используются плоские стенды, фильтрационные приборы [30].

Проводились опыты с песками различного гранулометрического состава в ящиках, дно которых состояло из щитков с различной величиной отверстий, имитирующих карстовые пустоты [5].

Воспроизводилась на модели динамика обрушения и оседания песчаной толщи мощностью в натуре 50 м над полостью с поперечным сечением 50 м^3 [31].

Коррозионные процессы, обвалы сводов карстовых пустот и формирование карстовых брекчий успешно моделируются в специальных фильтрационных приборах [32, 26].

Kent и Ross A. [33] и Ewers R. [1, 34] поставили ряд тонких экспериментов на пластинках прессованного гипса и соли, уложенных в фильтрационный прибор.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРСТОВОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО
ОСВОЕНИЯ И АНТРОПОГЕННОЙ АКТИВИЗАЦИИ КАРСТА

Напор создавался через точечный ввод. Серия последовательных фотоснимков воспроизводит рост карстовых каналов, происходящий нормально по отношению к линиям равных наповов. Под влиянием случайно возникающего в зоне местной анизотропии образца главного канала происходит искривление гидроизогипс. В конце опыта весь сток сосредоточивается в главном канале, а вторичные каналы постепенно отмирают (Рис. 4).

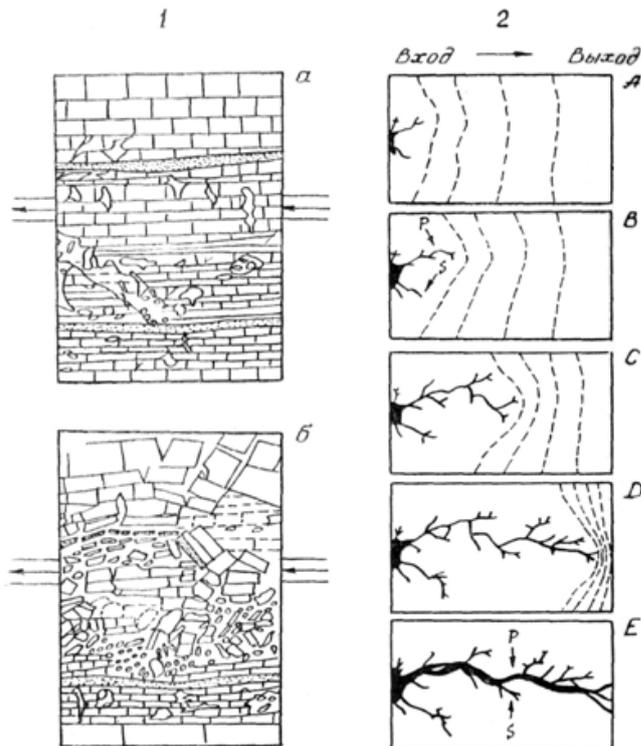


Рис. 4. Лабораторные модели в карстологии. 1 – образование пещеры (1а) и формирование карстовой брекчии (1б) после разрушения пещеры; 2 – развитие главного (Р) и вторичного (S) карстовых каналов. Пунктиром показаны гидроизопьезы.

Watson R. [35] и Лехов А. В. [8] рассмотрели ограничения, возникающие при экспериментальном моделировании химических реакций. Основное из них – это невозможность изменения масштаба времени. Использование для этих целей концентрированных кислот, центрифуг и других приемов порождает новые проблемы (определение степени эквивалентности и масштаба подобия). Поэтому для

моделирования карстовых процессов часто используются гидравлические установки и электро-аналоговые устройства. Удачную гидравлическую модель из серии сообщающихся трубок создал Кауе G [32]. По его данным скорость растворения их стенок пропорциональна скорости потока. Это определяет «выделение» нескольких более крупных трубок, из которых и развиваются за счет всех остальных главные каналы пещер. Интересные идеи о применении в карстологии гидравлических установок и гидроинтеграторов содержатся в работах [36, 37].

Электрические аналоговые установки и компьютерные программы широко используются для моделирования гидрогеологических условий трещинно-карстовых массивов [38, 39] (Рис. 5). Для решения задач карстологии эти методы пока применяются редко, хотя дают очень интересные результаты.

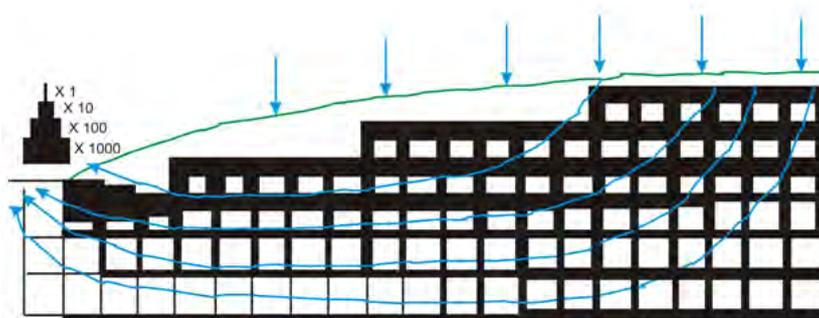


Рис 5. Диаграмма, показывающая относительное растворение известняков при движении от области питания к области разгрузки.

Ewers R. [40] провел электромоделирование для граничных условий точечной и линейной разгрузки при разных расстояниях между областями питания и разгрузки и разной «плотности» точечных пунктов питания. Лехов А. В. [8] провел теоретическое исследование карстового массива в единичной трещине. Он показал, что аналитическое решение системы уравнений баланса масс пока возможно только для двух режимов растворения – чисто диффузного и кинетического, при постоянстве расхода напоров при входе и выходе трещин. Последнее условие способствует более быстрому и равномерному по длине коррозионному раскрытию трещин.

Анализ литературы по проблеме моделирования свидетельствует о необходимости продолжения исследований в этом направлении. Большинство моделей, используемых в карстологии, воспроизводит одно-два из четырех основных условий развития карста. В этом отношении часто крайние позиции занимают сторонники математического моделирования, отрицающие

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРСТОВОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ И АНТРОПОГЕННОЙ АКТИВИЗАЦИИ КАРСТА

необходимость развития других его направлений. При постановке работ по моделированию и оценке их результатов, особенно на закарстованных антропогенно активизированных территориях, следует учитывать порядок величины исследуемого объекта и степень его проницаемости [41] (Рис. 6). При изучении карстовых процессов и возникающих при этом форм в лаборатории исследователь сталкивается в основном с влиянием пористости и микротрещиноватости объекта; при экспериментах на натуральных объектах следует учитывать влияние макротрещиноватости и целых карстовых водоносных систем.

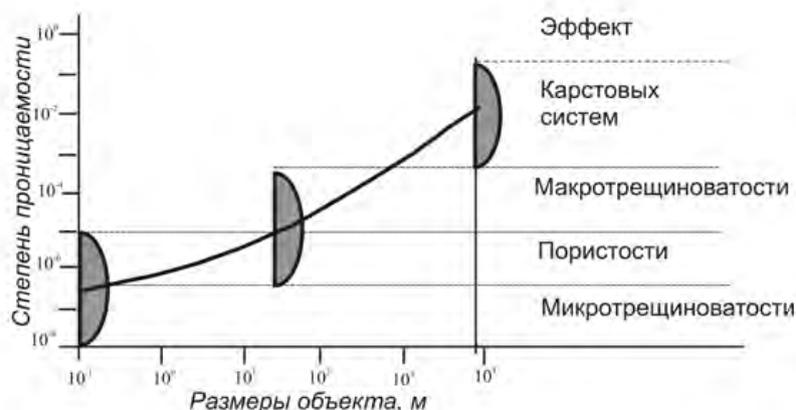


Рис. 6. Влияние различных эффектов на прохождение карстовых процессов в зависимости от размеров и проницаемости изучаемых объектов.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в зависимости от масштаба модели изучаются отдельные звенья блок-схемы карстового процесса, взаимосвязанная группа этих звеньев или весь процесс в целом, но без очень важных для понимания его хода деталей. В этом – основная причина противоречивости результатов модельных экспериментов в карстологии. Противоречивость результатов, полученных на различных по теоретическим признакам, конструкции, используемым материалам и поставленным граничным условиям моделях, настоятельно требует создания единого методического центра по моделированию карстовых процессов и форм в инженерно-геологических и гидрогеологических целях, обобщению и обработке полученных материалов, особенно для крупных урбанизированных территорий с антропогенной активизацией карста. В зависимости от целей и задач исследований следует применять в различных сочетаниях все существующие методы мысленного и материального моделирования, не отдавая предпочтения любому из них как

наиболее совершенному.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Совета Министров Республики Крым в рамках научного проекта № 16–45–910583, код р_а.

Список литературы

1. Klimchouk A. B., Ford D. C., Palmer A. N., Dreybrodt W. Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. Huntsville: National Speleological Society, Inc., 2000. 527 p.
2. Дублянский В. Н. Проблема спелеогенеза // Вопросы общего и регионального карстоведения. М.: МГУ, 1977. С. 23–28.
3. Абашидзе Е. М. Методика изучения выщелачивания карбонатных пород в районе Шаорского водохранилища // Методика изучения карста. 1963. Вып. 2. С. 12–16.
4. Короткевич Г. В. Некоторые генетические особенности карстовых форм областей закрытого карста // Тезисы докладов на совещании по изучению карста. 1956. Вып. 10. С. 28–29.
5. Лукин В. С. Провальные явления на Урале и в Предуралье // Труды Института геологии. 1964. Вып. 69. С. 34–37.
6. Margin A. Les systemes karstoques et leur methologie investigation // Annales scientifiques de l'Universite de Besancon. 1976. V. 25. pp. 121–129.
7. Дедков А. П., Можерин В. И., Ступишин А. В., Трофимов А. М. Климатическая геоморфология денудационных равнин. Казань: Издательство Казанского университета, 1977. 185 с.
8. Лехов А. В., Шмагин Б. А. Системный подход к изучению формирования проницаемости карбонатных пород // Материалы III научной конференции аспирантов и молодых ученых Геологического факультета МГУ. Гидрогеология. М.: ВИНТИ, 1976. С. 11–15.
9. Палиенко В. П., Борщевский М. Е., Вахрушев Б. А. и др. Морфоструктурно-неотектонический анализ территории Украины. Киев: Наукова думка, 2013. 263 с.
10. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. М. – Л.: Наука, 1977. 183 с.
11. Дублянский В. Н., Вахрушев Б. А., Цындук А. Г., Шипунова В. А. Проблема моделирования в карстологии // Моделирование геосистем для рационального природопользования. Кишинев: Штиинца, 1988. С. 16–18.
12. Моделирование формирования суффозионных и карстовых полостей // Тезисы докладов научно-технического семинара. Пермь: Издательство Пермского университета, 1979. 110 с.
13. Карст Средней Азии и горных стран // Тезисы докладов всесоюзного совещания. Ташкент: Узбекгидрогеология, 1979. 189 с.
14. Розовский Л. Б. Инженерно-геологические прогнозы и моделирование. Одесса: ОГУ, 1975. 194 с.
15. Вахрушев Б. А., Гигинейшвили Г. Н., Дублянский В. Н., Цвят А. Л. Гидрология и палеогидрология Амткельского карстового района // Труды географического общества Грузинской ССР. 1990. Т. XVIII. С. 31–39.
16. Lu Yaoru, Jie Xianyi, Zhang Sanlin. The development of karsts in China and some of its hydrogeological and engineering geological conditions // Acta Geologica Sinica. 1973. № 1. pp. 112–119.
17. Jenning J. N. Limestone solution on bare karst and covered karsts compared // BCRA. 1978. № 4. pp. 78–87.
18. Печеркин И. А. Геодинамика побережий Камских водохранилищ. Пермь: Издательство Пермского университета, 1969. 152 с.
19. Семенов М. П., Орадковская А. Е., Храмогина Т. С. и др. Исследования размываемости трещиноватых горных пород и заполнителя трещин фильтрационным потоком // Труды лаборатории инженерной гидрогеологии. М.: Госстройиздат, 1957. С. 43–48.
20. Асташев А. Установа для исследования процессов карстования // Новости техники. 1932. № 92.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРСТОВОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО
ОСВОЕНИЯ И АНТРОПОГЕННОЙ АКТИВИЗАЦИИ КАРСТА

- С. 17–22.
21. Родионов Н. В. Опыты воспроизведения некоторых карстовых форм в лабораторных условиях // Тезисы докладов на совещании по изучению карста. 1956. Вып. 8. С. 29–30.
 22. Абашидзе Е. М. Некоторые результаты экспериментальных исследований карстовых процессов // Пещеры Грузии. 1978. Вып. 7. С. 16–23.
 23. Curl R. C. Cave conduit enlargement by natural convection // Cave Notes. 1966. № 8. pp. 210–218.
 24. Reinboth F. Untersuchungen zum Problem der Hohlenbildung im Gyps // Mitteilungen Verband der Deutschen Höhlen und Karstforscher. 1974. № 3. pp. 21–31.
 25. Howard A. Solution of limestone under Laminar flow between parallel boundaries // Cayes and Karst. 1967. № 4. pp. 29–34.
 26. Miggianti C. Methods of determination of Laminar flows effects on cave development processes // Proceedings of the 7th International Speleological Congress. Bridgewater: British Cave Research Association, 1977. pp. 97–105.
 27. Miller P. Pure korrosive Model of the developments of vertical karsts-shafts // Symposium on Karst-morphogenesis. Szeged, Hungary: Faculty of Science at Attila Jozsef University, 1973. pp. 45–50.
 28. Архидьяконских Ю. В. Опыты моделирования суффозионных воронок и возможность использования их при изучении карстовых колодезев и шахт // Пещеры. 1971. Выпуск 10–11. С. 22–27.
 29. Максимович Г. А. О моделировании спиральных полостей // Пещеры. 1974. Выпуск 14–15. С. 8–13.
 30. Давыдько Р. Б. Моделирование деформаций рыхлых толщ пород над карстовыми полостями // Инженерные изыскания в строительстве. 1977. Вып. 6 (59). С. 34–37.
 31. Бастраков Г. В. Опыт моделирования деформаций обрушения и оседания песчаных толщ над подземными полостями // Инженерные изыскания в строительстве. 1972. № 4 (16). С. 30–35.
 32. Kaye G. A. The effect of solvent Motion on Limestone solution // Journal Geology. 1957. Vol. 65. pp. 54–61.
 33. Kendt D., Ross A. Simulation of cavern formation and karst development using salt // Journal of Geological Education. 1975. Vol. 23. № 2. pp. 56–59.
 34. Ewers R. O. A model for development of Broad scale networks of groundwater from in steeply dipping carbonate aquifer // BCRA. 1978. № 2. pp. 25–29.
 35. Watson R. A. Limitation on substitutiong chemical reactions in model experiments // Z. Geomorphol. 1974. № 3. pp. 21–24.
 36. Турышев А. В. Гидродинамические и гидрохимические особенности развития карста в карбонатных и сульфатных породах // Проектирование и эксплуатация земляного полотна в карстовых районах. М.: Транспорт, 1968. С. 28–31.
 37. Турышев А. В. Некоторые вопросы изучения палеогеологических условий карстовых областей в природной обстановке и путем лабораторных экспериментов // Методика палеогеологических исследований. Ашхабад: Управление геологии Совета Министров ТССР. Институт геологии, 1970. С. 103–105.
 38. Бабушкин В. Д. Основные положения методики моделирования гидрогеологических условий карстовых массивов // Прогноз водопритоков в горные выработки и водосборы подземных вод в трещиноватых и закарстованных породах. М.: Недра, 1972. С. 29–32.
 39. Мокрик Р. В. К вопросу о воспроизведении гидрогеологических условий карстовых массивов на математических моделях // Закономерности формирования и особенности региональной оценки эксплуатационных запасов подземных вод Прибалтики. Вильнюс: Моклас, 1979. С. 7–10.
 40. Ewers R. O. A model for the development of subsurface drainage routes along bedding planes // VI Congress International Speleology. 1977. № 3. pp. 72–75.
 41. Burger A. Hydrogeology of karstic terrains. Paris: International Association of Hydrogeologists, 1975. 190 p.

MODELING OF KARST PROCESS IN THE CONDITIONS OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND HUMAN-INDUCED INTENSIFICATION OF KARST

Vakhrushev B. A., Vakhrushev I. B.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
E-mail: vakhb@inbox.ru*

Karst process and the resulting phenomena have a complex spatial, morphological, temporal and dynamic structure. Furthermore, the karst in their development includes mechanisms paragenetic interactions, initiating gravitational, suffosion-subsidence, landslides, erosion and other negative engineering-geological processes. In this regard, the complexity of the study of karst in natural conditions, the unpredictability of his behavior (including paragenetic and related phenomena) under anthropogenic impact and the need to give engineering geological prognosis of the situation has led to increasingly use kartofelny modeling techniques [1].

In this work the analysis of the main modeling methods in kartofelny that can be used for the evaluation of cartapesta and human-induced intensification of karst.

Studies show that most models reproduce the karst process one or two conditions development of karst. There are big differences in the simulation results associated with the models built on different theoretical signs, designs, used materials equivalent to the set boundary conditions etc. This situation necessitates the creation of a single methodological center for the simulation of karst processes and forms in engineering geological, hydrogeological purposes, the creation of a database with subsequent synthesis and processing of the obtained results. Especially these problems are actual for the Republic of Crimea, where more than 80% of the territory is occupied carthusiana breeds, exposed to intense anthropogenic impact.

All modeling methods used in domestic and foreign\ kartofelny can be divided into two large groups: mental, unifying theoretical construct, and the material, where the process or phenomenon reproduced on the objects found in nature (in situ simulation) or special models (laboratory simulation).

Keywords: karst modeling, human-induced intensification of karst, cortopassi.

References

1. Klimchouk A. B., Ford D. C., Palmer A. N., Dreybrodt W. Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. Huntsville: National Speleological Society, Inc. (Publ.), 2000, 527 p. (in English).
2. Dublyanskij V. N. Problema speleogeneza (Problem speleogenesis) // Voprosy obshchego i regional'nogo karstovedeniya. Moscow: MGU (Publ.), 1977, pp. 23–28. (in Russian).
3. Abashidze E. M. Metodika izucheniya vyshchelachivaniya karbonatnyh porod v rajone SHAorskogo vodohranilishcha (Methodology of the study of leaching of carbonate rocks in the area Shorskogo reservoir) // Metodika izucheniya karsta, 1963, V. 2, pp. 12–16. (in Russian).
4. Korotkevich G. V. Nekotorye geneticheskie osobennosti karstovyh form oblastej zakrytogo karsta // Tezisy dokladov na soveshchaniy po izucheniyu karsta, 1956, V. 10. pp. 28–29. (in Russian).
5. Lukin V. S. Proval'nye yavleniya na Urale i v Predural'e (Failure phenomena in the Urals and in the Urals) // Trudy Instituta geologii, 1964, V. 69. pp. 34–37. (in Russian).

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРСТОВОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО
ОСВОЕНИЯ И АНТРОПОГЕННОЙ АКТИВИЗАЦИИ КАРСТА

6. Margin A. Les systemes karstoques et leur methologie investiqation // Annales scientifiques de l'Universite de Besancon, 1976, V. 25, pp. 121–129. (in France).
7. Dedkov A. P., Mozzherin V. I., Stupishin A. V., Trofimov A. M. Klimaticheskaya geomorfologiya denudatsionnyh ravnin (Climatic geomorphology denudation plains). Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo universiteta (Publ.), 1977, 185 p. (in Russian).
8. Lekhov A. V., Shmagin B. A. Sistemnyj podhod k izucheniyu formirovaniya pronitsaemosti karbonatnyh porod (Systematic approach to the study of the formation permeability of carbonate rocks) // Materialy III nauchnoj konferentsii aspirantov i molodyh uchenyh Geologicheskogo fakul'teta MGU. Gidrogeologiya. Moscow: VINITI (Publ.), 1976, pp. 11–15. (in Russian).
9. Palienko V. P., Borshchevskij M. E., Vahrushev B. A. i dr. Morfostrukturno-neotektonicheskij analiz territorii Ukrainy (Morphostructural-neotectonic analysis of the territory of Ukraine). Kiev: Naukova dumka (Publ.), 2013. 263 p. (in Russian).
10. Dublyanskij V. N. Karstovye peshchery i shahty Gornogo Kryma (Karst caves and shafts in the Mountain Crimea). Moscow–Leningrad: Nauka (Publ.), 1977. 183 p. (in Russian).
11. Dublyanskij V. N., Vahrushev B. A., Tsynduk A. G., Shipunova V. A. Problema modelirovaniya v karstologii (The problem of modeling in Karstology) // Modelirovanie geosistem dlya ratsional'nogo prirodopol'zovaniya. Kishinev: Shtiintsa (Publ.), 1988, pp. 16–18. (in Russian).
12. Modelirovanie formirovaniya suffuzionnyh i karstovyh polostej (Modeling of the formation of the suffusion and karst cavities) // Tezisy dokladov nauchno-tekhnicheskogo seminaru. Perm': Izdatel'stvo Permskogo universiteta (Publ.), 1979, 110 p. (in Russian).
13. Karst Srednej Azii i gornyh stran (Karst of Central Asia and mountainous countries) // Tezisy dokladov vsesoyuznogo soveshchaniya. Tashkent: Uzbekgidrogeologiya (Publ.), 1979, 189 p. (in Russian).
14. Rozovskij L. B. Inzhenerno-geologicheskie prognozy i modelirovanie (Geological engineering predictions and modeling). Odessa: OGU (Publ.), 1975, 194 p. (in Russian).
15. Vahrushev B. A., Giginejshvili G. N., Dublyanskij V. N., TSvyat A. L. Gidrologiya i paleogidrologiya Amtkel'skogo karstovogo rajona (Hydrology and paleohydrology Adelskogh karst region) // Trudy geograficheskogo obshchestva Gruzinskoj SSR, 1990, T. XVIII, pp. 31–39. (in Russian).
16. Lu Yaoru, Jie Xianyi, Zhang Sanlin. The development of karsts in China and some of its hydrogeological and engineering geological conditions // Acta Geologica Sinica, 1973, no 1. pp. 112–119. (in English).
17. Jennings J. N. Limestone solution on bare karst and covered karsts compared // BCRA, 1978, no 4, pp. 78–87. (in English).
18. Pecherkin I. A. Geodinamika poberezhij Kamskih vodohranilishch (Geodynamics of the Kama reservoirs). Perm': Izdatel'stvo Permskogo universiteta (Publ.), 1969, 152 p. (in Russian).
19. Semenov M. P., Oradovskaya A. E., Hramogina T. S. i dr. Issledovaniya razmyvaemosti treshchinovatyh gornyh porod i zapolnitelya treshchin fil'tratsionnym potokom (Research razbivaemysya fractured rocks and of the filler with the filter flow) // Trudy laboratorii inzhenernoj gidrogeologii. M.: Gosstrojizdat (Publ.), 1957, pp. 43–48. (in Russian).
20. Astashev A. Ustanovka dlya issledovaniya protsessov karstovaniya (Installation for research of processes of cestovanie) // Novosti tekhniki, 1932, no 92, pp. 17–22. (in Russian).
21. Rodionov N. V. Opyty vosproizvedeniya nekotoryh karstovyh form v laboratornyh usloviyah (Experiments playing some karst forms in laboratory conditions) // Tezisy dokladov na soveshchanii po izucheniyu karsta, 1956, V. 8, pp. 29–30. (in Russian).
22. Abashidze E. M. Nekotorye rezultaty eksperimental'nyh issledovaniy karstovyh protsessov (Some results of experimental researches of karst processes) // Peshchery Gruzii, 1978, V. 7, pp. 16–23. (in Russian).
23. Curl R. Caye conduit enlargement by natural convection // Cave Notes, 1966, no 8, pp. 210–218. (in English).
24. Reinboth F. Untersuchungen zum Problem der Hohlenbildund im Gyps // Mitteilungen Verband der Deutschen Höhlen und Karstforscher, 1974, no 3, pp. 21–31. (in Germany).
25. Howard A. Solution of limnestone under Laminar flow between parallel bundaries // Cayes and Karst, 1967, no 4, pp. 29–34. (in English).
26. Miggnanti C. Metods of determination of Laminar flows effects on cave development processes // Proceedings of the 7th International Speleological Congress. Bridgwater: British Cave Research

- Association, 1977, pp. 97–105. (in English).
27. Miller P. Pure korrosive Model of the developments of vertical karsts-shafts // Symposium on Karst-morphogenesis. Szeged, Hungary: Faculty of Science at Attila Jozsef University, 1973, pp. 45–50. (in English).
 28. Arhid'yakonskih YU. V. Opyty modelirovaniya suffozionnyh voronok i vozmozhnost' ispol'zovaniya ih pri izuchenii karstovyh kolodtsev i shaht (Experiments modeling of suffusion funnels and the ability to use them in the study of karst wells and mines) // Peshchery, 1971, Vypusk 10–11, pp. 22–27. (in Russian).
 29. Maksimovich G. A. O modelirovanii spiral'nyh polostej (Modeling of helical cavities) // Peshchery, 1974, Vypusk 14–15, pp. 8–13. (in Russian).
 30. Davyd'ko R. B. Modelirovanie deformatsij ryhlyh tolshch poord nad karstovymi polostyami (Modeling of deformation friable strata Board above karst cavities) // Inzhenernye izyskaniya v stroitel'stve, 1977, V. 6 (59), pp. 34–37. (in Russian).
 31. Bastrakov G. V. Opyt modelirovaniya deformatsij obrusheniya i osedaniya peschanyh tolshch nad podzemnymi polostyami (Experience of modeling deformations of the collapse and subsidence of the sandy strata above the underground cavities) // Inzhenernye izyskaniya v stroitel'stve, 1972, no 4 (16), pp. 30–35. (in Russian).
 32. Kaye G. A. The effect of solvent Motion on Limestone solution // Journal Geology, 1957, Vol. 65, pp. 54–61. (in English).
 33. Kendt D., Ross A. Simulation of cavern formation and karst development using salt // Journal of Geological Education, 1975, Vol. 23, no 2, pp. 56–59. (in English).
 34. Ewers R. O. A model for development of Broad scale networks of groundwater from in steeply dipping carbonate aguiter // BCRA, 1978, no 2, pp. 25–29. (in English).
 35. Watson R. A. Limitation on substituting chemical reactions in model ekhperiments // Z. Geomorfol, 1974, no 3, pp. 21–24. (in English).
 36. Turyshev A. V. Gidrodinamicheskie i gidrohimicheskie osobennosti razvitiya karsta v karbonatnyh i sul'fatnyh porodah (Hydrodynamic and hydrochemical characteristics of the development of karst in carbonate and sulfate rocks) // Proektirovanie i ekspluatatsiya zemlyanogo polotna v karstovyh rajonah. Moscow: Transport (Publ.), 1968, pp. 28–31. (in Russian).
 37. Turyshev A. V. Nekotorye voprosy izucheniya paleogidrogeologicheskikh uslovij karstovyh oblastej v prirodnoj obstanovke i putem laboratornyh eksperimentov (Some questions of studying paleohydrogeology conditions of the karst areas in the environment and by laboratory experiments) // Metodika paleogidrogeologicheskikh issledovanij. Ashkhabad: Upravlenie geologii Soveta Ministrov TSSR. Institut geologii (Publ.), 1970, pp. 103–105. (in Russian).
 38. Babushkin V. D. Osnovnye polozheniya metodiki modelirovaniya gidrogeologicheskikh uslovij karstovyh massivov (Main provisions of the methodology of modeling of hydrogeological conditions of the karst massifs) // Prognoz vodopritokov v gornye vyrabotki i vodosbory podzemnyh vod v treshchinovatyh i zakarstovannyh porodah. Moscow: Nedra (Publ.), 1972, pp. 29–32. (in Russian).
 39. Mokrik R. V. K voprosu o vosproizvedenii gidrogeologicheskikh uslovij karstovyh massivov na matematicheskikh modelyah (To the question about playing the hydrogeological conditions of the karst massifs in mathematical models) // Zakonomernosti formirovaniya i osobennosti regional'noj otsenki ekspluatatsionnyh zasposov podzemnyh vod Pribaltiki. Vil'nyus: Mokslas (Publ.), 1979, pp. 7–10. (in Russian).
 40. Ewers R. O. A model for the development of subsurface drainage routes along bedding planes // VI Congress International Speleology, 1977, no 3, pp. 72–75. (in English).
 41. Burger A. Hydrogeology of karstic terrains. Paris: International Association of Hydrogeologists (Publ.), 1975. 190 p. (in English).

УДК 624.01.001:624.15:622.693.26.08.05.12

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ ПОД ЗАСТРОЙКУ СООРУЖЕНИЙ В СТЕСНЕННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Иванова М. С.¹, Шабельникова Д. С.², Шабельников С. И.²

¹*ГОУ ВПО Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический университет», г. Алчевск*

²*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация*

E-mail: shabelnikov.s@yandex.ru

Работа посвящена усовершенствованию способа исследования грунтов в сложных инженерно-геологических условиях и возможности их использования под застройку сооружений монолитного типа в стесненных городских условиях и связанных с дефицитом свободных земельных площадей. Показана проблема повышения устойчивости структурно-неустойчивых грунтов, прогноза деформаций, поиск путей актуальных решений по их укреплению. Это связано с увеличивающимся дефицитом свободных земельных площадей и расположением сооружений в стесненных условиях. Наиболее перспективным в решении данной проблемы является изучение напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтового массива. Поэтому усовершенствование способов испытания и методов расчета устойчивости структурно-неустойчивых грунтов на основе анализа НДС является актуальной задачей механики грунтов.

Ключевые слова: структурно-неустойчивые грунты, способ испытания, стесненные условия, автоматизированная система управления.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность усовершенствования способа исследований структурно-неустойчивых грунтов и возможности их использования под застройку сооружений монолитного типа связана с увеличивающимся дефицитом свободных земельных площадей и расположением их в стесненных условиях.

Проблема повышения устойчивости структурно-неустойчивых грунтов, прогноза деформаций, устройства сооружений в стесненных городских условиях с выбором оптимальной технологии его строительства на сегодня решена недостаточно.

В настоящее время в мировой практике строительства соотношение между зданиями и сооружениями из сборного и монолитного бетона складывается в пользу монолитного. Так, анализируя сведения о ежегодном производстве бетона для монолитного строительства в мире, отметим, что он превышает в полтора миллиарда кубометров и что в процентном соотношении составит от 32 и до 80 %.

По объему производства и применения монолитный бетон имеет экономические преимущества и опережает другие виды строительных материалов.

Так, по сравнению с кирпичным и полносборным строительством, это характеризуются снижением единовременных затрат на создание

производственной базы, уменьшением расхода стали, энергоемкости, уменьшением трудовых затрат по сравнению с кирпичными зданиями той же этажности.

Однако достигнутые успехи в монолитном домостроении при строительстве многоэтажных монолитных сооружений до настоящего времени имеют множество проблем в обеспечении строительства при использовании новой технологии, проектировании, их эксплуатации. Возникающие проблемы потребовали усовершенствования методологии испытания и методики расчета, что послужило толчком для проведения исследования причин, снижающих достоверность параметров, влияющих на расчетные данные при проектировании несущей способности структурно-неустойчивых грунтов и, соответственно, влияющих на деформационные свойства грунтов и сооружений, их продолжительность службы.

Пути по усовершенствованию способов получения достоверной информации о их прочностных свойствах с двух точек зрения геологии освещены во многих источниках [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Однако этой информации недостаточно, чтобы повысить требования к методам расчета.

Прямое использование методов без учета конкретных условий во многих случаях приводит к серьезным ошибкам: причиной тому является разнообразие природной обстановки и типов грунтов, влияние человеческого фактора при обработке параметров входящих в состав расчетных формул; условий их залегания, а также гидрогеологических условий.

Анализ причин и факторов, которые влияют на достоверность применяемых результатов при проектировании оснований и фундаментов, позволил выбрать наиболее перспективные решения данной проблемы за счет поиска наиболее эффективного способа получения характеристик, входящих в состав расчетных формул.

Целью исследований является решение проблемы повышения достоверности получаемых результатов структурно-неустойчивых грунтов, находящихся под нагрузкой, усовершенствование методологии испытаний, а также возможности использования исследуемых грунтовых условий под застройку сооружений, располагаемых в стесненных условиях.

Существующие способы испытания позволяют получать результаты деформирующегося основания лишь в первой фазе работы грунта, на нелинейном же участке только в стабилизированном состоянии и только под нагрузкой. В последующих фазах II–III работы грунта (при наступлении мгновенного разрушения), на нелинейном участке при действии нагрузки во времени используется способ визуальных наблюдений. При этом применяется комплекс трудоемких ручных операций, выполняемых рабочими и специалистами с большими затратами времени на камеральную обработку данных. Получение и регистрация информации известными способами во второй и третьей фазах невозможны.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ ПОД ЗАСТРОЙКУ СООРУЖЕНИЙ В СТЕСНЕННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

С целью получения достоверных результатов для исследований был предложен усовершенствованный способ испытаний в котлованах и шурфах с помощью передвижного комплекса.

В отличие от известных способов получения информации в предложенный внедрен расчетный алгоритм, который может проводить математический анализ с помощью программы CurveExpert по реальным данным, введенным в базу ЭВМ.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Задача исследований осложняется созданием алгоритма для оценки происходящих процессов в режиме реального времени (например, определение параметров, изменяющихся от деформации грунтового массива). В выявлении факторов, действующих на прочностные свойства грунта в тесной связи «сооружение – грунт – свая», что позволит повысить долгосрочность службы сооружений, их эксплуатацию, с возможностью их использования в плотно застроенных территориях. Важность задачи также состоит в проведении непрерывных испытаний с поддержанием действующей нагрузки во времени и получением допустимой величины деформации грунтового массива под зданием. Эти задачи отличают предложенные исследования от известных.

Для достижения поставленной цели потребовалось выполнить усовершенствование способа испытания структурно-неустойчивых грунтов путем создания комплекса для исследований деформационных свойств грунтов [6].

В соответствии с нормами проводимые исследования должны соответствовать реальным условиям, в которых находится грунт (например – I, II, III фазы) в основании фундаментов. Кроме того, должны соблюдаться основные принципы расчетных моделей сплошной среды, положенных в основу вывода формул для R и R_u [4, 5]. При проведении исследований необходимо было доказать, что точность получаемых усредненных значений с помощью мобильного комплекса для определения деформационных и прочностных характеристик (φ и C) достигается выше, чем в лабораторных условиях на испытываемых образцах грунта.

Новый вариант предусматривает моделирование, которое должно проводиться с помощью комплексной программы на базе ЭВМ, с использованием реальных грунтовых условий.

При этом предусматривается реальная нагрузка, которая составляется из строительных эталонных блоков. Затем сопоставляется путем масштабирования с помощью математического алгоритма. Считываемая информация обрабатывается и корректируется в период проведения испытаний в режиме реального времени [5, 6].

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.

Одним из главных факторов, влияющих на оценку качества основания при проектировании фундаментов, является отсутствие достоверных характеристик, входящих в состав расчетных формул. Неоднозначные заключения, получаемые

при инженерных изысканиях, чреваты последствиями. Особенно это относится к зданиям проектируемых на неустойчивых грунтах, где малейшие отклонения приводят к значительным расходам на укрепление оснований и разрушающегося фундамента. Это ведет к приостановке строительных работ или полному их прекращению.

Объектом исследования представлены грунты, которые предназначены под застройку сооружений в стесненных городских условиях на территории города Симферополя Крымского региона (Рис. 1).



Рис. 1. Общий вид участка, предназначенного под застройку сооружения, в стесненных городских условиях.

Исследуемые основания сложены структурно-неустойчивыми грунтами лессовидного типа. В период 2014–2016 г. была изучена возможность использования данной территории под строительство и принято решение об использовании на этой территории буронабивных свай. На рисунке 2а показан фрагмент их создания и устройства монолитного ростверка (Рис. 2б).

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ ПОД ЗАСТРОЙКУ СООРУЖЕНИЙ В СТЕСНЕННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ



Рис. 2. Фрагмент создания буронабивной сваи: а – стандартным способом, б – с последующим устройством и увязкой монолитным ростверком.

Цель исследований заключалась в усовершенствовании способа испытания и получении достоверных результатов. Для изучения деформационных свойств грунтов был предложен комплекс, оснащенный автоматизированной системой управления процессом испытания в полевых условиях, в котловане и изучения несущей способности свай, опирающихся на подстилающийся слой грунта рисунке 3 системой управления 9.

Комплекс состоит из передающей 1 нагрузки, опирающейся на балку 2, воспринимающего 3 устройства, блока 4, управляемого передачей нагрузки автоматизированной системой 5 на сваю 6, расположенную в грунте 7. При этом процесс испытания управляется через дистанционный пульт 8 управления и взаимосвязан с автоматизированной системой управления 9.

Сущность его заключается в умении передать нагрузку на основание, поддерживать во времени и зафиксировать происходящие перемещения. При возникновении аварийной ситуации дается команда на отключение системы соединенной с ЭВМ. Информация обрабатывается, выдается протокол испытаний на всех этапах загрузки, что исключает вмешательство человеческого фактора и повышает достоверность результатов.

С целью повышения достоверности получаемых результатов и решения задач усовершенствованный способ был оснащен комплексом с автоматизированной системой и математическим алгоритмом, позволяющим оценивать в режиме реального времени происходящие процессы. Так, в отличие от ранее известного комплекса входящая в его состав система АСУ одновременно имеет возможность моделировать процессы в грунте. Этот момент можно увидеть в рабочем экране дисплея в графическом виде с помощью программ CurveExpert (Рис. 4). Оценка достоверности результатов достигалась математической проверкой, что

свидетельствует о наилучшей аппроксимации экспериментальных точек кривой регрессии через коэффициент корреляции $r = 0,997$, полученный с помощью программы CurveExpert. Использование этой программы позволило прогнозировать состояние прочностных свойств подстилающего слоя в режиме реального времени.

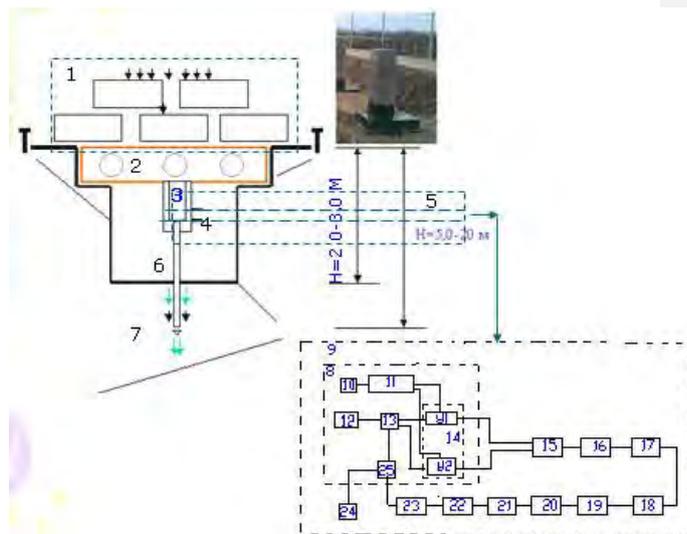


Рис. 3. Комплекс для исследования деформационных свойств грунтов.

Полученные реальные параметры предварительно оцениваются алгоритмом через параметр плотности грунта и передается ЭВМ на управляемую автоматизированную систему на главный алгоритм. На этом этапе идет оценка деформационных свойств основания, взаимосвязанного с системой «сооружение – свая – грунт».

В процессе испытания идут обновления результатов при передаче нагрузки на сваю-грунт в реальном режиме времени. Это позволяет повысить достоверность при регулировании давлением в гидросистеме в течение заданного времени (в зависимости от свойств грунтов) и контролировать перемещение.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ ПОД ЗАСТРОЙКУ СООРУЖЕНИЙ В СТЕСНЕННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

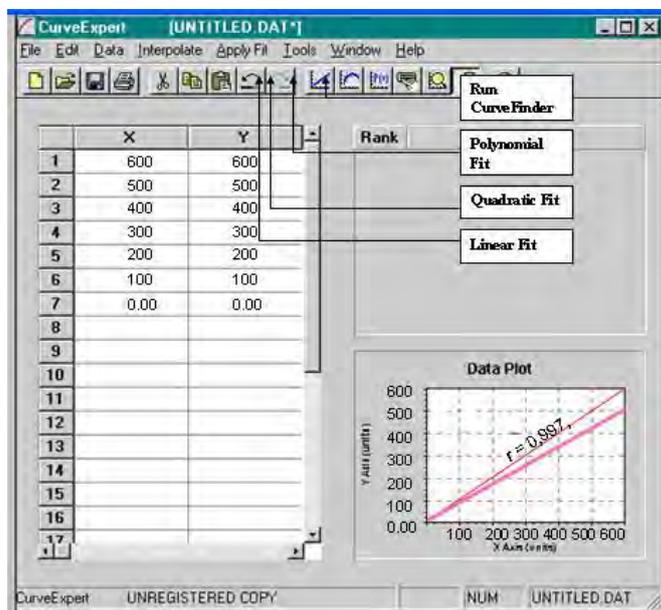


Рис. 4. Рабочее окно программы CurveExpert.

Одним из самых эффективных способов, позволяющих своевременно зарегистрировать начало и активизацию деформационных процессов в элементах сооружений от разрушающего воздействия, является использование автоматизированных систем, которые с высокой достоверностью воспринимают сигналы от деформирующихся объектов.

ВЫВОДЫ

В заключение можно сказать следующее:

- с помощью усовершенствованного способа исследований возможно учесть факторы, влияющие на прочностные свойства грунтового массива и материала, из которого изготовлена конструкция;
- в предлагаемом усовершенствованном способе испытаний внесены элементы новизны: усовершенствованы блоки в системе управления процессом испытания;
- введен математический алгоритм, позволяющий оценить состояние грунтового массива, в реальном режиме проведения испытания;
- усовершенствованный способ исследования грунтовых условий изменил методологию испытания;

- в целом способ позволяет проводить испытания (как штамповые, так и свайные, одиночные и кустовые), методом вдавливания пригрузом в грунт;
- при испытании в стесненных условиях предложенный способ не нарушает деформационных свойств конструкций зданий;
- проблемы по укреплению структурно-неустойчивых грунтов предложено решить применением буронабивных свай.

Список литературы

1. Budhu Muni. Soil Mechanics Fundamentals. Chichester: Wiley-Blackwell, 2015. 342 p.
2. Bowmen E. T., Fannin R. J. General Report of TC 208. Slope Stability in Engineering Practice // Challenges and Innovation in Geotechnics : Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Paris: France, 2013. pp. 2137–2144.
3. Demchyshyn M., Kril T. Instability of different genetic slope types // 7th European Congress on Regional GEOscientific, Cartography and Information System. 2012. Vol. 1. pp. 78–79.
4. Zotsenko M., Vynnykov Y., Yakovlev A. Modern practice of determination of strength characteristics of cohesive soils by penetration methods // Proc. of the XIV Danube – European Conf. on Geotechnical Engineering. Bratislava: Slovak University of Technology, 2010. pp. 245–253.
5. Иванова М. С., Левченко А. А. Программное обеспечение по обработке опытных данных, получаемых методом экспресс-анализа при определении физико-механических характеристик грунтов // Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник. 2004. Вип. 60. С. 427–428.
6. Иванова М. С., Иванов А. П. Усовершенствование методики испытаний грунтов в скважинах // Вестник МАНЭБ ДГМИ. 2001. № 1 (37). С. 98.

THE METHODS IMPROVEMENT RESEARCHES SOILS IN THE CONSTRAINED URBAN CONDITIONS UNDER BUILDING CONSTRUCTION

Ivanova M. S.¹, Shabelnikova D. S.², Sabelnikov S. I.²

¹*State educational institution of higher professional education of Lugansk People's Republic "Donbass State Technical University", Alchevsk*

²*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: shabelnikov.s@yandex.ru*

The work is devoted to the improvement of the method of soil investigation in complex engineering-geological conditions and the possibility of their use for the construction of monolithic structures in cramped urban conditions and associated with a deficit of free land areas.

Existing methods of testing make it possible to obtain the results of a deformable base only in the first phase of soil operation, in a non-linear region only in a stabilized state and only under load. In the subsequent phases II-III of the soil (at the onset of instantaneous destruction), in a nonlinear part under the action of the load in time, a method of visual observations is used. At the same time, a complex of labor-intensive manual operations performed by workers and specialists with a great expenditure of time

for computer processing of data is used. Receipt and registration of information by known methods in the second and third phases are impossible.

In order to obtain reliable results for research, an improved method of testing in trenches and pits with the help of a mobile complex was proposed.

In contrast to the known methods of obtaining information, a computational algorithm is introduced into the proposed one, which can perform mathematical analysis with the help of the CurveExpert program based on real data entered into the computer base.

The problem of increasing the stability of structurally unstable soils, forecasting deformations, searching for ways of actual solutions for their strengthening is shown. This is due to the increasing shortage of free land and the location of structures in tight conditions. The most promising in solving this problem is the study of the stress-strain state (VAT) of the soil massif. Therefore, the improvement of test methods and methods for calculating the stability of structurally unstable soils based on the analysis of VAT is an urgent task of soil mechanics.

With the help of an improved method of research, it is possible to take into account factors affecting the strength properties of the soil massif and the material from which the structure is made. In the proposed improved test method, novelty elements are introduced: the blocks in the test process control system have been improved; Introduced a mathematical algorithm that allows to assess the state of the soil massif in the real test mode. An improved method for studying ground conditions has changed the testing methodology. In general, the method makes it possible to carry out tests, both stamped and pile, single and bush, by pressing into the ground with the method of pressing. When tested in cramped conditions, the proposed method does not violate the deformation properties of building structures. Problems to strengthen structurally unstable soils are proposed to be solved using bored piles.

Keywords: structurally-unstable a ground, way of trials, cramped conditions, an automated management system

References

1. Budhu Muni. Soil Mechanics Fundamentals. Chichester: Wiley-Blackwell (Publ.), 2015. 342 p. (in English).
2. Bowmen E. T., Fannin R. J. General Report of TC 208. Slope Stability in Engineering Practice // Challenges and Innovation in Geotechnics : Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Paris: France (Publ.), 2013, pp. 2137–2144. (in English).
3. Demchyshyn M., Kril T. Instability of different genetic slope types // 7th European Congress on Regional GEOscientific, Cartography and Information System, 2012, Vol. 1, pp. 78–79. (in English).
4. Zotsenko M., Vynnykov Y., Yakovlev A. Modern practice of determination of strength characteristics of cohesive soils by penetration methods // Proc. of the XIV Danube – European Conf. on Geotechnical Engineering. Bratislava: Slovak University of Technology (Publ.), 2010, pp. 245–253. (in English).
5. Ivanova M. S., Levchenko A. A. Programnoe obespechenie po obrabotke opytnyh dannyh, poluchaemyh metodom ekspress-analiza pri opredelenii fiziko-mekhanicheskikh harakteristik gruntov // Budivel'ni konstruksii. Mizhvidomchij naukovu-tekhnichnij zbirnik, 2004, V. 60, pp. 427–428. (in Russian).
6. Ivanova M. S., Ivanov A. P. Usovshenstvovanie metodiki ispytaniy gruntov v skvazhinah // Vestnik MANEB DGMI, 2001, no 1 (37), pp. 98. (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.
География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 186–197.

УДК 911.8:551.4

ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА К АБРАЗИИ И РАЗМЫВУ (КРЫМ)

Кузнецов А. Г., Пащикова Н. Г.

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

Рассматривается устойчивость берегов Тарханкутского полуострова к абразии и размыву. Обосновывается важность изучения берегов Тарханкутского полуострова и процессов их разрушения. Приводятся результаты изучения неволновых факторов, влияющих на устойчивость берегов Тарханкутского полуострова.

Ключевые слова: берега, пляж, клиф, отмостка, абразия, устойчивость берегов, Тарханкутский полуостров.

ВВЕДЕНИЕ

Определение устойчивости берегов к абразии и размыву является очень важной составляющей при исследовании геоморфодинамики морских берегов, так как, используя эти знания, можно не только определить скорость протекания абразионных процессов на изучаемой территории, но и спрогнозировать темпы их дальнейшего развития.

Ученые, исследующие в настоящее время морские берега не только на территории Крымского полуострова, но и по всему миру, постоянно уточняют и дополняют понятия «береговая зона», «побережье» и «берег». В понятие береговой зоны включают более или менее широкую полосу, в пределах которой происходит постоянное взаимодействие суши и моря. Береговая зона состоит из берега и берегового склона, находящегося под водой, а основными действующими силами, преобразующими береговую зону, являются морское волнение, волновые течения и приливо-отливные явления.

Исследование устойчивости берегов к абразии и размыву имеет важное практическое значение, так как дает возможность определить и спрогнозировать скорость разрушения берега и развития негативных береговых процессов.

Крымское побережье длительное время изучало немало исследователей, однако в изучении морских берегов полуострова осталось ещё множество нерешенных проблем, решение которых является не только важной задачей современной науки, но и имеет неоспоримое практическое значение. Изучением береговых процессов в пределах Крымского полуострова занимался целый ряд ученых. Одним из основоположников комплексного изучения береговых процессов Крыма является Зенкович В. П., который в своих трудах разрабатывал основы учения о развитии морских берегов [3]. Изучением геоморфологии морских берегов и протекающих в их пределах процессов занимались такие видные деятели, как Леонтьев О. К., Никифоров Л. Г. [4], Сокольников Ю. Н. [10], Есин Н. В. [1] и другие авторы. В последние годы все больше работ посвящено комплексному изучению берегов и

ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА К АБРАЗИИ И РАЗМЫВУ (КРЫМ)

берегозащите, что связано с колоссальной антропогенной нагрузкой на прибрежные территории. Работы Шуйского Ю. Д., Сафьянова Г. А. [7, 8], Игнатова Е. И., Пешкова В. М. и других посвящены именно этому направлению.

Однако комплексных работ, посвященных определению и характеристике устойчивости берегов Тарханкутского полуострова, в настоящее время нет. В связи с этим целью статьи является определение устойчивости берегов Тарханкутского полуострова к абразии и размыву. Задачей исследования является определение характеристик следующих не волновых факторов: ширины пляжей, гранулометрического состава пляжей, уклона подводного берегового склона, защищенности берега отмычкой, высоты клифов и стойкости пород, слагающих береговые клифы, на протяжении всей береговой линии Тарханкутского полуострова. Для решения поставленных задач использовались следующие методы: литературно-аналитический, метод гранулометрического анализа пляжных отложений, морфометрические исследования, метод балльной оценки.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Современные морские берега имеют огромное разнообразие типов, и это связано с тем, что разные отрезки берегов Мирового океана находятся в разных стадиях выравнивания, представлены разным характером исходного расчленения и имеют различное геологическое строение. Некоторые (значительные по протяжению) отрезки берега испытали на себе действие процессов выравнивания, другие – интенсивно выравниваются, третьи же в ходе своего развития приобрели еще большее расчленение за счет разрушения процессами абразии бухт или проливов на месте выходов более податливых к размыву пород, а также благодаря образованию свободных и замыкающих аккумулятивных форм. Остальная, весьма значительная часть берегов, сохранила свой исходный уровень расчленения практически без изменений [5]. Берег – граница суши и моря. Как правило, на картах эта граница изображается линией, в действительности же следует говорить о береговой зоне, т. е. о более или менее широкой полосе, в пределах которой осуществляется взаимодействие суши и моря. [5]. Береговая зона состоит из собственно берега – ее надводной части – и из подводного берегового склона.

Подводный береговой склон – пространство дна, окаймляющее береговую линию со стороны моря, на которое воздействует волнение. Эта зона может быть ограничена с одной стороны линией среднего уреза воды (береговой линией), а с другой стороны той глубиной, на которой еще ощутимо морфологическое воздействие волн на дно.

В преобразовании береговой зоны наиболее активное участие принимают следующие факторы: морское волнение (его режим), приливоотливные явления (колебания уровня моря) и волновые течения, формирование которых в первую очередь зависит от господствующего режима ветров, характерного для исследуемой территории.

Процесс выравнивания береговой линии в большей мере зависит не только от интенсивности волн, но и от того, как велика степень расчленения исходной

береговой линии и сколь прочны породы, слагающие берег. Важнейшее значение имеет также характер подводного берегового склона, в первую очередь его уклон.

Подводный береговой склон лежит ниже берега и продолжается до глубины, где действие волн уже не сказывается на рельефе дна. От уклона подводного склона зависит характер абразии; это показатель крутизны (например, уклон, равный 0,015, соответствует подъему в 15 м на 1000 м расстояния).

Нами были проведены исследования береговой зоны Тарханкутского полуострова, расположенного в западной части Крымского полуострова. Площадь всего Тарханкутского полуострова составляет 1500 км². Протяженность береговой линии равна 156 км, из них 130 км было изучено нами в ходе исследования с целью определения устойчивости берегов Тарханкутского полуострова к абразии и размыву. В процессе исследования были проведены работы по изучению как надводной, так и подводной части береговой зоны, что позволило установить ряд характеристик, способствующих определению устойчивости берегов Тарханкутского полуострова к абразии и размыву. К ним относятся – ширина пляжей, гранулометрический состав пляжей, уклон подводного берегового склона, защищенность берега отмыткой, высота клифов и стойкость пород, слагающих береговые клифы. В результате на основе полученных данных была составлена соответствующая карта, которая представлена на рисунке 2.

При изучении геоморфодинамики морских берегов важное значение имеет характеристика пляжа – определение его ширины и состава слагающих пород, так как пляж является естественной защитой берега от процессов абразии и размыва. Пляж защищает береговую склон, понижая темп процесса абразии, и играет роль естественного природного регулятора, поддерживая некоторую среднюю скорость абразии и отступления берегов [3, 5].

Пляжи Тарханкутского полуострова были разделены на пять категорий по пятибалльной шкале в зависимости от ширины пляжа (Табл. 1). Баллы отражают степень устойчивости: узкие пляжи не защищают берег от абразии, а широкие – гасят энергию прибойного потока [9].

Таблица 1.

Классификация пляжей Тарханкутского полуострова по ширине

Баллы	Характеристика пляжа (категория)	Ширина пляжа, м	Длина берега	
			Км	%
1	Очень узкий	0–5	62.4	48
2	Узкий	5–10	22.1	17
3	Средней ширины	10–15	24.7	19
4	Широкий	15–20	13	10
5	Очень широкий	более 20	7.8	6

В среднем ширина пляжей на берегах Тарханкутского полуострова составляет 0–5 м, на них приходится 48 % длины береговой линии. У мысов и боковых сторон бухт пляжи имеют ширину до 5–10 м, а местами вообще

ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА К АБРАЗИИ И РАЗМЫВУ (КРЫМ)

отсутствуют. Например, на берегах Джангульского оползневого побережья во многих местах под обрывами пляжи отсутствуют. У мысов Тарханкут, Прибойный и у мыса Урет – ширина пляжей 2–5 м. Берега с такими пляжами занимают около 50 % длины береговой линии. Такая пляжная полоса не защищает от размыва береговые обрывы.

Гранулометрический состав пляжей также оказывает влияние на устойчивость берега к размыву. Для определения гранулометрического состава берегов Тарханкутского полуострова отбирались пробы отложений пляжа в четырнадцать пунктах берега по линии: мыс Каменный – мыс Черный – село Межводное – мыс Прибойный – мыс Тарханкут – село Оленевка – село Окуневка.

По гранулометрическому составу пляжи были разделены на пять категорий по пятибалльной шкале, где баллы отображают степень устойчивости отложений пляжа к волнению моря (Табл. 2).

Таблица 2.

Классификация пляжей по гранулометрическому составу

Баллы	Категории гранулометрического состава	Длина берега	
		Км	%
1	Песчаные	29.9	23
2	Песчано-гравийно-галечные	35.1	27
3	Гравийно-галечные	27.3	21
4	Галечные	20.8	16
5	Галечно-валунные и валунные	16.9	13

Пляжи Тарханкутского полуострова в основном песчано-гравийно-галечные, песчаные, гравийно-галечные. Они занимают соответственно 27, 23 и 21 % протяженности береговой линии и встречаются от с. Окуневка до Караджинской бухты, далее до п. г. т. Черноморское и от п. г. т. Черноморское до с. Межводное. Песчаные пляжи встречаются только в карманных бухтах, вблизи с. Межводное и в бухте между мысами Тарханкут и Прибойный. Они занимают 23 % длины береговой линии полуострова. При этом чем крупнее материал пляжа, тем устойчивее он к размыву [2].

Как уже было сказано выше, подводный береговой склон является неотъемлемой частью береговой зоны, поэтому при изучении морских берегов необходимо определение его уклона. Используя карту изобат Черного моря, нами были определены уклоны подводного склона Тарханкутского полуострова, на основании чего была составлена классификация, где подводная часть берега разделена по уклону на пять категорий по пятибалльной шкале (Табл. 3). В данной таблице баллы отображают прямую зависимость устойчивости берегов от уклона подводного склона. Соответственно, чем меньше уклон, тем

больше энергии теряет волна, в результате чего её способность производить размыв и абразию берега уменьшается [2].

Таблица 3.

Классификация подводной части берега Тарханкутского полуострова по уклону

Баллы	Уклон подводной части берега	Длина берега	
		Км	%
1	Более 0.1	4.55	3.5
2	0.1–0.03	17.55	13.5
3	0.03–0.02	20.8	16
4	0.02–0.01	26	20
5	Менее 0.01	61.1	47

В основном уклоны подводного берегового склона побережья Тарханкутского полуострова незначительны и в большинстве своем составляют менее 0,01. Таким образом, берега Тарханкута в большей части являются отмелыми и средне-приглубыми. Такой тип берега занимает около 47 % всей длины исследуемой береговой линии. Наименьший уклон (менее 0,01) наблюдается у с. Окуневка и с. Северное на конусах выноса временных водотоков и их подводных продолжениях. Уклоны больше 0,03 встречаются только у берегов Атлеша и у м. Прибойный. Здесь волны достигают максимальной высоты и силы.

На основании вышеизложенного можно определить некую тенденцию – в бухтах наблюдаются незначительные уклоны, а у мысов – более крутые.

Составными частями берега являются: пляж и береговой уступ – клиф. Мы рассмотрим понятие «клиф» (от нем. Cliff– обрыв) – абразионный обрыв в коренных породах, у подножия которого выработан *бенч* – слабонаклоненная, пологая поверхность коренных пород, образованная под отступающим клифом [6].

В процессе формирования и развития клифа можно выделить несколько последовательных этапов. Первый из них – это выработка волноприбойной ниши в откосе, который еще не приобрел морфологические черты абразионного обрыва. Следующий этап наступает после обрушения нависающего над нишей карниза. В ходе отступления клифа перед ним формируется бенч. По мере отступления клифа в сторону суши выложенная полоса дна, выработанная в коренной породе, становится все шире. Наступает такой момент, когда только во время сильных штормов волны оказываются в состоянии разрушать берег. Клиф у бровки выламывается, а у его подножия накапливается осыпной, оползневой или делювиальный материал. Скорость отступления клифа резко замедляется. Клиф отмирает; дальнейшее его развитие будет протекать только под воздействием субаэральных факторов [5].

В пределах берегов Тарханкутского полуострова клифы далеки от стадии отмирания и практически повсеместно активны. Стадия отмирания и выламывания характерна только для тех территорий, где ширина пляжа

**ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО
ПОЛУОСТРОВА К АБРАЗИИ И РАЗМЫВУ (КРЫМ)**

превышает 20 м или там, где у их подножья находятся дюны или шлейфы из крупнообломочного коллювия, а такими условиями характеризуется незначительная часть Тарханкутского берега.

Высота клифов варьирует от 1–2 м до 50 м, крутизна их колеблется от 60 до 90°. Все клифы были разделены нами по высоте на пять категорий по пятибалльной шкале (Табл. 4).

Таблица 4.

Классификация клифов Тарханкутского полуострова по высоте

Баллы	Характеристика клифов (категория)	Высота клифов, м	Длина берега	
			км	%
1	Очень низкие	0–5	20.8	16
2	Низкие	5–10	32.5	25
3	Средней высоты	10–15	37.7	29
4	Высокие	15–20	24.7	19
5	Очень высокие	более 20	14.3	11

Совокупный анализ высоты клифов и протяженности берегов позволил обозначить зависимость этих характеристик и вывести следующую закономерность – при прочих равных условиях берег отступает медленнее на участках с большей высотой клифов.

Для основной части исследуемых берегов Тарханкутского полуострова (около 54 % длины береговой линии) характерна высота клифов 5–15 м (берега между с. Межводное, п.г.т. Черноморское и с. Оленевка). Самые высокие клифы – 25 м – характерны для берегов Атлеша и Джангульского оползневого побережья. Это примерно 11 % длины изученного берега.

Повсеместно на побережье встречаются оползневые и гравитационные формы рельефа: оползни и обвалы. Оползни имеют длину до 500 м и относятся к категории активных и временно-стабильных. Обвалы формируются на крутых и высоких активных клифах, сложенных стойкими горными породами. Они закрывают подножие клифа, в связи с чем абразии подвергается уже не клиф, а крупные глыбы обвала, в некоторых из них даже вырабатываются небольшие волноприбойные ниши.

От состава пород, их структуры и текстуры зависит скорость абразии и размыва, а следовательно, и скорость отступления береговых обрывов. Нами была составлена классификация клифов по стойкости пород к размыву и абразии. Выделено пять классов горных пород, которым соответствует пятибалльная шкала (Табл. 5).

В таблице баллы отражают степень устойчивости берегов в зависимости от состава пород. Чем выше балл, тем выше устойчивость [9]. Клифы, сложенные очень податливыми породами, располагаются вблизи устьев долин, балок и оврагов, где срезают террасы и конуса выноса, а также выработаны на языках некоторых оползней. Они сложены четвертичными отложениями и занимают около 13 % протяженности береговой линии (с. Окуневка балок Кипчак и Карамыш). Клифы, сложенные податливыми породами, распространены на 26 % длины береговой

линии. Это берега, расположенные между с. Окуневка и с. Марьино. Клифы, сложенные породами средней стойкости, стойкими и очень стойкими, занимают около 64 % протяженности береговой линии. Они распространены на берегах Атлеша, сложенных известняками, а также на участке берега между с. Оленевка и пгт. Черноморское (Рис. 1).

Таблица 5.
Классификация клифов Тарханкутского полуострова по стойкости пород к размыву и абразии

Баллы	Состав пород и категории стойкости	Длина берега	
		Км	%
1	Очень податливые: суглинки, супеси, пески	13	10
2	Податливые: глины и аргиллиты с прослоями алевролитов	33.8	26
3	Средней стойкости: песчаники	4.55	3.5
4	Стойкие: массивные песчаники	9.1	7
5	Очень стойкие: известняки	69.55	53.5

На устойчивость берегов к размыву и абразии также оказывает влияние защищенность берега отмосткой, так как она своего рода принадлежит подводной части пляжа в зоне разбивания волн и защита берега от размыва. Отмостка состоит из надводных и подводных обломков пород высотой более 1 м. Большинство обломочного материала отмостки образованы в результате размыва коллювия и деляпсия. Нами была составлена классификация по защищенности берегов отмосткой (Табл. 6).

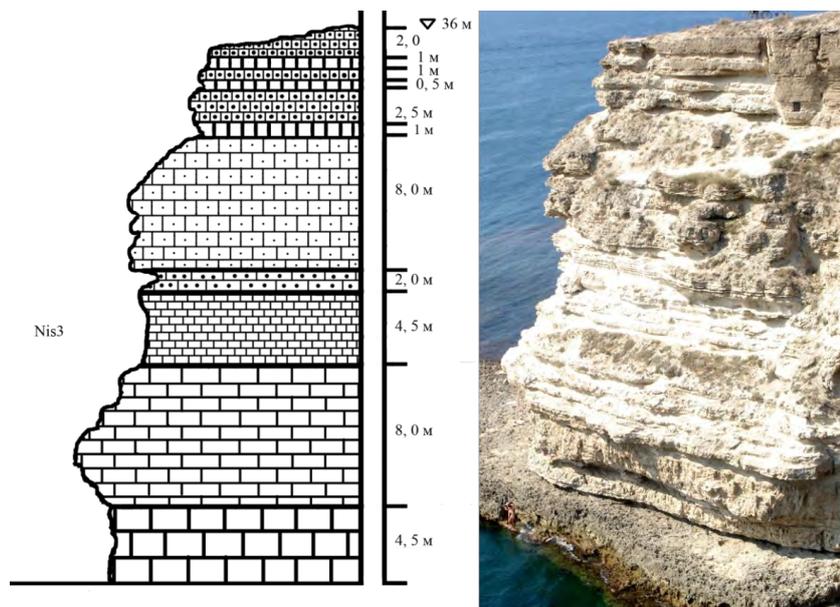
Таблица 6.
Классификация берегов Тарханкутского полуострова по защищенности отмосткой

Баллы	Отмостка, %	Длина берега	
		км	%
1	0–20	53.3	41
2	20–40	34.45	26.5
3	40–60	23.4	18
4	60–80	14.3	11
5	80–100	4.55	3.5

Берега, защищенные отмосткой на 80–100 %, составляют всего около 3.5 % (4,55 км) от протяженности всей береговой линии. Это в первую очередь обрывистые берега Джангульского оползневого побережья и Атлеша, где камни

ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА К АБРАЗИИ И РАЗМЫВУ (КРЫМ)

отмостки вымываются из коллювия. У Джангульского оползневого побережья отмостка также связана с размывом языков древних и современных оползней. На значительном протяжении территории отмостка представлена слабо или отсутствует (41 % или 53,3 км всей изученной береговой линии).



условные обозначения

- известняки пелитоморфные желтовато-серые массивные прочные;
- известняки светло-серые массивные прочные частично перекристаллизованные;
- известняки детритусово-ракушечные светло-серые беловатые массивные среднеслоистые;
- известняки детритусовые беловатые мелкослоистые легкоразрушаемые;
- известняки пелитоморфные серые массивные прочные слаборазрушаемые;
- известняки с прослоями известковистой глины светло-серые легкоразрушаемые;
- известняки песчаные пелитоморфные желтовато-серые прочные;

Nis3 - верхнесарматский подъярус - верхний миоцен неогена.

Рис. 1. Геологический разрез морского берега Тарханкутского полуострова.

Таким образом, изученные в ходе исследования не волновые факторы – уклон подводного берегового склона, высота клифов и состав слагающих их пород, отмостка, ширина и гранулометрический состав пляжей – оказывают влияние на

усиление или ослабление волнового воздействия. В результате анализа каждого из вышеперечисленных факторов с последующей балльной оценкой их влияния на развитие берегов Тарханкутского полуострова была выявлена степень устойчивости каждого участка берега к размыву. Весь диапазон возможных величин (6–30 баллов) был условно разделен нами на три равные части, соответствующие неустойчивым, умеренно устойчивым и устойчивым берегам (Табл. 7).

Таблица 7.

Классификация берегов Тарханкутского полуострова по устойчивости к размыву и абразии

Сумма баллов	Устойчивость берега
6–13	Неустойчивые
14–21	Умеренно устойчивые
22–30	Устойчивые

На основании качественных различий побережье Тарханкутского полуострова было разделено на 50 участков. Для них выполнена балльная оценка устойчивости, отображенная на карте (Рис. 2).



Рис. 2. Устойчивость берегов Тарханкутского полуострова к абразии и размыву.

По сумме баллов наиболее устойчивы берега Узкой, Ярылгачской бухты и некоторых других участков. К этой категории относится и берег у

ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА К АБРАЗИИ И РАЗМЫВУ (КРЫМ)

п. г. т. Черноморское, который защищен от абразии берегоукрепительными сооружениями.

Устойчивые берега в исследуемом районе отсутствуют. Наибольшим распространением пользуются умеренно устойчивые берега, на них приходится около 90 % протяженности береговой линии. Такой устойчивостью обладают 42 участка берега.

ВЫВОДЫ

На усиление или ослабление волнового воздействия оказывают влияние не волновые факторы: ширина и гранулометрический состав пляжей, высота клифов и состав слагающих их пород, отмстка, уклон подводного берегового склона. Все эти факторы были оценены в баллах, которые показывают влияние данного фактора на степень устойчивости берегов к абразии и размыву.

Для выявления устойчивости берегов суммируются баллы, которыми оценивалось влияние каждого фактора. Так как каждый фактор оценивался пятью баллами (1–5), а количество факторов – шестью, то минимально возможная сумма составит 6 баллов, а максимальная – 30 баллов. Весь диапазон возможных величин (6–30 баллов) условно разделен нами на три равные части, соответствующие неустойчивым, умеренно устойчивым и устойчивым берегам.

В результате проведенной оценки было установлено, что значения суммы баллов изменялись от 10 до 20 баллов, они характеризуют берега как неустойчивые и умеренно устойчивые. Устойчивые берега в исследуемом районе отсутствуют. Наибольшим распространением пользуются умеренно устойчивые берега, на них приходится около 90 % протяженности всей изученной береговой линии. Из 50 участков, выделенных на основании качественных различий побережья Тарханкутского полуострова, 42 участка можно отнести к устойчивому типу берега.

Список литературы

1. Есин Н. В. Абразионный процесс на морском берегу. Л.: Гидрометеоздат, 1980. 200 с.
2. Зенкович В. П. Морфология и динамика берегов Черного моря. Том 2. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 216 с.
3. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 416 с.
4. Леонтьев О. К., Никифоров Л. Г., Сафонов Г. А. Геоморфология морских берегов. М.: МГУ, 1975. 385 с.
5. Леонтьев О. К. Основы геоморфологии морских берегов. М.: МГУ, 1961. 420 с.
6. Морская геоморфология. Терминологический справочник. М.: Мысль, 1980. 280 с.
7. Сафьянов Г. А. Динамика береговой зоны морей. М.: МГУ, 1973. 174 с.
8. Сафьянов Г. А. Инженерно-геоморфологические исследования на берегах морей. М.: МГУ, 1987. 150 с.
9. Симонов Ю. Г. Балльные оценки в прикладных географических исследованиях и пути их совершенствования. Вестник МГУ. Серия 5. География. 1997. Вып. 4. С. 7–10.
10. Сокольников Ю. Н. Инженерная морфодинамика берегов и ее приложение. Киев: Наукова думка, 1976. 228 с.

**DESCRIPTION OF RESISTANCE OF THE COAST OF TARKHANKUT
PENINSULA TO ABRASION AND EROSION (CRIMEA)**

Kuznetsov A. G., Pashkova N. G.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: Kuznetsov geom@mail.ru*

We have conducted studies of the coastal zone of Tarkhankut Peninsula, which located in the western part of the Crimean Peninsula. The total area of Tarkhankut Peninsula, located is 1500 km². The coastline is equal to 156 km. We investigated 130 km of which during the study of stability of the coasts of the Tarkhankut Peninsula to abrasion and erosion. During research work was carried out the study of both - surface and underwater part of the coastal zone. This allowed to determine a number of characteristics that contribute to defining the sustainability of the coast of Tarkhankut peninsula to abrasion and erosion. These characteristics include the width of the beaches, the granulometric composition of beaches, the slope of an underwater coastal slope, protection of the pavement and the height of the cliffs and the resistance of the rocks composing the cliffs of the coast. As a result, on the basis of the obtained data was compiled the map of stability of coasts of the Tarkhankut Peninsula to abrasion and erosion.

The beach protects coastal slope, lowering the rate of the abrasion process and plays the role of a natural regulator, maintaining average speed of abrasion and recession of banks. The beaches of the Tarkhankut Peninsula was divided into five categories on a scale depending on the width of the beach. The resulting scores reflect the degree of stability: the narrow beaches protect the shore from erosion, and wide beaches – quenched energy flow of the surf. According to the characteristics of granulometric structure of the beaches of Tarkhankut Peninsula, they was divided into five categories on a five point scale, where scores indicate the degree of stability of sediments of the beach to the sea. The larger beach material, the more resistant to erosion. The stability of the banks is in direct proportion to the slope of an underwater coastal slope. Accordingly, the smaller the gradient the more energy lost by the wave, resulting in its ability to produce erosion and abrasion of the banks is reduced. The combined analysis of the heights of the cliffs and the length of the coast of Tarkhankut Peninsula allowed to define the dependence of these characteristics and display the following pattern – *ceteris paribus*, the shore is receding slower in areas with greater height of the cliffs. We produced the classification cliffs of Tarkhankut Peninsula at the resistance of rocks to erosion and abrasion and identified five classes of rocks, which corresponds to a five-point scale. Scores reflect the degree of stability of banks depending on the composition of the rocks. The higher the score, the higher the resistance. The blind area of the Tarkhankut Peninsula consists of surface and submarine debris of rocks more than 1 m high. The Coast of the Tarkhankut Peninsula protected by a deck of 80–100 %, make up only about 3.5 % (4,55 km) of the length of the entire coastline.

The analysis of each of the above factors, followed by the ball impact on the development of the coast of the Tarkhankut Peninsula, identified the degree of resistance of each

ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГОВ ТАРХАНКУТСКОГО ПОЛУОСТРОВА К АБРАЗИИ И РАЗМЫВУ (КРЫМ)

section of the coast to erosion. On the basis of qualitative differences coast of the Tarkhankut Peninsula was divided into 50 sites. We performed a point evaluation of the stability of this sites, displayed on the map sustainability the coast of Tarkhankut Peninsula to abrasion and erosion. Sustainable banks in the study area do not exist. The widespread are moderately stable bank, they account for about 90 % of all coastline. Such stability have a bank in 42 sites.

Key words: bank, beach, cliff, deck, attrition, abrasion, stability of shores, Tarhankut peninsula.

References

1. Yesin N. V. Abrazionnyj protsess namorskomberegu (Abrasion process on the seashore). Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1980, 200p. (in Russian).
2. Zenkovich V. P. Morfologiya i dinamika beregov Chernomorya (The morphology and dynamics of coasts of the Black sea). T. 2. Moscow: Izd-vo AN SSSR (Publ.), 1960, 216p. (in Russian).
3. Zenkovich V. P. Osnovyucheniya o razvitiimorskikh beregov (Fundamentals of development of coasts). Moscow: Izd-vo AN SSSR (Publ.), 1962, 416p. (in Russian).
4. Leontyev O. C., Nikiforov L. G., Safonov G. A. Geomorfologiyamorskikh beregov (Geomorphology coasts). Moscow: MGU (Publ.), 1975, 385p. (in Russian).
5. Leontiev O. C. Osnovy geomorfologiiimorskikh beregov (Fundamentals of geomorphology of the sea coast). Moscow: MGU (Publ.), 1961, 420 p. (in Russian).
6. Morskaya geomorfologiya. Terminologicheskij spravochnik (Marine geomorphology. Glossary of terms). Moscow: Mysl' (Publ.), 1980, 280 p. (in Russian).
7. Safyanov G. A. Dinamika beregovoj zony morej (Dynamics of the coastal zone of the seas). Moscow: MGU (Publ.), 1973, 174 p. (in Russian).
8. Safyanov G. A. Inzhenerno-geomorfologicheskoe issledovaniye na beregah morej (Engineering and geomorphological research on the shores of the seas). Moscow: MGU (Publ.), Moscow, 1987, 150 p. (in Russian).
9. Simonov Y. G. Ball'nye otsenki v prikladnyh geograficheskikh issledovaniyah i puti ih sovershenstvovaniya (Score in applied geographic research and ways to improve them). Vestnik MGU. Seriya 5. Geografiya, 1997, no 4, pp. 7-10. (in Russian).
10. Sokolniki Y. N. Inzhenernaya morfodinamika beregov i ee prilozhenie (Engineering morphodynamics shores and its application). Kiev: Naukova Dumka (Publ.), 1976, 228 p. (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.

География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 198–206.

УДК 549(447.9)

МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ АПАТИТА И БРУШИТА В ПЕЩЕРАХ ТАВРСКАЯ И ЗМЕИНАЯ (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

Тищенко А. И.

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

В статье приведены данные о находках брусита и минералов группы апатита (гидроксилapatит, фторапатит) в составе полиминеральных корок в пещерах Таврская и Змеиная (Предгорный Крым). Минералы изучены с помощью ряда физических методов исследования – рентгеновский и микрозондовый анализы, ядерный магнитный и электронный парамагнитный резонансы, термические исследования. Генезис минералов рассматривается как результат замещения кальцита минералообразующими растворами, обогащенными фосфорной и серной кислотами. Находка брусита и фторапатита являются первыми в карстовых пещерах Крыма.

Ключевые слова: Предгорный Крым, карстовые пещеры, Таврская, Змеиная, брусит, гидроксилapatит, фторапатит.

ВВЕДЕНИЕ

Маршрутные минералогические наблюдения являются важной составной частью изучения карстовых полостей, однако, в большей степени вследствие эпизодического характера таких наблюдений минералогия карстовых полостей Предгорного Крыма оказалась изученной фрагментарно. Так, кальцитовый состав сталактитов и драпировок отмечен для пещер Предгорного Крыма [1, 2]. В последние годы по минералогии пещер Предгорного Крыма получены новые данные [3]. Кальцитовый состав натечных эпигенных образований определен для пещеры Мангупская-1. Среди хемогенных отложений в пещере Таврская распространены различные кальцитовые натечные образования и лунное молоко, образованные в вадозных условиях. Интересной является новая находка и описание субкавального (фреатического) кальцита в виде параллельно-шестоватых кор мощностью до 15 см в пещерах Таврская и Подарочная. Такой кальцит характерен для фреатических условий и «фаций» восходящих источников. В этой связи интересно указание Двойченко П. А. на, вероятно, также субкавальный кальцит в карстовых полостях в эоценовых отложениях южной части г. Симферополя: «Значительные массы желтого прозрачного кальцита натечного образования встречены нами в небольших пещерках близ г. Симферополя, против имения “Салгирка”. Здесь он покрывает слоем до 30 см потолок небольшой пещерки и при ударе рассыпается на конусообразные обломки с резкими штрихами. В соседних пещерах он является в виде лучистых масс, столбики которых оканчиваются гребнями ромбоэдра» [4].

Предметом данной статьи явилась находка сотрудниками Украинского института спелеологии и карстологии (Симферополь) гидроксилapatита

МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ АПАТИТА И БРУШИТА В ПЕЩЕРАХ ТАВРСКАЯ И ЗМЕИНАЯ (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, фторапатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ и брушита $\text{Ca}(\text{HPO}_4)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в пещерах Таврская и Змеиная (Предгорный Крым).

1. ФОСФАТЫ В КАРСТОВЫХ ПЕЩЕРАХ КРЫМА

Минералы группы апатита и брушит являются одними из самых обычных фосфатных минералов пещер и главными продуктами химических реакций между гуано летучих мышей и известняком. Также эти минералы обычно входят в состав полиминеральных псевдоморфоз по ископаемым костям, реже образуют монокристаллические агрегаты и спелеотемы [5].

В карстовых полостях Крыма до последнего времени находки брушита и фторапатита не были известны. Карбонатгидроксилапатит описан в глинистом заполнителе карстовых пещер Ени-Сала III и Скельская в виде образований шарообразной, цилиндрической и эллипсоидальной формы восково-желтого, янтарно-желтого, коричнево-бурого, лимонно-желтого, серого и розовато-белесого цвета [6]. Поверхность мелких зерен глянцевая, эмалевидная, более крупных зерен – матовая. Размер зерен 0.1–3.0 см. Зерна состоят из субмикроскопических индивидов. По мнению авторов, карбонатгидроксилапатит псевдоморфно замещает костные остатки, зубы и копролиты позвоночных животных, которые могли служить затравками для вторичной концентрации фосфата кальция в карбонатной среде при инфильтрации карстовых вод, мобилизовавших воднорастворимые фосфорнокислые соли из верхнеюрских отложений.

2. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Гидроксилапатит установлен в составе корок пещеры Таврская (образец t-38), гидроксилапатит, фторапатит и брушит – в составе полиминеральных корок пещеры Змеиная (образцы Z-12 и Z-14).

Пещера Таврская расположена в 2 км к северу от пос. Куйбышево (Бахчисарайский район). Вход находится в средней части южного 25-метрового обрыва Внутренней куэсты (г. Арман-Кая), образованной дат-инкерманскими известняками. Полость является фрагментом лабиринтовой сети, состоящей из двух параллельных галерей, соединенных относительно узкими ходами, и нескольких тупиковых боковых ходов. Общая длина ходов пещеры Таврской достигает 507 м. Вертикальная амплитуда полостей пещеры составляет 13 м, объем – 3000 м³. На сегодня это самая крупная пещера Предгорного Крыма [3].

Пещера Змеиная расположена в восточной части Внутренней гряды к юго-востоку от с. Левадки. Она имеет длину 310 м, площадь – 410 м², объем – 1300 м³. Полость заложена в нуммулитовых известняках эоцена (симферопольский региоярус), слабо наклоненных к западу-северо-западу и подстилаемых мергелями маастрихта. Вход в пещеру располагается в крутом восточном обрыве Внутренней куэсты, в глубоком поперечном кулуаре, который является частью пещеры, лишенной кровли. В плане пещера состоит из основного хода, в целом простирающегося на запад-северо-запад поперечно обрыву, но субпараллельно

другому обрыву этого выступа куэсты, проходящему в 100 м к юго-западу от пещеры, а также из небольших боковых ответвлений [3].

При исследовании пещер в 2009–2011 гг. спелеологами Украинского института спелеологии и карстологии (УИСК, г. Симферополь) были собраны в том числе и корки темно-коричневого цвета, которые участками покрывали натечные образования и стенки указанных пещер. Характеристика исследованных образцов приводится ниже.

Образец t-38 – представлен обломками корок темно-коричневого цвета толщиной до 1 мм с неровной бугристой поверхностью, которые сложены темно-бурым скрытокристаллическим минералом. На внутренней поверхности корок заметно слоистое параллельно-шестоватое строение подложки, на которое нарастали эти корки. На внешней поверхности корок участками развиты порошковатые агрегаты белого цвета.

Образцы Z-12 и Z-14 – аналогичны по внешнему виду и представлены обломками неправильной формы зональных корок. Их внутренние части представляют собой органогенно-обломочные карбонатные породы с выщелоченным цементом. Основная часть корок сложена светло-медово-коричневым скрытокристаллическим неяснослоистым минералом с пятнисто-рассеянным включением пленок минерала черного цвета (точно не диагностированные окислы или гидроокислы марганца); внешняя часть корок имеет более светлый, белесовато-коричневый цвет, их поверхность часто мелкотрещиноватая, с тонкими плёнками минерала черного цвета (точно не диагностированные окислы или гидроокислы марганца). Участками на внешней поверхности корок развиты белые и светло-серые порошковатые и игольчатые агрегаты гипса.

По внешнему виду все исследованные корки имеют, вероятно, контактово-метасоматический характер – на их сколе заметно реликтовое органогенно-обломочное строение замещенных известняков; здесь при наблюдении в бинокулярный микроскоп хорошо видны фрагменты породообразующих фораминифер (мелкие нуммулиты), копролитов и фекальных пеллет, обломки ископаемых раковин, замещенные бурым скрытокристаллическим веществом.

3. ДАННЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основными методами исследования были рентгенофазовый анализ (РФА) и ядерный магнитный резонанс (ЯМР ^1H , ^{19}F и ^{31}P). Дополнительными методами были электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), потери при прокаливании (п. п. п.) и микронзондовые исследования.

Съемка дифрактограмм проводилась в Институте геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко НАН Украины (установка ДРОН-4) и в Крымском отделении Украинского государственного геологоразведочного института (установка ДРОН-2) по стандартной методике.

МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ АПАТИТА И БРУШИТ В ПЕЩЕРАХ ТАВРСКАЯ И ЗМЕИНАЯ (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

Спектры ЯМР были записаны в ИГМР НАН Украины на импульсном спектрометре с Фурье-преобразованием AVANCE-400 (Bruker), а спектры ЭПР – на радиоспектрометре РЭ-1306. Все спектры были получены на порошкообразных образцах при комнатной температуре.

Исследование потерь при прокаливании проводили по стандартной методике в ИГМР НАН Украины.

Определение качественного химического состава минералов проводилось в аналитической лаборатории Минералогического музея им. А. Е. Ферсмана РАН (г. Москва). Условия анализа: сканирующий электронный микроскоп CamScan-4D с энергодисперсионным спектрометром LINK и управляющей системой ISIS. Режим съемки – ускоряющее напряжение 20 kV, ток зонда $3 \cdot 10^{-9}$ А, анализ – качественный, препарат – зерна, приклеенные на проводящую углеродную ленту, возможны небольшие пики Cu и Zn от подложки, к которой приклеена лента.

Образец t-38. По данным рентгеновского анализа, темно-бурый скрытокристаллический минерал корки является гидроксилapatитом. Основные линии рентгенограммы (в Å) исследуемого темно-бурого минерала и их относительные интенсивности (в скобках) 3.4451(5), 3.0742(4), 2.8095(10), 2.7273(7), 2.6428(4), 2.2690(3), 1.9435(3), 1.8846(3), 1.8412(4), 1.7212(2) соответствуют эталонному гидроксилapatиту [7].

На энергодисперсионном спектре в составе темно-бурого минерала наблюдаются только линии фосфора и кальция, что характерно для гидроксилapatита. Белые порошковатые агрегаты на поверхности корок при их рентгеновском изучении оказались гипсом (как по набору линий, так и по их интенсивности рентгенограмма исследуемого минерала идентична эталонному гипсу – ASTM 36–0432).

Образец Z-12. Для рентгенографических исследований из образца было отобрано три пробы, условно обозначенные как обр. Z-12-№1 – внутренняя зона образца, обр. Z-12-№2 – средняя зона, сложенная скрытокристаллическим коричневым минералом, и обр. Z-12-№3 – внешняя зона образца.

По данным рентгеновского изучения, в составе обр. Z12-№1 преобладает кальцит с примесью фторапатита и кварца. Кальцит и кварц – хорошей кристалличности, а фторапатит представлен слабокристаллическими либо наноразмерными зёрнами (основные рефлекссы несколько уширены). Линии рентгенограммы (в Å) и их относительные интенсивности 3.4205(2), 2.7973(8), 2.7736(6), 2.7029(3), 2.6206(2) и другие в целом соответствуют эталонному фторапатиту [7].

Светло-медово-коричневый скрытокристаллический минерал среднего слоя (обр. Z12-№2), по данным рентгеновского изучения, является гидроксилapatитом. Основные линии его рентгенограммы (в Å) и их относительные интенсивности (в скобках) 3.4369(3), 3.0878(5), 2.8134(10), 2.7839(9), 2.7256(3), 2.6322(3), 1.9446(4), 1.8425(3) соответствуют эталонному гидроксилapatиту [7]. Ряд характерных линий на рентгенограмме (с отражениями 3.0322, 2.6985 и другими) отнесены нами к примесям кальцита и гипса.

На энергодисперсионном спектре гидроксилapatита наблюдаются только линии фосфора и кальция.

По данным рентгеновского изучения, в составе обр. Z12-№3 преобладает гипс и брушит; в качестве примесей установлены кальцит и кварц, вероятно – фторapatит или гидроксилapatит. Все фазы низкокristаллические, основные их рефлексы существенно уширены, поэтому возможны погрешности при отнесении тех или иных рефлексов к одному или другому минералу, поэтому дополнительно при расшифровке рентгенограмм учитывались данные ЯМР и ЭПР.

Брушит установлен по характерным для него аналитическим отражениям 7.7557(10), 4.2565(3), 3.8759(2), 3.0844(3), 2.6547(1), 2.5424(2), 1.9221(1), которые близки к таковым для эталонного брушита из Pih Hole cave (Virginia, USA).

Образец Z-14. По данным рентгеновского анализа, коричневый скрытокристаллический минерал корки является гидроксилapatитом. Основные линии рентгенограммы (в Å) исследуемого коричневого минерала и их относительные интенсивности (в скобках) 3.4424(5), 3.0882(5), 2.8190(8), 2.7754(6), 2.6357(4), 2.2761(3), 2.0648(2), 1.9503(3), 1.8904(2), 1.8462(3), 1.8148(2), 1.7225(2) соответствуют гидроксилapatиту (Рентгенометрический определитель фосфатов, 1974).

На энергодисперсионном спектре гидроксилapatита наблюдаются только линии фосфора и кальция.

Данные ЯМР ^1H , ^{19}F , ^{31}P . Спектры ЯМР ^1H образцов Z12-№1, Z12-№2, Z-14 и t-38 оказались подобными. Они состоят из узкой ($\Delta\nu_{1/2} = 5$ кГц) и широкой ($\Delta\nu_{1/2} = 33$ кГц) компонент. Спектр обр. Z12-№3 заметно отличается от остальных. В нем четко проявляется дублет ($\Delta\nu_{1/2} \sim 40$ кГц) и узкая линия ($\delta = 7.2$ ppm, $\Delta\nu_{1/2} = 5$ кГц). Прогрев при 150°C приводит к резкому падению интенсивности (~ 5 раз) узкой линии и смещению ее на $\delta = 5.1$ ppm и уширению до $\Delta\nu_{1/2} = 9$ кГц. При этом уменьшается и интенсивность дублета ($\sim 20\%$). Эти данные указывают на то, что в образце присутствуют минералы, в составе которых имеются кристаллогидратные молекулы H_2O , OH-группы и адсорбированная вода. Интенсивности широкой компоненты (дублет с расщеплением 33 кГц) у всех образцов примерно в 2 раза меньше, чем в обр. Z12-№2. Эти оценки не относятся к обр. Z12-№3, т. к. он имеет дублет с другими параметрами. Прогрев обр. Z12-№2 до 150°C приводит к падению интенсивности дублета на 30%, а при прогреве до 200°C – на 40%. Узкая линия в этом образце, при прогреве до 200°C , падает по интенсивности, как и в обр. Z12-№3, и смещается с $\delta = 7.1$ ppm на $\delta = 5.1$ ppm, уширяется до 9 кГц. Дальнейший прогрев этого образца до 380, 550 и 650°C показал, что дублет исчезает при 380°C , а интенсивность узкой компоненты от OH-групп изменяется как 1; 0.55; 0.4 и 0.2 соответственно.

Таким образом, во всех образцах имеются кристаллогидратные молекулы H_2O , но с несколько разными дублетными расщеплениями. В обр. Z12-№3 параметры дублета близки к известному пейковскому дублету для гипса ($\Delta\nu_{1/2} = 44$ кГц). Дублетные линии в других образцах, по-видимому, связаны с наличием фазы брушита ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), так как в этом минерале имеются кристаллогидратные

МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ АПАТИТА И БРУШИТ В ПЕЩЕРАХ ТАВРСКАЯ И ЗМЕИНАЯ (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

молекулы воды, связанные водородными связями с ОН-группами. Такие молекулы воды обладают большей подвижностью, чем молекулы обычных кристаллогидратов, а значит, будут иметь меньшее дублетное расщепление в спектрах ЯМР. Присутствие фазы апатита во всех пробах существенно усложняет выявление дифракционных рефлексов структуры брушита. Возможно, что фаза брушита низкой кристалличности. Таким образом, данные ЯМР ^1H являются прямым доказательством наличия кристаллогидратных молекул воды не гипсового типа в остальных образцах. Наиболее вероятной кристаллогидратной фазой в данном случае является фаза брушита. Это подтверждается данными ЯМР ^{31}P , так как интенсивности сигналов фосфора в обр. Z12-№1,3 существенно меньше, чем в остальных пробах. В этих пробах преобладающей фазой являются кальцит и гипс, т. е. фазы, не содержащие фосфора. В остальных пробах преобладают апатит и брушит, и сигналы фосфора связаны с этими фазами. Сигналы ЯМР ^{19}F обнаружены во всех образцах, но они минимальны в обр. Z12-№2, т. е. образце, основной фазой которого является гидроксилapatит. Для некоторых образцов по спектрам ЯМР ^{19}F были определены содержания этого элемента. Они оказались равными для обр. Z12-№1,2,3; Z14-№1,2 0.04; 0.05; 0.2; 0.04 и 0.04 мас.% соответственно. Для этих образцов из спектров ЯМР ^1H было определено содержание кристаллогидратной воды брушитового типа, и оно оказалось приблизительно 4; 4; n; 2 и 3 мас.% соответственно.

Для обр. Z12-№2 были измерены потери при прокаливании. При 220, 380, 550 и 650°C п. п. п равны 4.8; 8.0; 11.2 и 12.2 мас.%, т. е. если отбросить низкотемпературные потери, то количество кристаллогидратной воды приблизительно 4 %, что близко к данным ЯМР.

Данные ЭПР. Спектры ЭПР исследуемых образцов показали наличие сигналов Mn^{2+} в структуре кальцита, и они оказались максимальными в обр. Z12-№1 и t-38. В других образцах интенсивность этих сигналов незначительна. Кроме того, в спектре обр. Z14-№2 присутствует компонента от карбонизированной органики угольного типа (одиночная линия на $g = 2.0035$). Интенсивность этой линии коррелирует с количеством черных вкрапленников. Следует отметить, что ни в исходных, ни в γ -облученных ($D = 5$ Мрад) образцах не выявлены сигналы ЭПР, которые характерны для природных апатитов. Эти данные показывают низкую кристалличность апатита всех исследуемых образцов.

ВЫВОДЫ

1. Определены парагенетические минеральные ассоциации в исследованных минеральных образованиях. Показано, что сквозными минералами всех типов являются минералы группы апатита – гидроксилapatит и в меньшей степени фторапатит. Предполагается, что сквозным минералом является и брушит. Основным минералом пробы Z12-№1 является кальцит, а пробы Z12-№3 – гипс.

2. Наиболее вероятно, что минеральные ассоциации этих типов образовались по кальциту (за исключением кварца) в результате воздействия минералообразующих растворов, обогащенных фосфорной и серной кислотами. Возможный механизм

минералообразования связан с переносом минералообразующих растворов в карстовые системы и кристаллизацией минералов группы апатита и брусита в результате понижения парциального давления CO_2 и изменения pH за счет растворения карбонатных пород.

Порошковатые агрегаты гипса, вероятно, являются современными инсоляционными образованиями.

3. Слабая кристалличность минералов группы апатита и брусита, выявленная при инструментальных минералогических исследованиях, связана, по-видимому, с их быстрым массовым осаждением из водных растворов в результате увеличения концентрации ионов Ca^{2+} при взаимодействии фосфатсодержащих растворов с кальцитом спелеотем и вмещающих известняков.

4. Находка брусита и фторапатита в составе минеральных корок в карстовых полостях Крыма является первой. Вероятно, дальнейшее изучение фосфатных минералов в пещерах Крыма, особенно на контактах известных локальных залежей гуано с известняками, позволит расширить число известных в пещерах Крыма минералов фосфора.

5. Наблюдаемый в исследуемых пещерах Предгорного Крыма факт развития минералов группы апатита и брусита в виде корок на стенах пещер и сталагмитов имеет определенный генетико-минералогический интерес. Так, для пещеры Таврская путем U/Th датирования установлена возрастная привязка периода завершения роста большинства сталагмитов – около 65 тыс. л. назад [3]. Таким образом, в исследованных пещерах имело место более позднее минералообразование (возможно, связанное с одним из верхнеплейстоценовых интерстадиалов) с участием фосфат- и сульфатсодержащих водных растворов, природа и источник которых требует дальнейшего изучения.

Автор выражает глубокую благодарность Карпенко В. Ю., Касаткину А. В. (Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН, г. Москва), Калиниченко А. М. (Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семеново НАН Украины, г. Киев) за проведение аналитических исследований, а также сотрудникам УИСК (Климчук А. Б., Тимохина Е. И. и другим) за предоставление минералогического материала для исследования.

Список литературы

1. Дублянский В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины. Киев: Наукова думка, 1980. 179 с.
2. Душевский В. П. Карстові порожнини Внутрішнього крестового пасма Криму // Фізична географія та геоморфологія. 1970. Вип. 4. С. 104–118.
3. Климчук А. Б., Тимохина Е. И., Амеличев Г. Н., Дублянский Ю. В., Шпетль К. Гипогенный карст Предгорного Крыма и его геоморфологическая роль. Симферополь: ДИАИПИ, 2013. 204 с.
4. Двойченко П. А. Минералы Крыма // Записки Крымского общества естествоиспытателей. 1914. Т. 4. 208 с.
5. Hill K., Forti P. Cave minerals of the world. Huntsville, Ala: National Speleological Society, 1997. 463 pp.

МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ АПАТИТА И БРУШИТ В ПЕЩЕРАХ ТАВРСКАЯ И
ЗМЕИНАЯ (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

6. Задорожная Л. П., Супрычев В. А. Гипергенный карбонатапатит (подолит) из заполнителя карстовых полостей верхнеюрских известняков Горного Крыма // Доклады АН СССР. 1971. Т. 199. № 5. С. 1142–1145.
7. Васильев Е. К., Кашаева Г. М., Ушаповская З. Ф. Рентгенометрический определитель минералов (класс фосфатов). М.: Наука, 1974. 206 с.

MINERALS OF THE APATITE GROUP AND BRUSHITEIN

THE TAVRSKAYA AND ZMEINAYA CAVES

(FOOTHILLS OF THE CRIMEA MOUNTAINS)

Tishchenko A. I.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol., Russian Federation
E-mail: Tishchenko.Alex@rambler.ru*

The article deals with a finding by the employees of the Ukrainian Institute of Speleology and Karstology (Simferopol) of Hydroxylapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, Fluorapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ and Brushite $\text{Ca}(\text{HPO}_4)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in the Tavrskaya and Zmeinaya caves (foothills of the Crimean mountains). The minerals have been found in dark fulvous and light brown polymineral crusts, which partly covered calcite speleothems and cave walls.

Minerals of the Apatite group and Brushite refer to the most common Phosphate minerals of caves and are the main products of chemical reactions between bat guano and limestone. Polymineral pseudomorphs on fossil bones usually contain these minerals; less often they form single-crystal aggregates and speleothems. These minerals form associations with Gypsum, Calcite and minerals of Manganese Oxides.

The mentioned minerals have been studied using X-ray phase and microprobe analysis, nuclear magnetic resonance, electron paramagnetic resonance and thermal analysis.

Weak crystallinity of the minerals of the Apatite group and Brushite, revealed during instrumental mineralogical research, is associated with their rapid mass deposition from aqueous solutions as a result of an increase in the concentration of Ca^{2+} ions during the interaction of phosphate-containing solutions with calcite speleothems and enclosing limestones.

Mineral associations with Brushite and minerals of the Apatite group have been formed on calcite under the influence of mineral-forming solutions enriched with phosphoric and sulfuric acids. A possible mechanism for the mineral formation is associated with a transfer of mineral-forming solutions to karst systems and crystallization of minerals of the Apatite group and Brushite as a consequence of CO_2 partial pressure drop and changes of pH due to the dissolution of carbonate rocks. This is the first finding of Brushite and Fluorapatite in the mineral crusts of the karst cavities of Crimea.

Development of minerals of the Apatite group and Brushite as a crust on cave walls and stalagmites in the examined caves of the foothills of the Crimean Mountains is of a particular genetic-mineralogical interest. For example, it has been established by means of the U/Th method for dating that growth of most stalagmites in the Tavrskaya cave ended approximately 65 thousand years ago. Thus, the later mineralization (possibly connected with one of the Upper Pleistocene interstadials), involving phosphate and sulfate-

containing aqueous solutions, the nature and source of which requires further study, took place in the examined caves.

Keywords: Crimea, foothills of the Crimean mountains, karst caves, Tavrskaya, Zmeinaya, Hydroxylapatite, Fluorapatite, Brushite.

References

1. Dublyansky V. N., Lomaev A. A. Karstovye pecshery Ukrainy (Karst Caves in Ukraine). Kiev: Naukova dumka (Publ.), 1980, 179 p. (in Russian).
2. Dyshevsky V. P. Karstovi porojnyyny Vnutrishnjogo kuestovogo pasma Krymy (Karst cavities of the internal cuesta ridge of Crimea). Fizychna geographia ta geomorphologiya, 1970, no. 4, pp. 104–118 (in Ukrainian).
3. Klimchouk A. B., Tymokhina E. I., Amelichev G. N., Dublyansky Y. V., Spötl C. Hypogennyi karst Predgornogo Kryma i ego geomorphologicheskaya rol' (Hypogenous karst of the foothills of the Crimean mountains and its geomorphological role). Simferopol: DIP (Publ.), 2013, 203 p.
4. Dvoichenko P. A. Mineraly Kryma (Minerals of the Crimea). Zapisky Krimskogo Obshchestva Estestvoisputateley, 1914, Vol. 4, 208 p.
5. Hill K., Forti P. Cave minerals of the world. Huntsville, Ala: National Speleological Society (Publ.), 1997, 463 p.
6. Zadorognaya L. P., Suprychev B. A. Hypergennyi karbonatphtorapatit (podolit) iz zapolnitelya karstovykh polostey verhnjejurskih izvestnakov Gornogo Kryma (Hypergenous Carbonate-rich Apatite (Podolit) from the aggregate of karstic cavities of Upper Jurassic limestones of the Crimean mountains). Doklady Akademii Nauk SSSR, 1971, Vol. 199, no 5, pp. 1142–1145 (in Russian).
7. Vasiljev E. K., Kashaeva G. M., Yshchapovskaya Z. F. Rentgenometrichesky opredelitel mineralov (fosfaty) (Roentgenometric determination of minerals (Phosphates)). Moscow: Nauka (Publ.), 1974, 206 p. (in Russian).

**РАЗДЕЛ 4.
ГЕОФИЗИКА И СЕЙСМОЛОГИЯ**

УДК 550.348.435

ОЧАГ ОЩУТИМОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В КРЫМУ 5 ИЮЛЯ 1984 ГОДА С

$M_w = 4.3$.

Пустовитенко Б. Г.

*Институт сейсмологии и геодинамики ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: bpustovitenko@mail.ru*

Представлены результаты решения механизма, параметров разрывообразования и динамических параметров очага ощутимого землетрясения, которое произошло в земной коре Южнобережного глубинного разлома на расстоянии 13 км от пгт. Артек в Крыму 5 июля 1984 г. Тип подвижки в очаге – вбросо-сдвиг с преобладанием сдвиговой компоненты.

Ключевые слова: механизм очага, nodальная плоскость, направленность излучения, разрывы, очаговая зона, амплитудный спектр, сейсмический момент, радиус дислокации, сброшенное напряжение, энергия дислокации, моментная магнитуда.

ВВЕДЕНИЕ

В эпоху современной сейсмологии, когда запись сейсмических колебаний почвы осуществляется цифровым способом регистрации, восстановление очаговых параметров сильных и умеренных землетрясений проводится достаточно оперативно и публикуется в Международном центре [1]. Для сбора же первичных аналоговых записей местных землетрясений прошлых лет часто требуется большой период времени. Так, для ощутимого главного толчка серии землетрясений в Крыму в 1984 году [2, 3] своевременно не удалось получить решение механизма очага из-за ограниченной статистики о знаках первых вступлений продольных волн на сейсмические станции. К настоящему времени, благодаря международному обмену данными, удалось собрать достаточно представительный материал по волновым формам землетрясения 05.07.1984 на сейсмических станциях в широком азимутальном створе. Это позволило надежно восстановить параметры механизма его очага и откорректировать динамические параметры очага с учетом направленности очагового излучения. В данной статье ретроспективно с позиций новых знаний рассмотрены процессы в очаге и очаговой зоне сложной серии землетрясений в Крыму в 1984 г.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

В 1984 году в центральной части Крымского сейсмоактивного региона в земной коре зоны Южнобережного глубинного разлома [4] произошла серия землетрясений, в диапазоне энергетических классов $K_{II}=5-11.4$, наиболее сильное из которых ощущалось 5 июля на Южном берегу Крыма [2]. Разрядка напряжений в очаговой зоне началась в июне 1984 г. и продолжалась до конца года. Всего региональной сетью станций было зарегистрировано более 200 подземных толчков, распределенных неравномерно в пространстве и во времени [2, 5]. По характеру выделения энергии серия землетрясений 1984 г. относится ко второму типу группируемости (по классификации Моги) [6], характерному для сложных последовательностей сейсмических событий центральной зоны Крымского региона [7].

Сейсмические колебания от главного землетрясения 5 июля 1984 г. в $03^h 07^m$ с $K_{II}=11.4$ были зарегистрированы всеми региональными сеймостанциями Крыма, а также многими удаленными – на расстояниях до 2750 км. Результаты определения основных параметров землетрясения, по данным различных центров обработки данных (агентств), мало отличаются друг от друга (Табл. 1). Наилучшая сходимость получена в оценках координат гипоцентров по данным региональной интерпретации в Крыму [3] и сводной обработки в Международном центре ISC [1]. Наибольшие расхождения отмечены в оценке глубины очага (h): от $h=10$ км до $h=33$ км. При этом $h=33$ км обычно означает, что очаг находился в пределах земной коры (без точной привязки к глубине).

Таблица 1.

Основные параметры ощутимого землетрясения 5 июля 1984 г. по данным Крыма и других сейсмологических агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	Гипоцентр					Энергетический класс, магнитуда	Источник
		φ°, N	λ°, E	δ $\varphi^\circ,$ $\delta \lambda^\circ$	h , км	δh , км		
Крым	03 07 16.9	44.49	34.46	0.05	18	5	$K_{II}=11.4, M_c=4.0, mb=4.2,$ $M_w=4.3^*$	[3]
MOS	03 07 15.4	44.56	34.43		33		$MS=3.7/2$	[1]
CSEM	03 07 18.0	44.43	34.30		10			[1]
NEIC	03 07 18.3	44.43	34.34		33		$mb=4.2$	[1]
ISC	03 07 16.1	44.50	34.48	0.05	20	7	$MS=3.7, mb=4.2$	[1]

* – по данным настоящей статьи

При обработке в Крыму использованы первичные сейсмограммы и только времена вступлений прямых волн (P_g, S_g), а также головных (P, S), для которых имеется надежный экспериментальный региональный годограф [8]. Использование только близких к очагу станций позволяет более уверенно

ОЧАГ ОЩУТИМОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В КРЫМУ 5 ИЮЛЯ 1984 ГОДА С $M_w=4.3$

фиксировать глубину очага. В связи с этим для решения обратной задачи восстановления очаговых параметров по записям сейсмических колебаний за координаты гипоцентра землетрясения 5 июля 1984 г. приняты параметры, полученные в Крыму: $\varphi=44^\circ.49$; $\lambda=34^\circ.46$; $h=18$ км [3].

Макросейсмический эффект от землетрясения 5 июля был отмечен в 23 населенных пунктах Крыма на расстояниях от инструментального эпицентра $13\div 29$ км [2]. Максимальная интенсивность $I = 3-4$ балла по шкале MSK-64 [9] отмечена в пгт. Артек на расстоянии 13 км от инструментального эпицентра. Расчетная интенсивность в эпицентральной зоне составила $I_0 = 4$ балла.

2. ОЧАГОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОСНОВНОГО ТОЛЧКА

Для решения механизма очага (Табл. 2) использованы знаки первых вступлений продольных волн на сейсмические станции, окружающие очаг в широком азимутальном створе. Определение двух возможных положений поверхности разрыва и осей главных напряжений, действующих в очаге, проведено по стандартной методике [10] в рамках дислокационной модели «двойной диполь». Углы выхода сейсмических волн определены для удаленных станций по годографу «ak135» [11], а для близких – по региональному годографу [8].

Таблица 2.

Параметры механизма очага землетрясения 5 июля 1984 г. с $K_{II}=11.4$

Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
			T		N		P		$NP1$			$NP2$		
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$
05 07	03 07 18	18	44	19	43	225	13	122	64	71	136	172	49	26

В соответствии с табл.2 и рисунком 1а, землетрясение произошло под действием горизонтальных ($PL_P=13^\circ$) напряжений сжатия, ориентированных диагонально ($AZM_P=122^\circ$).

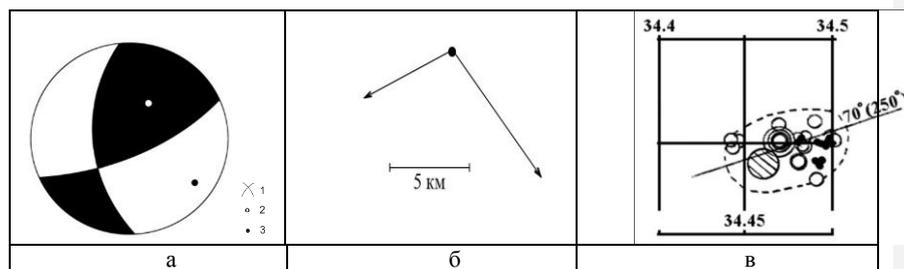


Рис. 1. Стереограмма механизма очага (нижняя полусфера) землетрясения 5 июля 1984 г. в: а – по знакам первых вступлений P -волн; б – процесс разрывообразования, в – эпицентральная зона первых афтершоков. 1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений растяжения и сжатия соответственно; зачернена область волн сжатия.

Одна из нодальных плоскостей $NP1$ крутопадающая ($DP = 71^\circ$) имела северо-восточное простирание ($STK=64^\circ$), а вторая $NP2$ с более пологим наклоном ($DP=49^\circ$) – близмеридиональное ($STK=172^\circ$). Тип подвижки в очаге: взбросо-сдвиг с преобладанием сдвиговой составляющей подвижки над взбросовой (Рис. 1,а). **Исследование процессов разрывообразования** в очаговой зоне землетрясения 1984 г. проведено с применением методики [12, 13], в которой очаг землетрясения рассматривается как протяженный движущийся от гипоцентра источник излучения сейсмических волн. Главной характеристикой для выявления очаговой природы продольных волн, наблюдаемых за первым вступлением P_i , является запаздывание τ времени пробега P_i максимальных колебаний P_{max} в определенных азимутах. Наименьшее запаздывание (τ_{min}) будет отмечено на станциях, расположенных в близком к направлению распространения разрыва азимуте, а наибольшее (τ_{max}) – в противоположном (источник «удаляется» от станции).

Азимутальная зависимость времен τ запаздывания максимальных фаз P_{max} колебаний в продольной волне по отношению к P -волне построена по записям на станциях, окружающих бассейн Черного моря. Использовались как первичные сейсмограммы землетрясения, так и сейсмологические бюллетени, в том числе международные.

Азимутальный годограф $\tau = f(Az^\circ)$ характеризует зависимость времени пробега очаговых волн P_i от длины разрыва, скорости его вспарывания, направления распространения разрыва по отношению к станциям регистрации.

Экспериментальный азимутальный годограф $\tau = f(Az)$ землетрясения 1984 г. имел два максимума в азимутах 320° и 69° [14], что согласно использованной методике [12] свидетельствует о двунаправленном процессе разрывообразования в очаговой зоне землетрясения: на юго-восток в азимуте $Az_1=140^\circ$ и на юго-запад в азимуте $Az_2=249^\circ$ (Рис. 1, в),

Наибольшая длина разрыва $L=11$ км получена в юго-восточном направлении ($Az_1=140^\circ$), длина второго разрыва юго-западного простирания ($Az_2=249^\circ$) – в 2 раза меньше (Табл. 3). Продолжительность процесса разрывообразования в очаговой зоне не превысила $2c$ в обоих направлениях при средней скорости вспарывания около 5 км/с.

ОЧАГ ОЩУТИМОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В КРЫМУ 5 ИЮЛЯ 1984 ГОДА С $M_w=4.3$

Таблица 3.

Параметры разрывообразования в очаговой зоне землетрясения 5 июля 1984 г. в $03^h07^m18^s$, $K_{\Pi}=11.4$

Дата			Az_1°	Az_2°	L_1 , км	L_2 , км	C_1 , км/с	C_2 , км/с	T_1 , с	T_2 , с
год	м	д								
1984	07	05	140	249	11	5	5.2	4.6	2	1.1

Сравнивая параметры механизма очага и процессов разрывообразования, можно отметить, что простирание одной из нодальных плоскостей $NP1$ ($STK=64^\circ$) соответствует направлению процесса разрывообразования в очаговой зоне (Рис. 1,б) в $Az=249^\circ(69^\circ)$ и ориентации большой оси эллипса афтершоков главного толчка ($Az=70^\circ\pm 5^\circ$) (Рис. 1,в). В связи с этим плоскость подвижки можно принять как наиболее вероятную (главную).

По параметрам механизма очага рассчитаны функции направленности излучения продольных P и поперечных S -волн, поправки за направленность излучения $R_{\theta\phi}$ для реальных станций регистрации: «Алушта» «Симферополь», «Севастополь» и «Ялта», записи которых использованы в данной работе для уточнения динамических параметров очага (Табл. 4), которые были ранее оценены без учета функции направленности [2, 16].

Таблица 4.

Значения $R_{\theta\phi}$ для землетрясения 5 июля 1984 г. в $03^h07^m18^s$, $K_{\Pi}=11.4$

Станция	Алушта	Симферополь	Севастополь	Ялта	
Тип волны	S	S	S	P	S
$R_{\theta\phi}$	0.70	0.65	0.77	0.09	0.8

Динамические параметры очага: M_0 – сейсмический момент, r_0 – радиус круговой дислокации, $\Delta\sigma$ – сброшенное напряжение, $\eta\bar{\sigma}$ – кажущееся напряжение, $\Delta\sigma_r$ – радиационное трение, ε – деформация сдвига, \bar{u} – средняя подвижка по разрыву, E_0 – энергия образования дислокации в очаге, M_w – моментная магнитуда. Востановлены по характеристикам амплитудных спектров записей сейсмических волн с использованием теоретической дислокационной модели Брюна [17].

В модели Брюна спектр объемной волны описывается тремя основными характеристиками: спектральной плотностью $\Omega_0(x, f)$, при $f \rightarrow 0$ ($T \rightarrow \infty$), углом наклона γ и угловой частотой f_0 :

Спектральная плотность $\Omega_0(x, f)$ пропорциональна сейсмическому моменту M_0 , а угловая частота f_0 – размеру круговой дислокации с радиусом r_0 .

Спектр записи землетрясения в точке наблюдения является суперпозицией параметров источника, характеристики регистрирующего прибора, среды на пути очаг-станция, направленности излучения. Для расчета по стационарным спектрам M_0

и r_0 использованы формулы [18]:

$$M_0 = \Omega_0 (4\pi\rho \cdot V^3) / R_{\phi\phi} \cdot G(\Delta, h) \cdot C(\omega) \cdot Sm(f) \quad (1),$$

где: Ω_0 – максимальное значение спектральной плотности при $f \rightarrow 0$; V и ρ – скорость распространения сейсмической волны и плотность пород в окрестности очага; $R_{\phi\phi}$ – направленность излучения из очага на станцию регистрации; $G(\Delta, h)$ – поправка за геометрическое расхождение; $C(\omega)$ – частотная характеристика земной коры под станцией, $Sm(f)$ – поправка за неупругое затухание в мантии.

$$r_0 = 2.34 \frac{V}{2\pi f_0} \quad (2),$$

где: f_0 – угловая частота, V – скорость сейсмической волны в окрестности очага.

Методика учета всех этих факторов при переходе от станционного спектра к спектру источника изложена в работах [16, 18].

По (1–2) рассчитаны значения сейсмического момента M_0 и радиуса дислокации r_0 , по ним, с использованием формул из работ [16, 20], определены все другие динамические параметры очага (Табл. 5).

Для переопределения очаговых параметров землетрясения 5 июля 1984 г. использованы амплитудные спектры аналоговых записей продольных и поперечных волн на сейсмических станциях Крыма: «Алушта» (ALU), «Симферополь» (SIM), «Севастополь» (SEV) и «Ялта» (YAL), взятые из [16] и вновь переинтерпретированные в рамках строгого соблюдения модели Брюна, особенно в части выделения угловой частоты.

В расчете скалярного сейсмического момента учтена поправка за направленность излучения $R_{\phi\phi}$ в соответствии с таблицей 4. Результаты уточненных динамических параметров очага изученного землетрясения 5 июня 1984 г. приведены в таблице 5. Расчет среднего геометрического X и дисперсии S выполнен, как и прежде [16], исходя из логнормального закона распределения величин. Поскольку индивидуальные станционные значения $\Delta\sigma_r$ имели знакопеременный характер, то их среднее значение по группе станций вычислено по среднегеометрическим для данного очага напряжениям $\Delta\sigma$ и $\eta\bar{\sigma}$ с использованием формулы [19]:

$$\sigma_r = \frac{1}{2} \Delta\sigma - \eta\bar{\sigma}.$$

Таблица 5.
Уточненные динамические параметры очага землетрясения 05.07.1984:
 $t_0 = 3$ ч 47 мин 16 с; $\varphi = 44.49^\circ$, $\lambda = 34.46^\circ$; $h = 18$ км; $K_{II} = 11.4$

Станция	Волна, (составляющая)	Δ , км	$\Sigma \Omega_0 \cdot 10^{-6}$, мс	f_0 , Гц	$M_0 \cdot 10^{13}$, Н·м	r_0 , км	$\Delta \sigma_r \cdot 10^5$, Па	$\varepsilon \cdot 10^{-6}$	$u \cdot 10^{-2}$, м	$\eta \sigma \cdot 10^5$, Па	$\Delta \sigma_r \cdot 10^5$, Па	$E_u \cdot 10^6$, эрг	M_w^*
ALU	S(N+E)	22	89	2.0	384	0.67	55.7	186	9.06	4.93	22.9	3.56	4.33
SEV	S(N)	62	30	1.05	407	1.28	8.56	28.5	2.65	4.65	-0.37	0.58	4.34
SIM	S(N)	58	60	1.28	442	1.05	16.8	56.1	4.27	4.28	4.13	1.24	4.37
YAL	P(Z)	24	2	2.5	456	0.93	24.7	82.3	5.58	4.15	8.2	1.88	4.38
YAL	S(E)	24	40	1.3	196	1.03	7.81	26.0	1.95	9.66	-5.76	0.26	4.13
X-среднее геометрическое					362	0.97	17.3	57.6	4.07	5.23	3.28	1.05	4.31
S- дисперсия					0.07	0.05	0.15	0.16	0.12	0.07		0.19	0.07

3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сравнивая полученные новые результаты (Табл. 5) и опубликованные в [16], можно отметить, что введение в расчеты поправок за направленность излучения $R_{\theta\phi}$ существенно улучшило внутреннюю сходимость станционных определений сейсмических моментов M_0 и, соответственно, других динамических параметров, вычисленных с использованием значений M_0 . Наименьшие стандартные отклонения в новой интерпретации получены для радиусов круговой дислокации r_0 . При этом средние значения r_0 возросли в 2 раза, по сравнению с прежними определениями [2, 16], что привело к уменьшению расчетных значений сброшенных напряжений и деформаций сдвига в 5 раз и средней подвижки по разрыву в 3 раза, приблизив их значения к средним долговременным величинам для данного энергетического уровня. По сравнению с [2,16], в данной работе впервые дополнительно восстановлены значения кажущегося напряжения $\eta\sigma$, радиационного трения $\Delta\sigma_r$, энергии образования дислокации в очаге E_u и моментной магнитуды M_w (Табл. 4). Их средние определения также получены с малой дисперсией $S < 0.2$. Полученное положительное значение радиационного трения $\Delta\sigma_r > 0$ может свидетельствовать [19] о гладком скольжении по разрыву, подготовленному предшествующими более слабыми форшоками в очаговой зоне.

Откорректированные основные динамические параметры очагов M_0 и r_0 полностью соответствуют средним долговременным зависимостям от энергии землетрясений [21]:

$$\lg M_0 = 0.645(\pm 0.027) \cdot K_{II} + 15.142(\pm 0.271), \rho = 0.99$$

$$\lg r_0 = 0.112(\pm 0.011) \cdot K_p - 1.293(\pm 0.107), \rho = 0.93,$$

где: ρ – коэффициент корреляции.

С учетом новых определений (Табл. 5) откорректирована база данных по очаговым параметрам для их дальнейшего использования как в научных фундаментальных исследованиях, так и прикладных задачах инженерной сейсмологии, в частности, при моделировании сильных сейсмических воздействий от землетрясений Крыма в соответствии с методикой [22].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ощутимое землетрясение, произошедшее 5 июля 1984 г. в земной коре Южнобережного разлома вблизи Южного берега Крыма, возникло под действием близгоризонтальных сил сжатия диагонального направления. В очаге произошла взбросо-сдвиговая подвижка с преобладанием сдвиговой составляющей над взбросовой. Сброшенное и кажущееся напряжения соответственно составили 17 и 5 бар ($17.3 \cdot 10^5$ Па и $5.2 \cdot 10^5$ Па). Скольжение по берегам разрыва было гладким, о чем свидетельствует положительное значение радиационного трения $\Delta\sigma_r \sim 3 \cdot 10^5$ Па. Процесс разрушения среды в очаговой зоне продолжался не более 2 с и развивался в двух направлениях: юго-западном ($Az_1 = 249^\circ$), и юго-восточном ($Az_2 = 140^\circ$), со скоростями около 5 км/с. В очаге землетрясения с радиусом круговой дислокации $r_0 \sim 1$ км произведена работа, эквивалентная сейсмическому моменту $M_0 = 3.62 \cdot 10^{15}$ Н·м для смещения берегов разрыва u на 4 см. При этом энергия дислокации E_u составила $10.5 \cdot 10^{15}$ эрг, а моментная магнитуда – $M_w = 4.3$. Общая деформация среды в очаговой зоне соответствовала $\epsilon = 5.8 \cdot 10^{-5}$.

Простирание одной из нодальных плоскостей NPI ($STK = 64^\circ$) близко к направлению процесса разрывообразования в очаговой зоне в $Az = 249^\circ (69^\circ)$ и ориентации большой оси эллипса афтершоков главного толчка ($Az = 70^\circ \pm 5^\circ$). В связи с этим плоскость подвижки можно принять как наиболее вероятную (главную).

Список литературы

1. International Seismological Centre: On-line Bulletin 1984 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.isc.ac.uk>.
2. Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е., Пантелеева Т. А. Землетрясения Крыма в 1984 г. // Землетрясения в СССР в 1984 г. М.: Наука, 1987. С. 11–19.
3. Свидлова В. А., Сыкчина З. Н. Каталог и подробные данные о землетрясениях Крымско-Черноморского региона за 1984 г. // Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССН СССР (Крым Карпаты) за 1984 г. Киев: Наукова думка, 1987. С. 4–122.
4. Борисенко Л. С., Пустовитенко Б. Г., Вольфман Ю. М., Дублянский В. Н., Новик Н. Н. Некоторые методические аспекты сейсмического районирования областей новейшего горообразования и сопредельных территорий (на примере Крыма) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. 1995. Вып. 2–3. С. 27–45.
5. Пустовитенко Б. Г., Лушник А. В., Боборыкина О. А., Кульчицкий В. Е., Можжерина А. В.,

ОЧАГ ОЩУТИМОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В КРЫМУ 5 ИЮЛЯ 1984 ГОДА С $M_w=4.3$

- Насонкин В. А., Панков Ф. Н., Поречнова Е. И., Пустовитенко А. А., Тихоненков Э. П., Швырло Н. И. Мониторинг сейсмических процессов в Крымско-Черноморском регионе. Севастополь: НПЦ ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. 364 с.
- Mogi K. Source locations of elastic chocks in the fracturing process in rocks // Bull. Seismol. Soc. Japan. 1968. V. 46, № 5. P. 1103–1125.
 - Пустовитенко Б. Г. Некоторые свойства сложных последовательностей землетрясений Крыма // Геодинамика. 2011. № 2 (11). С. 257–262.
 - Кульчицкий В. Е., Сафонова Г. П., Свидлова В. А. Годографы сейсмических волн Крымско-Черноморских землетрясений // Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССН СССР (Крым – Карпаты) за 1983 г. Киев: Наукова думка, 1986. С. 94–103.
 - Шебалин Н. В. Об оценке сейсмической интенсивности // Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. М.: Наука, 1975. С. 87–109.
 - Балакина Л. А., Введенская А. В., Голубева Н. В., Мишарина Л. А., Широкова Е. И. Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. М.: Наука, 1972. 198 с.
 - Kennet B. L. N. Seismological Tables: ak135 // Research School of earth Sciences Australian national University. Canberra: ACT0200, 2005. pp. 80.
 - Горбунова И. В., Бойчук А. Н., Доцев Н. И., Кальметьева З. А., Капитанова С. А., Кучай О. А., Михайлова Н. Н., Пустовитенко Б. Г., Симбирева И. Г., Товмасын А. К. Интерпретация очаговых волн на записях землетрясений. М.: Наука, 1992. 130 с.
 - Gorbunova I. V., Pustovitenko B. G. A new method of Study Complex Seismic Rupturing // Geophysics J. 1998. Vol. 17. P. 453–463.
 - Пустовитенко Б. Г., Капитанова С. А. К вопросу об изучении современной геодинамики Черного моря по очаговым параметрам землетрясений // Геодинамика Крымско-Черноморского региона. Симферополь: ИГ НАНУ, КЭС, 1997. С. 112–115.
 - Pustovitenko B. G., Kapitanova S. A., Panteleeva T. A. Development of the earthquake focal zone on July 5, 1984 in the Crimea // General assembly ESC. 1989. Vol. XXI. P. 415–430.
 - Пустовитенко Б. Г., Пантелеева Т. А. Спектральные и очаговые параметры землетрясений Крыма. Киев: Наукова думка, 1990. 251 с.
 - Brune J. N. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquake // J. Geophys. Res. 1970. № 26. P. 4997–5009.
 - Аптекман Ж. Я., Белавина Ю. Ф., Захарова А. И., Зобин В. М., Коган С. Я., Корчагина О. А., Москвина А. Г., Поликарпова Л. А., Чепкунас Л. С. Спектры Р-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Переход от стационарного спектра к очаговому и расчет динамических параметров очага // Вулканология и сейсмология. 1989. № 2. С. 66–79.
 - Костров Б. Механика очага тектонического землетрясения. М.: Наука, 1975. 179 с.
 - Hanks T. C., Kanamori H. A moment magnitude scale // J. Geophys. Res. 1979. № 35. P. 2348–2350.
 - Пустовитенко Б. Г., Пустовитенко А. А., Капитанова С. А., Поречнова Е. И. Пространственные особенности очаговых параметров землетрясений Крыма // Сейсмичность Северной Евразии. Обнинск: ГС РАН, 2008. С. 238–242.
 - Пустовитенко Б. Г., Мерзей Е. А. К прогнозу ожидаемых сейсмических воздействий от сильных землетрясений Крыма // Доповіді Національної академії наук України. 2014. № 5. С. 102–109.

THE SOURCE OF THE 5 JULY, 1984, PERCEPTIBLE EARTHQUAKE IN CRIMEA, WITH $M_w=4.3$.

Pustovitenko B. G.

*Institute of seismology and geodynamics, V. I. Vernadsky CFU, Simferopol, Russian Federation
E-mail: bpustovitenko@mail.ru*

The results of the solution of focal mechanism, rupturing parameters and dynamic source parameters of the 5 July 1984 perceptible earthquake in Crimea, which occurred in the earth's crust of the south coast deep fault at a distance of 13 km from the village of Artek

are presented. The type of shift in the source is an upthrust with a predominance of shear components. The stretch of one of the nodal planes ($STK = 64^\circ$) corresponds to the direction of the process of faulting in the focal zone in $Az = 249^\circ$ (69°) and the orientation of the major axis of the ellipse of the main shock aftershocks ($Az = 70^\circ$). In this regard, this shift plane can be taken as the most probable. Taking into account the focal mechanism solution and direction of the seismic radiation at the registration station the amplitude spectra of seismic body waves and the source dynamic parameters have been reinterpreted. Introduction of corrections for radiation orientation $R\theta\phi$ to the calculations has significantly improved the internal convergence of the station determination of seismic moments M_0 and respectively, other dynamic parameters, calculated using the values of M_0 . The smallest standard deviations for the new interpretation have been obtained for the circular dislocation radius r_0 . Herewith the average values r_0 increased 2 times as compared with the previous values, which led to a five-fold reduction in the calculated values of the released stress and shear strain and a three-fold reduction in average shift progress, bringing their values to the average long-term values for the given energy level. Adjusted basic dynamic source parameters M_0 and r_0 fully correspond to the average long-term dependencies on the earthquake energy. In addition to the previous values assessment of the values of the apparent stress, radiation friction $\Delta\sigma_r$, the energy of dislocation formation in the source E_u and moment magnitude M_w is given.

The obtained positive value of the radiation friction $\Delta\sigma_r > 0$, indicates a smooth slide along the main break, prepared by the previous weaker foreshocks in the focal zone.

Keywords: focal mechanism, nodal plane, radiation direction, breaks, focal zone, the amplitude spectrum, seismic moment, the radius of the dislocation, stress drop, the energy of the dislocation, the moment magnitude

Reference

1. International Seismological Centre: On-line Bulletin 1984 [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.isc.ac.uk>. (in English).
2. Pustovitenko B. G., Kul'chitskij V. E., Panteleeva T. A. Zemletryaseniya Kryma v 1984 g. (Earthquakes of the Crimea in 1984) // Zemletryaseniya v SSSR v 1984 g. Moscow: Nauka (Publ.), 1987, pp. 11–19. (in Russian).
3. Svidlova V. A., Sykchina Z. N. Katalog i podrobnye dannye o zemletryasenyah Krymsko-Chernomorskogo regiona za 1984 g. (The catalog and detailed data on earthquakes of the Crimean and Black Sea region for 1984) // Seismologicheskij byulleten' Zapadnoj territorial'noj zony ESSN SSSR (Krym-Karpaty) za 1984 g. Kiev: Naukova dumka (Publ.), 1987, pp. 4–122. (in Russian).
4. Borisenko L. S., Pustovitenko B. G., Vol'fman YU. M., Dublyanskij V. N., Novik N. N. Nekotorye metodicheskie aspekty sejsmicheskogo rajonirovaniya oblastej novejshego goroobrazovaniya i sopredel'nyh territorij (na primere Kryma) (Some methodical aspects of seismic division into districts of areas of the latest mountain building and adjacent territories (on the example of Crimea)) // Sejsmichnost' i sejsmicheskoe rajonirovanie Severnoj Evrazii, 1995, Vyp. 2–3, pp. 27–45. (in Russian).
5. Pustovitenko B. G., Lushchik A. V., Boborykina O. A., Kul'chitskij V. E., Mozhzherina A. V., Nasonkin V. A., Pankov F. N., Porechnova E. I., Pustovitenko A. A., Tihonenkov E. P., Shvyrlo N. I. Monitoring sejsmicheskikh protsessov v Krymsko-Chernomorskom regione (Monitoring of seismic processes in the Crimean Black Sea region). Sevastopol': NPTS EKOSI-Gidrofizika (Publ.), 2014, 364 p. (in Russian).

6. Mogi K. Source locations of elastic chocks in the fracturing process in rocks // *Bull. Seismol. Soc. Japan*, 1968, V. 46, no 5, P. 1103–1125. (in English).
7. Pustovitenko B. G. Nekotorye svoystva slozhnyh posledovatel'nostej zemletryasenij Kryma (Some properties of complex sequences of earthquakes of Crimea) // *Geodinamika*, 2011, no 2 (11), pp. 257–262. (in Russian).
8. Kul'chitskij V. E., Safonova G. P., Svidlova V. A. Godografy sejsmicheskikh voln Krymsko-Chernomorskikh zemletryasenij (Year graphs of seismic waves of Crimean Black Sea earthquakes) // *Seismologicheskij byulleten' Zapadnoj territorial'noj zony ESSN SSSR (Krym-Karpaty) za 1983 g.* Kiev: Naukova dumka (Publ.), 1986, pp. 94–103. (in Russian).
9. Shebalin N. V. Ob otsenke sejsmicheskoy intensivnosti (On estimate of seismic intensity) // *Sejsmicheskaya shkala i metody izmereniya sejsmicheskoy intensivnosti*. Moscow: Nauka (Publ.), 1975, pp. 87–109. (in Russian).
10. Balakina L. A., Vvedenskaya A. V., Golubeva N. V., Misharina L. A., Shirokova E. I. Pole uprugih napryazhenij Zemli i mekhanizm ochagov zemletryasenij (Elastic stress field of the Earth and the mechanism of earthquake sources). Moscow: Nauka, 1972. 198 s. (in Russian).
11. Kennet B. L. N. Seismological Tables: ak135 // *Research School of earth Sciences Australian national University*. Canberra: ACT0200 (Publ.), 2005, pp. 80. (in English).
12. Gorbunova I. V., Bojchuk A. N., Dotsev N. I., Kal'met'eva Z. A., Kapitanova S. A., Kuchaj O. A., Mihajlova N. N., Pustovitenko B. G., Simbireva I. G., Tovmasyan A. K. Interpretatsiya ochagovykh voln na zapisyah zemletryasenij (Interpretation of focal waves of earthquake records). Moscow: Nauka (Publ.), 1992, 130 p. (in Russian).
13. Gorbunova I. V., Pustovitenko B. G. A new method of Study Complex Seismic Rupturing // *Geophysics J.*, 1998, Vol. 17, pp. 453–463. (in English).
14. Pustovitenko B. G., Kapitanova S. A. K voprosu ob izuchenii sovremennoj geodinamiki Chernogo morya po ochagovym parametram zemletryasenij (On the question of the study of modern geodynamics of the Black Sea by the focal parameters of earthquakes) // *Geodinamika Krymsko-Chernomorskogo regiona*. Simferopol': IG NANU, KES (Publ.), 1997, pp. 112–115. (in Russian).
15. Pustovitenko B. G., Kapitanova S. A., Panteleeva T. A. Development of the earthquake focal zone on July 5, 1984 in the Crimea // *General assembly ESC*, 1989, Vol. XXI, pp. 415–430. (in English).
16. Pustovitenko B. G., Panteleeva T. A. Spektral'nye i ochagovye parametry zemletryasenij Kryma (Spectral and focal parameters of earthquakes in Crimea). Kiev: Naukova dumka (Publ.), 1990. 251 p. (in Russian).
17. Brune J. N. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquake // *J. Geophys. Res.*, 1970, no 26, pp. 4997–5009. (in English).
18. Aptekman ZH. YA., Belavina YU. F., Zaharova A. I., Zobin V. M., Kogan S. YA., Korchagina O. A., Moskvina A. G., Polikarpova L. A., Shepkunas L. S. Spektiry R-voln v zadache opredeleniya dinamicheskikh parametrov ochagov zemletryasenij. Perekhod ot stantsionnogo spektra k ochagovomu i raschet dinamicheskikh parametrov ochaga (Spectra of P-waves in the problem of determining the dynamic parameters of earthquake sources. The transition from the station range to the focal range and calculation of source dynamic parameters) // *Vulkanologiya i seismologiya*, 1989, no 2. pp. 66–79. (in Russian).
19. Kostrov B. *Mekhanika ochaga tektonicheskogo zemletryaseniya*. Moscow: Nauka (Publ.), 1975. 179 p. (in Russian).
20. Hanks T. C., Kanamori H. A moment magnitude scale // *J. Geophys. Res.*, 1979, no 35, pp. 2348–2350. (in English).
21. Pustovitenko B. G., Pustovitenko A. A., Kapitanova S. A., Porechnova E. I. Prostranstvennye osobennosti ochagovykh parametrov zemletryasenij Kryma (Spatial features of focal parameters of the Crimean earthquakes) // *Sejsmichnost' Severnoj Evrazii*. Obninsk: GS RAN (Publ.), 2008, pp. 238–242. (in Russian).
22. Pustovitenko B. G., Merzhej E. A. K prognozu ozhidaemykh sejsmicheskikh vozdeystvij ot sil'nykh zemletryasenij Kryma // *Dopovidi Natsional'noj Akademii Nauk Ukrainy*, 2014, no 5. pp. 102–109. (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.
География. Геология. Том 3 (69). № 2. 2017 г. С. 218–242.

УДК 550.3:355/359:004.9

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ

Кульчицкий В. Е.

Государственное автономное учреждение Республики Крым «Крымский экспертный совет по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений», Симферополь, Российская Федерация

E-mail: vekkes@rambler.ru

В статье представлены результаты количественного анализа землетрясений и войн. Анализ закономерностей и тенденций, присущих землетрясениям, историческим битвам и сражениям Западной и Центральной Европы за период XIII–XIX вв., показывает их сходство по многим однотипным параметрам. На основе разработанных автором клеточно-автоматных моделей проведен численный расчет каталогов модельных землетрясения и военных сражений. В объеме представленной информации результаты моделирования соответствуют всем приведенным эмпирическим закономерностям и тенденциям. Делается вывод о том, что землетрясения и войны можно описывать феноменологическими моделями одинаковой структуры с различными источниками.

Ключевые слова: землетрясения, войны, битвы, сейсмичность, моделирование, клеточные автоматы.

ВВЕДЕНИЕ

Среди различных явлений природы выделяется особый класс, который можно назвать классом экстремальных явлений. Это пробой в диэлектриках при высоких напряжениях, взрыв атомной бомбы при достижении критической массы, различные химические взрывные реакции, эпидемии и многие другие явления.

В геофизическом среде к экстремальным явлениям относятся землетрясения. В историческом процессе также встречаются экстремальные явления: вооруженные конфликты – войны и революции. Они отличаются от иных исторических событий тем, что за короткое время насильственно лишаются жизни тысячи людей. По данным Урланиса Б., число погибших от войн в XVII веке составило 950 тысяч человек, в XVIII веке – около 1.5 млн человек, в наполеоновских войнах людские потери составили около 900 тыс. [1]. История человечества – это, в основном, история войн.

Обе среды – геофизическую и социум – можно рассматривать как некоторые различные по своей природе открытые динамические системы. Землетрясения и войны как раз дают возможность количественного изучения свойств этих сред.

Как будет показано ниже, между сейсмическими и экстремальными историческими событиями – сражениями и битвами – наблюдается сходство количественных закономерностей и тенденций однотипных параметров. Естественно, в этом сходстве нет оснований усматривать причинную связь между столь разными по природе событиями. В самом деле, сходство этих событий прослеживается из простых интуитивных соображений. В геофизических средах состояние среды можно количественно описать некоторой энергетической величиной – плотностью внутренней энергии. При достижении этой величины критического энергетического уровня («энергетической прочности» по

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. МОДЕЛИРОВАНИЕ

терминологии Ризниченко Ю. В. [2]) происходит быстрый переход на нижний энергетический уровень с высвобождением энергии. Это событие мы называем землетрясением. В социуме наблюдаются аналогичные явления. В процессе накопления социального «напряжения» может быть реализовано такое состояние, когда «напряжение» достигает предельного уровня и происходит его «разрядка» в виде войны или революции. Эти соображения послужили стимулом для количественного изучения вооруженных конфликтов и построения адекватных математических моделей.

1. ИССЛЕДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЕЙСМИЧНОСТИ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ИСТОРИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ

1.1. Землетрясения

Будем описывать коровые землетрясения множеством точек в четырехмерном пространстве: двумя пространственными координатами (географическими координатами эпицентров: φ – широта, λ – долгота), t – временами возникновения землетрясений, M – магнитудами. Для упрощения задачи можно не учитывать глубин и размеров очагов землетрясений, так как их величины значительно меньше размеров сейсмических регионов. Таким образом, землетрясение будем описывать в четырехмерном дискретном пространстве параметров (t, φ, λ, M) .

1.2. Войны

Характер ведения войн различен в зависимости от исторического этапа и уровня развития цивилизации человечества, региона, этнического и религиозного состава населения, техники и искусства ведения войн. В грубом приближении наиболее однородным является регион Западной и Центральной Европы доиндустриального исторического периода.

Войны отличаются от других социальных катаклизмов достаточной длительностью. Как правило, война состоит из ряда военных относительно кратковременных действий, которые принято называть битвами, сражениями, вооруженными столкновениями. Будем рассматривать, следуя классификации Дюпуи Т. [3], два вида военных действий: битву и бой, которые решают оперативные и тактические задачи соответственно. Как показывает опыт выполнения таких задач, времена реализации битв иногда составляют недели, боев – несколько дней. В соответствии с этой классификацией, количество сражающихся исчисляется десятками и сотнями тысяч человек. В предлагаемой работе под «вооруженными конфликтами» будем понимать относительно кратковременные (несколько часов или дней) вооруженные столкновения противоборствующих сторон, в которых участвуют десятки и более тысяч воинов. Таким образом, рассматриваются вооруженные столкновения достаточно большого масштаба. Можно пренебречь пространственными и временными «размерами» этих событий (ареной поля боя и длительностью сражения) и полагать их пренебрежимо малыми по сравнению с размерами территорий и интервалами времен, на которых

мы их изучаем. Понятию «вооруженный конфликт» придадим математический смысл, будем описывать, как и землетрясение, двумя пространственными координатами (географическими координатами центра поля сражения: φ – широта, λ – долгота), t – временем начала сражения. В качестве динамического параметра нам представляется разумным выбрать величину S – общее количество участников сражения [4]. Таким образом, военное событие (битва, бой) можно описать точкой в четырехмерном пространстве параметров (t, φ, λ, S) . Поскольку в настоящей работе приводятся сравнительные характеристики множества землетрясений и вооруженных столкновений, будем в дальнейшем называть их кратко – «событиями». На графиках для краткости, вместо «вооруженные столкновения», будем обозначать «битвы».

1.3. Исходные данные

Для работы с информацией, полученной из наблюдений, необходим правильный выбор репрезентативного материала. В зависимости от условий наблюдений, техники эксперимента и других особенностей получения и обработки информации, данные неоднородны по своему составу. Репрезентативность предполагает выбор однородного и значимого материала.

Сейсмичность на земном шаре распределена неравномерно. Отдельные, относительно изолированные друг от друга сейсмические области называются сейсмическими регионами. В данной статье используются, в основном, материалы исследования сейсмичности Крымско-Черноморского региона. Закономерности для Крымско-Черноморского региона, которые здесь представлены, характерны не только для этого региона. Источником информации о землетрясениях Крымско-Черноморского региона служили монография [5], периодические публикации каталогов Крымско-Черноморского региона, База данных землетрясений Крымско-Черноморского региона [6]. В настоящей работе использована репрезентативная информация о землетрясениях Крымско-Черноморского региона из наиболее сейсмоактивного его участка с координатами $\varphi=43.5^{\circ}$ – 45.5° , $\lambda=31.5^{\circ}$ – 36.0° , время наблюдений с 1955 по 2016 гг., количество репрезентативных землетрясений с магнитудой $M \geq 0.75$ равно 1286. Были использованы также данные о землетрясениях некоторых регионов Земли.

Сведения о вооруженных конфликтах мировой истории рассеяны по многочисленным источникам. Данные о военных событиях чрезвычайно разнородны. Особенно это касается древней истории. При анализе репрезентативности исторической информации были использованы многочисленные источники [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 и др.]. Проводился критический анализ информации о каждом событии, предпочтение отдавалось источникам, которые ранее подвергались критическому анализу. Кроме того, большая степень доверия относилась к опубликованным независимым первичным источникам, учитывалась величина разброса данных, особенно параметра S , по различным источникам для каждого события и т. д. В результате

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. МОДЕЛИРОВАНИЕ

такого анализа для источников был определен индекс достоверности по пятибалльной шкале.

При выборе репрезентативной информации параметр S оказался жестко ограниченным снизу. На финальном этапе были отобраны события с такими ограничениями: по регионам – Западная и Центральная Европа, по времени – XIII–XIX вв., по параметру S – общее количество участников сражения – более 30000 человек. Информация о сражениях древней истории, раннего Средневековья, Азии и других континентов по указанным параметрам не отвечает требованиям репрезентативности. Экстремальные события XX века с двумя мировыми войнами не рассматривались, так как они относятся к индустриальному периоду, для которых, вероятно, требуются иные методы анализа.

В результате отбора был составлен каталог репрезентативных данных о 552 вооруженных конфликтах. Однако для многих событий имеется неполная информация, известно только время битвы. Нами собрана информация о 908 таких событиях для Западной и Центральной Европы за период XIII–XIX вв. Так как время сражений – наиболее достоверная величина, эта информация была использована при анализе временных свойств событий. Вся собранная информация была занесена в специально организованную базу данных.

2. ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

2.1. Фрактальные свойства событий

В последние пять десятилетий в науку стали проникать фрактальные идеи. Понятия «фрактал» и «фрактальная размерность» введены Бенуа Мандельбротом в конце 60-х годов 20-го столетия [20]. Приведем нестрогое определение фрактала. «Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому» [21, стр.19]. Исследование различных объектов, имеющих естественную природу, показало, что множества этих объектов имеют фрактальную структуру. В настоящее время фрактальные методы широко используются в различных областях науки.

Основной количественной мерой фрактала является его фрактальная размерность. В зависимости от способа определения существует несколько фрактальных размерностей: подобия, клеточная, информационная, корреляционная [21, 22]. Фрактальные структуры отличаются от нефрактальных объектов тем, что имеют дробную фрактальную размерность.

Известно, что сейсмические процессы проявляют фрактальные свойства по всем трем компонентам: энергетической, пространственной и временной [23, 24, 25, 26, 27]. Фрактальные особенности сейсмических процессов Крымско-Черноморского региона описаны в монографии [28]. Наиболее отчетливо фрактальные свойства проявляются по энергетической компоненте. Параметры распределений землетрясений по магнитудам являются важнейшими характеристиками в сейсмологии. Эти распределения относятся к классу

экспоненциальных. Линейная часть распределения в логарифмическом масштабе оси ординат в сейсмологии носит название «закона Гутенберга – Рихтера» или «закона повторяемости землетрясений». Этот закон выполняется для землетрясений любого сейсмического региона. На рисунке 1 приведен пример ненормированного кумулятивного графика повторяемости землетрясений Крыма. Кумулятивный график повторяемости вооруженных столкновений по параметру S представлен там же на рисунке 1. Как видно из рисунка 1, распределение землетрясений по магнитуде M и вооруженных столкновений по параметру S имеют один и тот же вид.

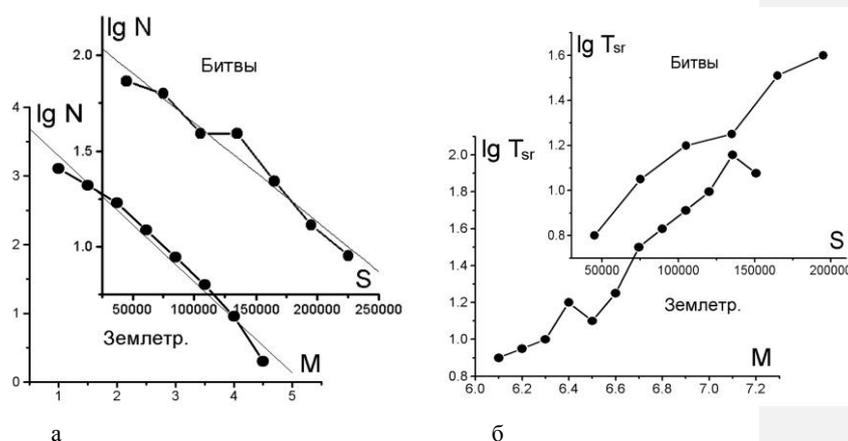


Рис. 1. Графики повторяемости землетрясений (Крымско-Черноморский регион) и вооруженных конфликтов (а) и зависимость средних промежутков времен T_{sr} от магнитуд M [29] и вооруженных столкновений от S (б). Тонкая линия – линейная аппроксимация зависимостей.

Фрактальная размерность событий для двумерного массива (распределения точек на поверхности) определялась по алгоритму, описанному в статье [30]. Аналогичную процедуру расчета фрактальной размерности можно выполнить и для одномерного (временного) массива. В таблице 1 представлены значения рассчитанных фрактальных размерностей рассматриваемых массивов землетрясений Крымско-Черноморского региона и множества битв мировой истории Западной и Центральной Европы XIII–XIX вв. Значения фрактальных размерностей этих массивов нецелочисленны, поэтому их можно отнести к классу фрактальных.

Таблица 1.

Значения фрактальных размерностей пространственной и временной компонент землетрясений Крымско-Черноморского региона и вооруженных столкновений Европы

Вид события	Пространственная компонента	Временная компонента
Землетрясения	1.545 ± 0.125	0.901 ± 0.003
Сражения	1.22 ± 0.16	0.81 ± 0.02

Таким образом, множества исследуемых событий имеют фрактальную структуру по энергетической (для землетрясений), по параметру S (для битв и сражений), по пространственной и временной компонентам.

2.2. Пространственно-временные свойства событий

Ниже приведены результаты анализа пространственно-временных характеристик событий и их зависимость от параметров M и S .

Поведение средних (T_{sr}), максимальных (T_{max}) промежутков времен, средних (R_{sr}), минимальных (R_{min}) расстояний для событий одного ранга (M и S) показано на рисунках 2–4.

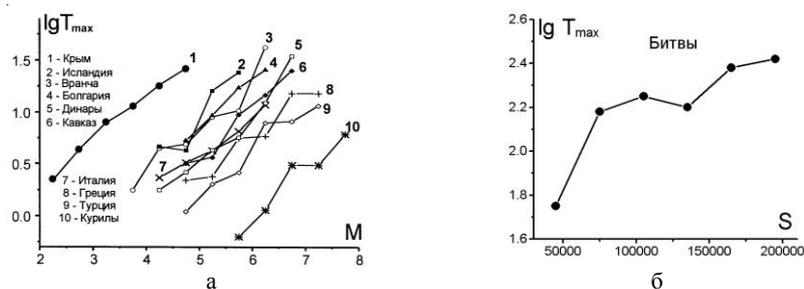


Рис. 2. Зависимость максимальных промежутков времен T_{max} от магнитуды M для землетрясений [31] (а) и T_{max} от S для вооруженных столкновений [4] (б).

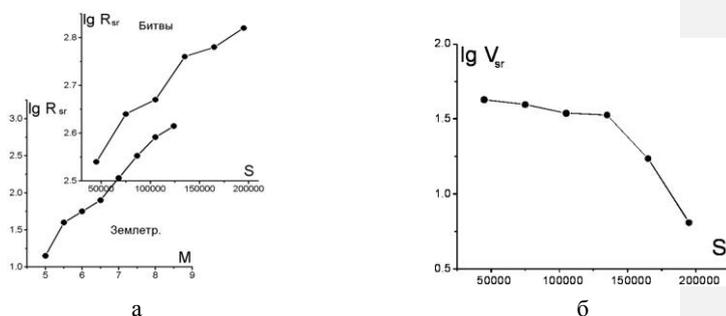


Рис. 3. Зависимость средних расстояний R_{sr} между эпицентрами землетрясений от магнитуды M [32] и R_{sr} от S для битв [4] (а). Зависимость средней скорости «перемещения» битв V_{sr} от параметра S (б).

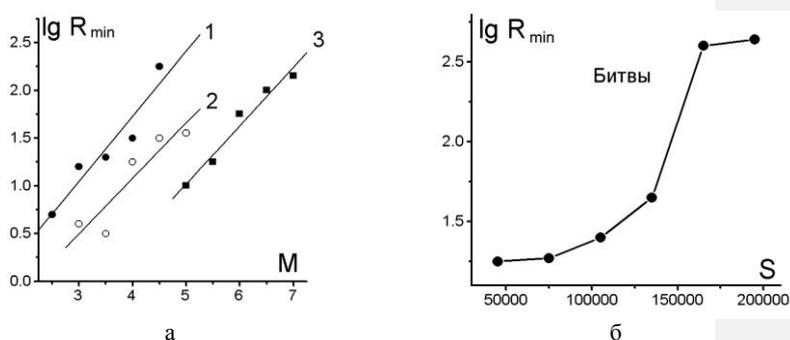


Рис. 4. Зависимость от магнитуды M минимального расстояния R_{min} между землетрясениями для сейсмических регионов: Закарпатье (1), Крым (2), Вранча (3) (а) [33], зависимость R_{min} от S для битв (б) [4].

Как для землетрясений, так и для вооруженных столкновений наблюдается одинаковая тенденция – увеличение значений указанных параметров с ростом M и S . Такие тенденции обнаружены и описаны для землетрясений: средние промежутки времен T_{sr} , максимальные промежутки времен T_{max} , средние промежутки расстояний R_{sr} , минимальные промежутки расстояний R_{min} . Для вооруженных конфликтов некоторые из этих зависимостей представлены в статьях автора [4, 34]. Особый интерес представляют тенденции увеличения максимальных промежутков времен T_{max} и минимальных расстояний R_{min} с увеличением M и S . Зависимость T_{max} от M (или S) означает, что для события определенного уровня M (или S) существует верхний предел времени его «подготовки». Следующее событие такого же уровня

происходит не позже времени T_{max} , определяемого этими зависимостями. Чем больше событие по параметру M или S , тем дольше время его «подготовки». Аналогичную тенденцию имеет параметр R_{min} . Смысл ее состоит в том, что для событий одного ранга (M или S) существует некоторое предельное минимальное расстояние R_{min} , обязанное энергетическим возможностям среды, ближе которого события этого ранга не реализуются. Обнаруженные особенности свидетельствуют о сложной пространственно-временной организации в последовательности событий.

Если рассматривать так называемую среднюю «скорость перемещения» V_{sr} событий одного уровня M или S , то обнаруживается тенденция уменьшения V_{sr} с ростом M или S (Рис. 6). Пожалуй, впервые такая тенденция была отмечена в работе [35], где приведена зависимость $\lg V_{sr} = (3.62 \pm 0.13) - (0.57 \pm 0.03)M_{LH}$ скорости «миграции» V_{sr} эпицентров землетрясений Крымско-Черноморского региона от магнитуды M_{LH} .

Тенденция уменьшения средней «скорости» перемещения исторических событий (битв) с возрастанием параметра S (Рис. 4.б) получена автором [4, 34].

Таким образом, наблюдается сходство тенденций в поведении землетрясений и военных конфликтов по параметрам T_{sr} , T_{max} , R_{sr} , R_{min} , V_{sr} .

2.3. Фрактальный характер временных рядов. Показатели Херста

Фрактальные временные ряды $x(t)$, то есть зависимости какого-либо параметра от времени, изучаются различными методами. Фрактальные характеристики таких рядов можно исследовать, например, методом нормированного размаха или методом Херста [21, 36]. Метод Херста получил широкое применение в различных областях науки, в частности, при решении экономических задач.

Нормированный размах R/S_n определяется как разность между максимальным и минимальным значениями суммы отклонений от текущего среднего значения $R(\tau_i) = \max_{0 \leq t \leq \tau_i} X(t, \tau_i) - \min_{0 \leq t \leq \tau_i} X(t, \tau_i)$, отнесенные к дисперсии S_n величины R . Здесь

$X(t, \tau)$ – накопленное отклонение на текущий момент времени t относительно среднего за выбранный интервал времени τ , величина S_n – стандартное отклонение. Харольд Херст в 60-х годах 20-го столетия обнаружил, что для многих временных рядов выполняется эмпирическая зависимость $R/S_n = (\tau/2)^H$, где H – постоянная, названная показателем Херста [21]. Исследования методом Херста временных рядов различных природных процессов (стока рек, уровень осадков, колец деревьев, илистых отложений, метеорологических параметров, уровней рек) показали, что параметр Херста H практически одинаков для всех этих процессов и заключен в интервале $H=0.73 \pm 0.09$ [21]. Здесь нет необходимости обсуждать различные аспекты закономерности Херста и его метода. Подчеркнем только факт удивительного постоянства параметра Херста $H=0.73$ для множества различных естественных процессов.

Нами исследовались показатели Херста для временных рядов параметра M (землетрясения) и S (вооруженные конфликты). На рисунке 5 представлены графики зависимостей $\lg R/S_n$ от $\lg t_n$ исследуемых временных рядов.

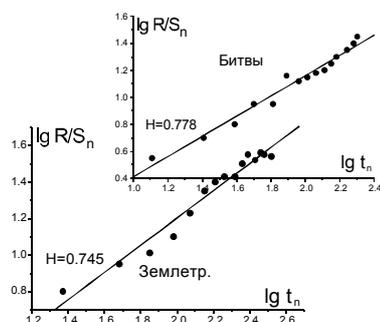


Рис. 5. Зависимость нормированного размаха R/S_n от временной последовательности событий t_n для землетрясений Крыма и вооруженных конфликтов.

Параметр t_n здесь принимает целочисленные значения и представляет номер последовательности событий. Для сейсмических событий показатель Херста равен $H=0.745\pm 0.057$, для исторических – $H=0.778\pm 0.035$. Как видно, полученные результаты находятся в интервале значений показателя Херста для различных природных процессов. Следует отметить, что для случайных временных рядов значение H равно 0.5. Отклонение от 0.5 свидетельствует об особенностях статистического процесса: если $H>0.5$, то процесс персистентный (поддерживающийся), при $H<0.5$ – процесс антиперсистентный (неподдерживающийся). Персистентные стохастические процессы проявляют тенденцию к сохранению каких-либо изменений. Таким образом, экстремальные геофизические и исторические процессы вписываются в общие статистические закономерности, присущие многим природным процессам, и их можно отнести к классу персистентных процессов.

2.4. Зависимости динамических параметров событий от времени

Ранее были рассмотрены общие тенденции в поведении некоторых динамических и пространственно-временных характеристик землетрясений и вооруженных столкновений. Однако есть и различия.

Если для землетрясений не наблюдается определенных закономерностей в распределении событий и суммарной энергии в заданных временных интервалах, (Рис. 6а, 7а), то для вооруженных конфликтов характерна логлинейная зависимость количества событий и суммарной величины S_0 от времени (Рис. 6б, 7б).

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.
МОДЕЛИРОВАНИЕ

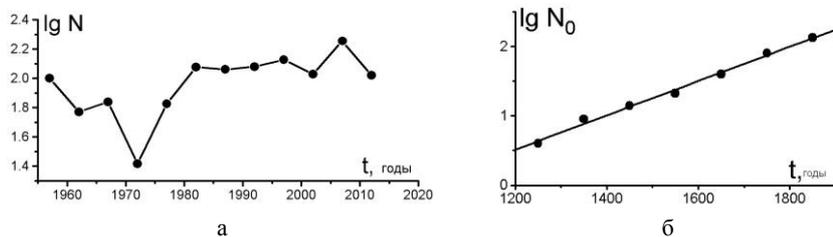


Рис. 6. Распределение количества событий во времени t : а – землетрясения Крыма; б – битвы.

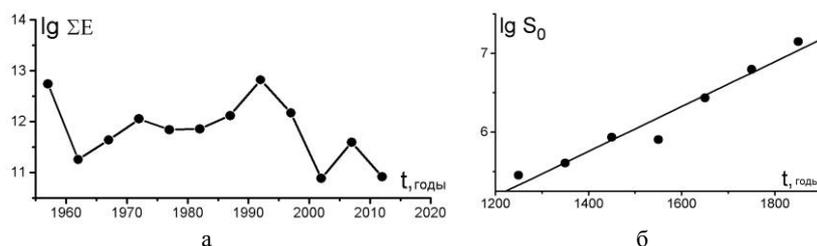


Рис. 7. Распределение логарифма суммарной энергии ΣE для землетрясений Крыма (а) и логарифма суммарного значения параметра S_0 для вооруженных конфликтов (б) во времени t .

Таким образом, для множества землетрясений и вооруженных конфликтов выполняются однотипные качественные закономерности. Исключение относится к распределениям количества событий N и величин Σ_0 и S_0 во времени: для землетрясений не отмечены заметные закономерности, для вооруженных конфликтов наблюдается логлинейная зависимость этих параметров от времени.

Для понимания такого поведения событий обратимся к одному из эффективных методов исследования сложных систем – математическому моделированию процессов.

3. МОДЕЛИ СЕЙСМИЧНОСТИ И СОЦИУМА

Математическое моделирование является одним из важнейших методов анализа сложных систем. В настоящее время этот метод успешно используется в естественных и гуманитарных науках [37, 38, 39]. Математические модели помогают не только описать и понять механизм процесса, но и играют роль прогностического инструмента.

При построении моделей сейсмичности и военных событий мы руководствовались свойствами реальных событий, общефизическими принципами и логической простотой. При этом основой при выборе моделей послужило сходство

свойств землетрясений и вооруженных конфликтов. Таким образом, определилась **основная гипотеза: экстремальные геофизические и исторические процессы описываются математическими моделями одинаковой структуры, в которых основным динамическим параметрам придается разный смысл.**

3.1. Описание моделей

Будем описывать сейсмичность и социум феноменологическими клеточно-автоматными моделями одинаковой структуры. Клеточными автоматами принято называть сети из элементов, меняющих свое состояние в дискретные моменты времени по определенному закону в зависимости от того, каким было состояние самого элемента и его ближайших соседей по сети в предыдущий дискретный момент времени [40].

Клеточно-автоматные модели – простейшие модели описания реальности [41, 42]. Как показали многочисленные исследования, клеточные автоматы позволяют успешно исследовать свойства различных сложных процессов: от глобальной физической картины мироздания [43, 44] до социальных процессов [45].

Рассмотрим одномерную модель, так как основные свойства многомерных моделей проявляются на одномерных моделях. Договоримся о терминологии. Модель представляет собой сеть из элементов (ячеек), каждой из которой присвоено целое число. Совокупность упорядоченных по возрастанию элементов назовем «клеточно-автоматным пространством». Каждому элементу «пространства» присвоен бесконечный ряд последовательных целых чисел, который назовем «клеточно-автоматным временем». Вся совокупность рассматриваемых элементов представляет собой дискретное «клеточное пространство-время». В каждой точке «пространства-времени» задана динамическая величина, то есть целое или действительное число, которое определяется заданным правилом взаимодействия ячеек. Эту одномерную дискретную величину назовем «функцией», которая будет зависеть от двух дискретных целочисленных аргументов клеточно-автоматного пространства-времени.

Ниже представлен ряд гипотез, положенных в основу моделей.

Гипотеза 1. Модель в пространстве и времени представляет некоторую «сеть», состоящую из N ячеек, расположенных на оси x , и L ячеек на оси времени t . Каждой ячейке присвоен номер. Таким образом, пространственно-временные характеристики модели описываются последовательностями целых чисел: на оси x – от 1 до N , на оси времени – от 1 до L .

Гипотеза 2. Каждой i -й «пространственной» ячейке в j -й момент времени соответствует значение действительной положительной функции $P_i^j \geq 0$. Будем полагать, что P_i^j – плотность внутренней энергии (для модели сейсмичности), «плотность энергии социума» (для исторических процессов).

Гипотеза 3. Динамическая система, описываемая предлагаемой клеточно-автоматной моделью, находится с одним из двух временных режимов: «медленном»

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.
МОДЕЛИРОВАНИЕ

и «быстром». В «медленном» временном режиме состояние системы определяется локальным взаимодействием соседних ячеек по следующему правилу (детерминированная модель с близкодействием)

$$P_i^{j+1} = P_i^j + \lambda(P_{i+1}^j - 2P_i^j + P_{i-1}^j) + g_i^j \quad (1),$$

где: λ – параметр, ответственный за диссипацию энергии.

Предполагается, что $0 < \lambda < 0.5$, $g_i^j \geq 0$ – параметр, характеризующий приток энергии в систему. Соотношение (1) удовлетворяет всем перечисленным ранее условиям: простоты, симметричности относительно оси x и асимметричности во времени.

Теперь введем ряд гипотез, описывающих механизм реализации событий в «быстром» времени.

Гипотеза 4. Функция P_i^j любой i -ячейки в любой момент времени заключена в интервале $[P0_i, Pm_i]$. Назовем функции Pm_i – верхней, $P0_i$ – нижней энергетическими границами. Реализация события возможна при выполнении следующих условий.

Гипотеза 5. Если в какой-либо k -ячейке в h -й момент времени выполняется условие:

$$P_k^h \geq Pm_k \quad (2),$$

то вся система в этот момент переходит в режим «быстрого» времени. Это означает, что в k -ячейке в h -й момент времени происходит уменьшение P_k^h от максимального Pm_k до минимального уровня $P0_k$. При этом часть сброшенной энергии $Q_k^h = b \cdot (Pm_k - P0_k)$ распределяется в соседних ячейках по экспоненциальному закону $S_l^h = Q_k^h \exp(-\mu(l-k)^2)$, где $b < 1$ – доля оставшейся в ячейке энергии по отношению к выделившейся, параметр μ регулирует затухание экспоненты. Остальная энергия уносится из системы.

Очевидно, возможно такое состояние системы, когда в процессе диссипации некоторые соседние l -ячейки, получая дополнительную энергию, также достигают (или переходят) порога Pm_l . Тогда в этих клетках энергия также уменьшается до уровня $P0_l$. В результате в ячейках происходит лавинообразный сброс энергии до тех пор, пока в окрестности k -клетки будет выполняться условие (2). В случае невыполнения условия (2) процесс в «быстром» времени заканчивается, и вся система возвращается в режим «медленного» времени. Следует подчеркнуть, что в режиме «быстрого» времени система находится в одной и той же ячейке клеточно-автоматного времени.

В этой гипотезе предполагается существенное различие во временах подготовки («медленное» время) и генерации события («быстрое» время). Такой прием «замораживания» системы в «быстром» временном режиме применяется в различных моделях, в частности в моделях сейсмичности [46, 47].

Клетки, вовлеченные в лавинообразный процесс, образуют в «пространстве» некоторый кластер Ψ с пониженными значениями энергии. Определенный таким образом каскадный процесс в «быстром» режиме назовем модельным событием, а кластер Ψ – очагом модельного события. Будем считать, что модельному событию сопоставимо реальное событие – землетрясение (в модели сейсмичности) или военный конфликт (в модели социума).

Сброшенную энергию можно приближенно оценить выражением:

$$\Omega_{qs} \approx \sum_{n=q}^s (Pm_n - P0_n) \quad (3),$$

где: q, s – минимальный и максимальный номер ячейки в кластере.

На рисунке 8 схематично показаны последовательные этапы эволюции системы в «медленном» и «быстром» времени. Ситуация перед модельным событием показана на рисунке 8.а. В этом клеточно-автоматном времени ($j=1$) система находится в режиме «медленного» времени. В процессе поступления энергии в систему дискретная функция P_k^h достигает (касается) верхнего энергетического уровня (функции Pm_i) (Рис. 8.б). В этот момент (момент $j=2$) система переходит в режим «быстрого» времени и находится в нем в «замороженном» состоянии (Рис. 8.в). В этом состоянии происходит реализация модельного события. После завершения этого процесса система возвращается в режим «медленного» времени. Очевидно, что после реализации модельного события область очага со временем постепенно заполняется энергией (Рис. 8г). Представленная схема не противоречит основным принципам традиционных качественных моделей сейсмичности [48, 49]. Таким образом, исследуемые в моделях объекты – очаги модельных событий или вооруженных конфликтов – определяются тремя числами: временем возникновения t , координатой x и величиной Ω .

Параметры модели $Pm_i, P0_i, \lambda_i^j, g_i^j, b, \mu$ назовем **управляющими характеристиками модели**. Величина Ω для модели сейсмичности соответствует энергии землетрясения.

Для модели социума сделаем еще одно допущение – введенная нами гипотетическая «энергия» события социума Ω_h пропорциональна величине S – количеству участвующих в сражении воинов. В дальнейшем для обозначения модельных параметров будем пользоваться обозначениями: Ω_g – модель сейсмичности, Ω_h – модель социума. Так как в сейсмичности диапазон энергий заключен в широком диапазоне, охватывающем много порядков, целесообразно использовать в качестве энергетической величину $K_g = \lg \Omega_g$.

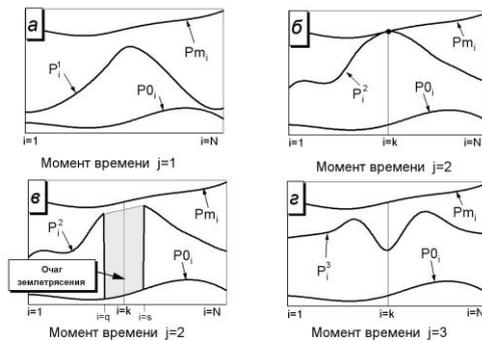


Рис. 8. Схема образования модельного события.

При некоторых значениях характеристик модели, заданных начальных и граничных условиях может быть реализовано такое динамическое состояние системы, когда в течение длительного времени наблюдается чередование долговременных и кратковременных стадий, в ходе которых происходит генерация модельных событий. Назовем такое состояние *динамически равновесным*.

Приведенные ниже результаты исследования относятся к системам, находящимся в динамически равновесном состоянии. В соответствии с поставленной задачей исследовались только те пространственно-временные области, в которых произошел сброс энергии и определены параметры модельных событий.

3.2. Исходные данные при расчете модельных событий

Численный анализ моделей показал, что динамически равновесное состояние может быть реализовано различными путями в широком диапазоне значений управляющих характеристик. Граничные условия принимались равными $P_1^j = P_N^j = 0$. Задавалась стартовая функция, реализованная датчиком случайных равномерно распределенных чисел с нулевыми значениями на концах отрезка.

Также использовалась стартовая функция вида $P_{i,1} = A_0 + \sum_{k=1}^n B_{k,i} \sin(w_{k,i} + \varphi_{k,i})$.

Параметры $A_0, B_{k,i}, w_{k,i}, \varphi_{k,i}$ подбирались такими, чтобы в диапазоне изменения переменной этих параметров выполнялись условия на границах $P_1^j = P_N^j = 0$.

Управляющие характеристики модели $P_m^j, P_0^j, \lambda_i^j, b, \mu$ для простоты заданы постоянными. Относительно параметра g допускались следующие предположения. Для модели сейсмичности g_i^j считалась положительной постоянной величиной.

Для модели социума принималась гипотеза, восходящая к Мальтусу Т. [50]. Источником увеличения «энергии социума» является рост народонаселения, что в пределах рассматриваемого исторического времени (период доиндустриального общества XIII–XIX вв.) представляется достаточно правдоподобным. Демографический рост народонаселения можно принять в соответствии с эмпирической формулой Хорнера С. [51]

$$n = C/(T_1 - t) \quad (4),$$

где: n – количество населения в момент времени t , $T_1 = 2025$, $C = 2 \cdot 10^{11}$. Эта простая формула хорошо описывает рост народонаселения в течение тысяч лет. Исходя из этого, параметр g_i^j для модели социума считался положительным зависящим от времени в соответствии с гиперболой (4).

Расчеты проводились на одномерной сетке $i = 1, 2, \dots, N$, где $N = 5000$. Время отсчитывалось на сетке $j = 1, 2, \dots, L$, где L варьировало для различных каталогов событий от 10^6 до 10^{10} условных единиц времени. Всего рассчитано 15 пар каталогов (для модели сейсмичности и модели социума), в которых содержится от 1000 до 100000 модельных событий. Чтобы не перегружать статью графической информацией, приведены зависимости для произвольно выбранной пары модельных каталогов. Все описанные тенденции относятся и к остальным четырнадцати парам рассчитанных каталогов модельных событий.

3.3. Результаты анализа модельных событий

При анализе результатов расчетов будем придерживаться принятой нами последовательности изложения, сопоставляя зависимости однотипных параметров для модели сейсмичности и модели социума, сравнивая их с реальными закономерностями сейсмичности и военными событиями. Необходимо подчеркнуть, что величины Ω_n (для модели социума) и S (для вооруженных столкновений) имеют разный смысл: Ω_n характеризует «энергию социума», S – количество сражающихся воинов. Следуя нашему предположению о пропорциональной связи этих величин, имеет смысл проводить такие сопоставления.

Для модельных событий справедлив закон повторяемости (Рис. 9).

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.
МОДЕЛИРОВАНИЕ

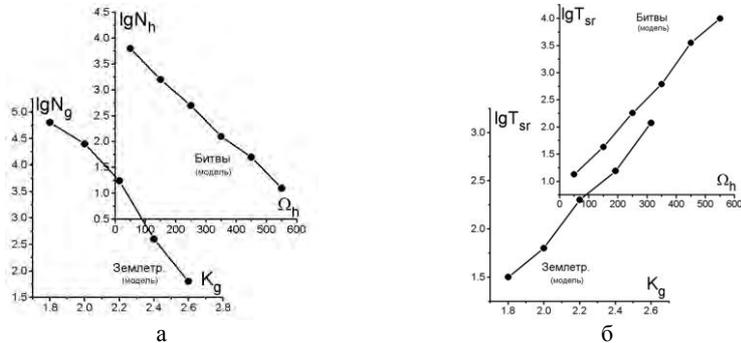


Рис. 9. Графики повторяемости модельных землетрясений и модельных вооруженных конфликтов (а). Зависимость средних промежутков времен T_{sr} от K_g (модельные землетрясения) и от Ω_h (модельные битвы) (б).

Аналогично графикам зависимостей от M (или S) (для реальных событий) (Рис. 2, 3, 4) модельные события проявляют те же тенденции изменения параметров T_{sr} , T_{max} , R_{sr} , R_{min} , V_{sr} с увеличением K_g (или Ω_h) (Рис. 9, 10, 11). Зависимости нормированного размаха от времени для последовательности модельных событий здесь не приведены, так как параметр Херста в данном случае не имеет смысла – все параметры в моделях представлены в условных единицах.

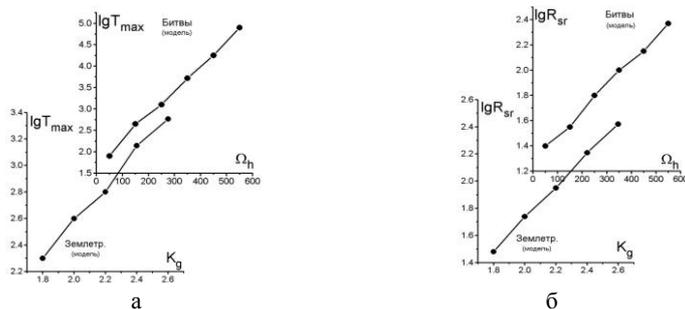


Рис. 10. Зависимость максимальных промежутков времен T_{max} от K_g для модельных землетрясений и от Ω_h для модельных вооруженных событий (а). Зависимость средних расстояний R_{sr} между эпицентрами модельных землетрясений от K_g и между модельными битвами от Ω_h (б).

Вид зависимостей, содержащих время, главным образом определяется источником g_i^j . Следует обратить внимание на то, что модельные зависимости количества событий и параметров $\sum E_g$ и Ω_h от времени также отличаются для модели сейсмичности и модели социума (Рис. 12, 13, сравнить Рис. 6, 7). Тенденции, как видно из сравнения, аналогичны. Такое различие в моделях сейсмичности и социума объясняется особенностями источников «возбуждения». Управляющие параметры модели влияют, в основном, на уровень зависимостей, но не на их форму.

Фрактальные размерности для модельных событий рассчитывались в одномерном варианте так же, как и для реальных событий (Табл. 2).

Таблица 2.

Значения фрактальных размерностей «пространственной» и временной компонент модельных событий

Тип модели	«Пространственная» компонента	«Временная» компонента
сейсмичности	0.84 ± 0.07	0.9 ± 0.004
социума	0.89 ± 0.04	0.92 ± 0.03

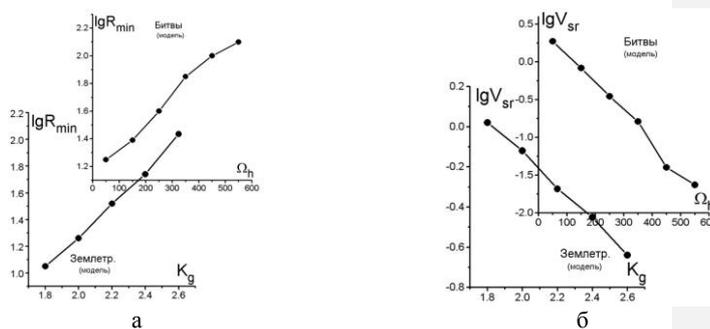


Рис. 11. Зависимость минимальных расстояний между эпицентрами модельных землетрясений от K_g (а) и между модельными битвами Ω_h . (а). Зависимость средней скорости «перемещения» модельных землетрясений V_{sr} от K_g и модельных битв от Ω_h (б).

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.
МОДЕЛИРОВАНИЕ

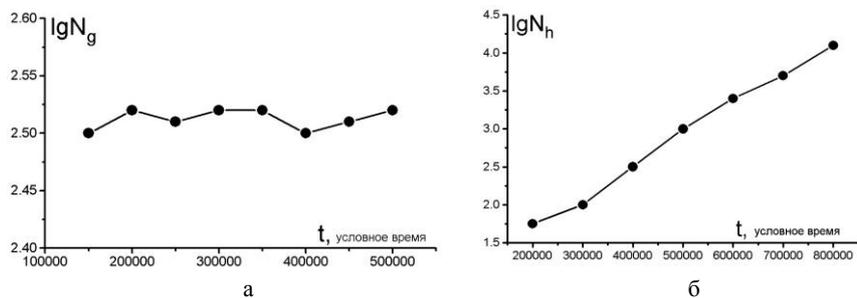


Рис. 12. Распределение количества событий во времени t : а – модельных землетрясений; б – модельных битв.

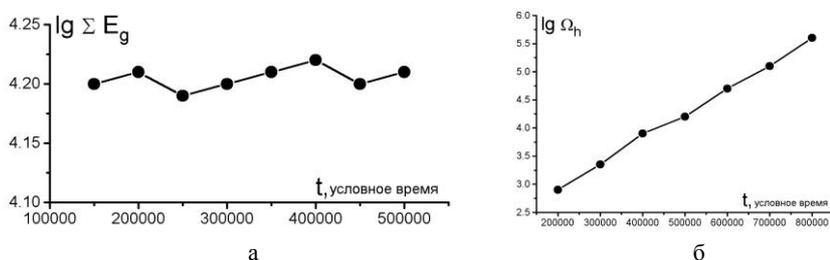


Рис. 13. Распределение суммарной энергии ΣE_g для модельных землетрясений (а) и суммарного значения параметра Ω_h для модельных вооруженных конфликтов (б) во времени t .

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

В предлагаемой статье предпринята попытка с единых позиций объяснить свойства и тенденции различных по природе экстремальных явлений – землетрясений и войн. Такие попытки, насколько нам известно, ранее в публикациях не освещались.

Сравнительный анализ количественных закономерностей и тенденций, присущих землетрясениям, историческим битвам и сражениям Западной и Центральной Европы за период XIII–XIX вв., показывает их сходство по многим однотипным параметрам. Такое сходство наблюдается для промежутков времен и расстояний между последовательными событиями. Общие тенденции проявляются для распределений количества событий по магнитудам (для землетрясений) и по параметру S – количеству воинов, участвующих в сражении. Одинаковые тенденции имеют место в поведении средних промежутков времен и расстояний,

максимальных промежутков времен, минимальных промежутков расстояний, средних «скоростей» (для землетрясений) и параметра S (для битв.).

Кроме сходства, имеются и различия. Поведение со временем количества событий, а также энергетических характеристик землетрясений обнаруживает отсутствие каких-либо закономерностей и тенденций, для битв и сражений – логлинейное возрастание аналогичных параметров со временем.

Для описания указанных особенностей предполагается, что свойства землетрясений и исторических сражений могут быть описаны моделями, имеющими одинаковую структуру, в которых основные динамические характеристики имеют разный смысл. На основе этой идеи построены феноменологические одномерные клеточно-автоматные модели с распределенными положительными источниками возбуждения.

Предполагается, что для модели сейсмичности энергетический источник не зависит от времени, для модели социума источник «социальной возбужденности» возрастает со временем по гиперболическому закону.

Для сейсмических процессов энергетическими источниками могут быть различные эндогенные и экзогенные процессы. Эндогенные источники определяются движениями тектонических плит, потоками внутренней энергии в мантии Земли и др. В качестве экзогенных источников возможны силы гравитационных воздействий Луны и Солнца на Землю, а также массивных планет Солнечной системы, космические радиационные и иные возмущения.

Исторические процессы (для периода доиндустриального общества), приводящие к войнам, вероятно, обусловлены, в основном, динамикой роста народонаселения. Численные эксперименты на моделях показали хорошее согласие модельных и реальных закономерностей и тенденций.

Закономерности, обнаруженные нами в экстремальных исторических явлениях – вооруженных конфликтах, возможно, являются следствиями процессов в социуме, которые выходят за пределы традиционного исторического описания – они не зависят от социального, культурного, этнического, экономического состояния общества и носят надисторический характер. Поэтому связь подобия с сейсмическими процессами представляется той путеводной нитью, которая может привести к пониманию экстремальных исторических явлений как особенностей эволюционирующей открытой неравновесной динамической системы.

Автор понимает, что описание простыми моделями столь сложных явлений представляет грубое приближение к реальности. Однако модель можно сколь угодно усложнять, задавать различные источники и варьировать управляющими параметрами. На этом пути, возможно, удастся решить многие проблемы геодинамики и динамики социума. Наиболее заманчива проблема решения обратной задачи, когда по реальным параметрам, заложенным в модель, удалось бы найти значения управляющих характеристик. Тогда представляется вероятным прогноз поведения системы в будущем. Кроме того, решение этой проблемы позволит оценивать основные прогностические характеристики сильнейших событий, а также разрабатывать вероятные сценарии развития экстремальных

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. МОДЕЛИРОВАНИЕ

геофизических и социальных явлений. В этом, на наш взгляд, заключается основной смысл исследования предлагаемых моделей.

Список литературы

1. Урланис Б. Ц. История военных потерь. СПб. – М.: Полигон, 1998. 560 с.
2. Ризниченко Ю. В. Энергетическая модель сейсмического процесса // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1968. № 5. С. 3–19.
3. Dupuy T. N. Forecasting Battle Casualties and Equipment Losses in Modern War. Fall Church (Virginia): Nova Publication, 1995. 176 p.
4. Кульчицкий В. Е. Некоторые статистические и пространственно-временные особенности вооруженных конфликтов Европы в XIII–XIX вв. // Военно-исторический архив. 2005. Вып. 6 (66). С. 147–164.
5. Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е., Горячун А. В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона. Киев: Наукова думка, 1989. 192 с.
6. База данных о землетрясениях Крымско-Черноморского региона. Институт сейсмологии и геодинамики Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского, г. Симферополь. [Электронный ресурс]. URL: <http://cfuv.ru/>.
7. Архенгольц И. В. История Семилетней войны. М.: Полигон, 2001. 560 с.
8. Военный энциклопедический словарь / гл. ред. Н. В. Огарков. М.: Воениздат, 1984. 863 с.
9. Дельбрюк Г. История военного искусства в рамках политической истории. СПб.: Наука, 2001. 4355 с.
10. Меринг Ф. История войн и военного искусства. СПб. – М.: Полигон, 2000. 528 с.
11. Мольтке Г. История германо-французской войны 1870–1871 гг. М.: Воениздат, 1937. 360 с.
12. Тарле Е. В. Северная война и шведское нашествие на Россию. М.: Полигон. 2011. 704 с.
13. Дюпуи Р. Э., Дюпуи Т. Н. Все войны мировой истории по Харперской военной энциклопедии военной истории. Том 2. СПб.: Полигон, 2004. 520 с.
14. Дюпуи Р. Э., Дюпуи Т. Н. Все войны мировой истории по Харперской военной энциклопедии военной истории. Том 3. СПб.: Полигон, 2004. 596 с.
15. Харботл Т. Битвы мировой истории. М.: Внешсигма, 1993. 576 с.
16. Чандлер Д. Военные кампании Наполеона. М.: Центрполиграф, 1999. 693 с.
17. Военная энциклопедия в 8 томах / Гл. редактор комиссии И. Н. Родионов. М.: Воениздат, 1994. 5123 с.
18. Советская военная энциклопедия в 8 томах. М.: Воениздат, 1976–1980. 5370 с.
19. Урланис Б. Ц. Войны и народонаселение Европы. М.: Соцэкономлит, 1960. 565 с.
20. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.
21. Федер Е. Фракталы. М.: Мир, 1991. 254 с.
22. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. М.: Мир, 1988. 240 с.
23. Kagan Y. Y., Knoroff L. P. Stochastic synthesis of earthquake catalogs // J. Geophys. Res. 1981. V. 86. № B4. pp. 2853–2862.
24. Гейликман М. Б., Писаренко В. Ф. О самоподобии в геофизических явлениях // Дискретные свойства геофизической среды. М.: Наука, 1989. С. 109–131.
25. Гейликман М. Б., Голубева Т. В., Писаренко В. Ф. Самоподобная иерархическая структура поля эпицентров землетрясений // Компьютерный анализ геофизических полей. Вычислительная сейсмология. 1990. Вып. 23. С. 123–139.
26. Мухамедов В. А. О фрактальной размерности временного подобию последовательности сейсмических событий и иерархическая структура земной коры // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1995. № 6. С. 89–95.
27. Мухамедов В. А. Фрактальные и хаотические структуры сейсмичности. Ашхабад: [б. и.], 1989. Деп. № 7104-B89. 39 с.
28. Пустовитенко Б. Г., Лущик А. В., Боборыкина О. В. Мониторинг сейсмических процессов в Крымско-Черноморском регионе. Севастополь: ЭКОСИ Гидрофизика. 2014. 264 с.
29. Соболев Г. А. Основы прогноза землетрясений. М.: Наука, 1993. 313 с.

30. Кейлис-Борок В. И., Кособоков В. Г., Меженков С. А. О подобии в пространственном распределении сейсмичности // Теория и алгоритмы интерпретации геофизических данных. Вычислительная сейсмология. 1989. Вып. 22. С. 28–40.
31. Кульчицкий В. Е., Пустовитенко Б. Г. Об оценке магнитуд максимально возможных землетрясений по временной компоненте сейсмичности // Доклады АН Украины. 1995. № 5. С. 82–84.
32. Уломов В. И. Очаговая сейсмичность и долгосрочный прогноз землетрясений // Проблемные вопросы сейсмологии Средней Азии. Материалы конференции, посвященной 20-летию образования Института сейсмологии АН Уз.ССР. Ташкент: ФАН, 1988. С. 34–87.
33. Пустовитенко Б. Г., Щербина С. В., Кульчицкий В. Е. Пространственно-временные свойства сейсмичности бассейна Черного моря и его обрамления // Геофиз. журнал. 1997. Т. 19. № 6. С. 58–69.
34. Кульчицкий В. Е. Компьютерное моделирование событий военной истории на примере статистики вооруженных конфликтов Западной и Центральной Европы XIII–XIX вв. // История и математика. Анализ и моделирование социально-исторических процессов. М.: КомКнига. 2007. С. 147–169.
35. Пустовитенко Б. Г., Пустовитенко А. А. Миграция очагов землетрясений Черноморского региона // Материалы V-го Севастопольского международного семинара «Фундаментальные и прикладные проблемы мониторинга и прогноза природных, техногенных и социальных катастроф» (Стихия-2002). Севастополь: СИНЭКО, 2002. С. 69–70.
36. Hurst H. E., Black R. P., Simaika Y. M. Long-Temp Storage // An Experimental Study. London: Constable, 1965. 120 p.
37. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. М.: Физматгиз, 2005. 320 с.
38. Крапивин В. Ф., Свиричев Ю. М., Старко А. М. Математическое моделирование глобальных биосферных процессов. М.: Наука. 1982. 272 с.
39. Математические методы в исторических исследованиях. М.: Наука, 1972. 234 с.
40. Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С. Введение в синергетику. М.: Наука. 1990. 272 с.
41. Нейман Дж. Теория самовоспроизводящихся автоматов. М.: Мир. 1971. 381 с.
42. Тоффоли Т., Марголус Н. Машины клеточных автоматов. М.: Мир. 1991. 280 с.
43. Wolfram S. New Kind of Science. Champaign: Wolfram Media Inc., 2002. 1197 p.
44. Беркович С. Я. Клеточные автоматы как модель реальности: поиски новых представлений физических и информационных процессов. М.: МГУ, 1993. 112 с.
45. Плотинский Ю. И. Модели социальных процессов. М.: Логос, 2001. 296 с.
46. Колесникова Н. М., Ротвайн И. М., Кузнецов И. В. Динамика некоторых моделей клеточных автоматов // Проблемы динамики литосферы. Вычислительная сейсмология. 2001. Вып. 32. С. 212–224.
47. Кульчицкий В. Е. Диффузионная клеточно-автоматная модель сейсмичности. Результаты численного эксперимента. Сопоставление с наблюдениями // Геофиз. журнал. 2006. Т. 28. № 1. С. 82–96.
48. Мячкин В. И. Процессы подготовки землетрясений. М.: Наука, 1978. 232 с.
49. Садовский М. А., Писаренко В. Ф. Сейсмический процесс в блоковой среде. М.: Наука. 1991. 96 с.
50. Мальтус Т.-П. Опыт закона о народонаселении. М.: Издание К. Т. Солдатченкова. 1895. 318 с.
51. Капица С. П. Феноменологическая теория роста населения Земли // Успехи физических наук. 1996. Т. 166. № 1. С. 63–80.

EARTHQUAKE AND WAR. COMPARATIVE CHARACTERISTICS.

MODELING

Kulchitsky V. E.

*Crimean Expert Council for the Assessment of Seismic Hazards and Earthquake Prediction,
Simferopol, Russian Federation
E-mail: yekkes@rambler.ru*

A special class of extreme events stands out from various natural phenomena. Extreme events in the geophysical environment include among others earthquakes. The historical

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.
МОДЕЛИРОВАНИЕ

process is not without extreme events either, armed conflicts resulting from wars and revolution being one of them. The proposed article describes results from the quantitative analysis of earthquakes and extreme historical events, namely, combats and battles. Extreme geophysical events (earthquakes) and armed conflicts are presented using four-dimensional discrete sets of parameters: time of occurrence, coordinates, dynamic characteristics such as magnitude M (earthquakes) and total combatants S (combats and battles). Earthquake catalogues for the Crimean Black Sea Basin are used for analysis. Combats and battles are presented using the representative data on Western and Central Europe for a period from the XIII to the XIX century with total combatants over 30000 men.

Results from the quantitative analysis show similar regularities and trends in the behavior of the same-type parameters. However, this similarity is not an indicator of a causal relationship between these different-in-nature phenomena. Both earthquakes and armed conflicts show a similar tendency in the behavior of certain same-type parameters. Relationship between mean (T_{mean}) and maximum (T_{max}) periods of time; mean (D_{mean}) and minimum (D_{min}) time distances for coordinate events (M and S) was studied. All these values increase in a loglinear manner with increase in M and S . Average event movement «rate» reduces with increase in M and S . It is assumed that the characteristics of earthquakes and armed conflicts may be described using phenomenological models of the same structure in which the basic characteristics have different meanings. Based on this concept one-dimensional cellular & state-machine models with distributed positive excitation sources have been developed. It is estimated that even and steady energy supply to the system is such a source for seismic events. As for an excitation source for historical events, it is time dependent by the hyperbolic law. Numerical simulated experiments show adequate congruence of simulated and real regularities and trends. The regularities we have identified in the extreme historical events, namely, armed conflicts are possibly results from the processes beyond the traditional historical description as they do not depend on the social, cultural, ethnic and economic status of the community and have supra-historical nature. So, the similarity to seismic processes may result in understanding the mechanism of extreme historical events as features specific to the evolving open non-equilibrium dynamic system.

Keywords: earthquake, war, battle, seismicity, modeling, cellular automata.

References

1. Uralis B. C. Istorija voennyh poter (History of military losses). Saint Petersburg–Moscow: Poligon (Publ.), 1998, 560 p. (in Russian).
2. Riznichenko Ju. V. Jenergeticheskaja model sejsmicheskogo processa (Energy model of the seismic process). Izv. AN SSSR. Fizika Zemli, 1968, no. 5, pp. 3–19 (in Russian).
3. Dupuy T. N. Forecasting Battle Casualties and Equipment Losses in Modern War. Fall Church (Virginia): Nova Publication, 1995, 176 p. (in English).
4. Kulchitsky V. E. Nekotorye statisticheskie i prostranstvenno-vremennye osobennosti vooruzhennykh konfliktov Evropy v XIII-XIX vv. Voenno-istoricheskij arhiv (Some statistical and space-time features Armed conflicts in Europe in the XIII-XIX centuries). Voenno-istoricheskii arkhiv, 2005, no. 6 (66), pp.147–164 (in Russian).

5. Pustovitenco B. G., Kulchitsky V. E., Gorjachun A. V. Zemletrjasenija Krymsko-Chernomorskogo regiona (Earthquakes of the Crimean-Black Sea Region). Kiev: Naukova dumka (Publ.), 1989, 192 p. (in Russian).
6. Baza dannyh o zemletrjasenijah Krymsko-Chernomorskogo regiona (). Institut sejsmologii i geodinamiki Krymskogo federalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo, g. Simferopol (Database of earthquakes in the Crimean-Black Sea region. Institute of Seismology and geodynamics of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Simferopol) [Elektronnyy resurs]. URL: <http://cfuv.ru/> (in Russian).
7. Archenholz I. V. Istorija Semiletnej vojny (The History of the Seven Years' War). Moscow: Poligon (Publ.), 2001, 560 p. (in Russian).
8. Voennyj jenciklopedicheskij slovar (Military Encyclopaedic Dictionary) / ed. N. V. Ogarkov. Moscow: Voenizdat (Publ.), 1984, 863 p. (in Russian).
9. Delbrück H. Istorija voennogo iskusstva v ramkah politicheskoj istorii (History of military art in the framework of political history). S.-Peterburgs: Nauka (Publ.), 2001, 4355 p. (in Russian).
10. Mehring F. Istorija vojn i voennogo iskusstva (The history of wars and military art). Saint Petersburg–Moscow: Poligon (Publ.), 2000, 528 p. (in Russian).
11. Moltke G. Istorija germano-francuzskoj vojny 1870-1871 gg. (The history of the German-French war of 1870-1871). Moscow: Voenizdat (Publ.), 1937, 360 p. (in Russian).
12. Tarle E. V. Severnaja vojna i shvedskoe nashestvie na Rossiju (The Northern War and the Swedish invasion of Russia). Moscow: Poligon (Publ.), 2011, 704 p. (in Russian).
13. Dupuy R. Je., Dupuy T. N. Vse vojny mirovoj istorii po Harperskoj voennoj jenciklopedii voennoj istorii. Tom 2 (All the wars of world history on the Harper Military Encyclopedia. Vol. 2). Saint Petersburg: Poligon (Publ.), 2004, 520 p. (in Russian).
14. Dupuy R. Je., Dupuy T. N. Vse vojny mirovoj istorii po Harperskoj voennoj jenciklopedii voennoj istorii. Tom 3 (All the wars of world history on the Harper Military Encyclopedia Vol. 3). Saint Petersburg: Poligon (Publ.), 2004, 596 p. (in Russian).
15. Harbottle T. Bitvy mirovoj istorii (Battles of world history). Moscow: Vneshsigma (Publ.), 1993, 576 p. (in Russian).
16. Chandler D. Voennye kampanii Napoleona (Napoleon's military campaigns). Moscow: Centrpoligraf (Publ.), 1999, 693 p. (in Russian).
17. Voennaja jenciklopedija v 8 tomach (Military encyclopedia in 8 volumes). Moscow: Voenizdat (Publ.), 1994, 5123 p. (in Russian).
18. Sovetskaja voennaja jenciklopedija v 8 tomach (Soviet Military Encyclopedia in 8 volumes). Moscow: Voenizdat (Publ.), 1976–1980, 5370 p. (in Russian).
19. Urlanis B. C. Vojny i narodonaselenie Evropy (Wars and population of Europe). Moscow: Socjekonomlit (Publ.), 1960, 565 p. (in Russian).
20. Mandelbrot B. Fraktalnaja geometrija prirody (The Fractal geometry of nature). Moscow: Institut komp'yuternyh issledovanij (Publ.), 2002, 656 p. (in Russian).
21. Feder E. Fraktaly (Fractals). Moscow: Mir (Publ.), 1991, 254 p. (in Russian).
22. Shuster G. Determinirovannyj haos. Vvedenie (Deterministic chaos. Introduction). Moscow: Mir (Publ.), 1988, 240 p. (in Russian).
23. Kagan Y. Y., Knopoff L. P. Stochastic synthesis of earthquake catalogs // J. Geophys. Res, 1981, V. 86, № B4, pp. 2853-2862. (in English).
24. Gejlikman M. B., Pisarenko V. F. O samopodobii v geofizicheskikh javlenijah. Diskretnye svojstva geofizicheskoj sredy (On self-similarity in geophysical phenomena. Discrete properties of a geophysical medium). Moscow: Nauka (Publ.), 1989, pp. 109-131. (in Russian).
25. Gejlikman M. B., Golubeva T. V., Pisarenko V. F. Samopodobnaja ierarhicheskaja struktura polja jepicentrov zemletrjasenij. (Self-similar hierarchical structure of the field Epicenters of earthquakes) // Kompjuternyj analiz geofizicheskikh polej. Vychislitel'naja sejsmologija, 1990, Vol. 23, pp.123-139. (in Russian).
26. Muhamedov V. A. O fraktalnoj razmernosti vremennogo podobija posledovatel'nosti sejsmicheskikh sobytij i ierarhicheskaja struktura zemnoj kory (On the fractal dimension of the temporal similarity of a

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВОЙНЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.
МОДЕЛИРОВАНИЕ

- sequence Seismic events and the hierarchical structure of the earth's crust) // *Izv. AN SSSR. Fizika Zemli*, 1995, no. 6, pp. 89–95. (in Russian).
27. Muhamedov V. A. Fraktalnye i haoticheskie struktury sejsmichnosti (Fractal and chaotic structures of seismicity). Ashgabat: [b.i.], 1989, Dep. №7104-V89, 39 p. (in Russian).
 28. Pustovitenko B. G., Lushhik A. V., Boborykina O. V. Monitoring sejsmicheskikh processov v Krymsko-Chernomorskom regione (Monitoring of seismic processes in the Crimean-Black Sea region). Sevastopol: JeKOSI Gidrofizika (Publ.), 2014, 264 p. (in Russian).
 29. Sobolev G. A. Osnovy prognoza zemletrjasenij (Basics of earthquake prediction). Moscow: Nauka (Publ.), 1993, 313 p. (in Russian).
 30. Kejlis-Borok V. I., Kosobokov V. G., Mezhenov S. A. O podobii v prostranstvennom raspredelenii sejsmichnosti (About similarity in spatial Distribution of seismicity) // *Teoriya i algoritmy interpretacii geofizicheskikh dannyh. Vychislitel'naja sejsmologija*, 1989, Vol. 22, pp.28-40. (in Russian).
 31. Kulchitsky V. E., Pustovitenko B. G. Ob ocenke magnitud maksimal'no vozmozhnyh zemletrjasenij po vremennoj komponente sejsmichnosti (On the evaluation of the magnitudes of the maximum possible earthquakes on the temporal component of seismicity). // *Doklady AN Ukrainy*, 1995, no. 5, pp. 82–84. (in Russian).
 32. Ulomov V. I. Ochagovaya sejsmichnost' i dolgosrochnyj prognoz zemletryasenij (Focal seismicity and long-term prognosis of earthquakes) // *Problemye voprosy sejsmologii Srednej Azii. Materialy konferentsii, posvyashchenoj 20-letiyu obrazovaniya Instituta sejsmologii AN Uz.SSR*. Tashkent: FAN, 1988, pp. 34–87. (in Russian).
 33. Pustovitenko B. G., Shherbina S. V., Kulchickij V. E. Prostranstvenno-vremennye svoystva sejsmichnosti bassejna Chernogo morja i ego obramle-nija (Spatio-temporal properties Seismicity of the Black Sea basin and its surroundings) // *Geofiz. zhurnal*, 1997, vol. 19, no. 6, pp. 58–69. (in Russian).
 34. Kulchitsky V. E. Kompjuternoe modelirovanie sobytij voennoj istorii na primere statistiki vooruzhennykh konfliktov Zapadnoj i Centralnoj Evropy XIII-XIX vv. (Computer simulation of military history events with statistics as an example Armed conflicts of Western and Central Europe XIII-XIX centuries) // *Istorija i matematika. Analiz i modelirovanie social'no-istoricheskikh processov*. Moscow: KomKniga (Publ.), 2007, pp.147–169. (in Russian).
 35. Pustovitenko B. G., Pustovitenko A. A. Migracija ochagov zemletrjasenij Chernomorskogo regiona (Migration foci of earthquakes in the Black Sea region) // *Materialy V-go Sevastopol'skogo mezhdunarodnogo seminaru «Fundamental'nye i prikladnye problemy monitoringa i prognoza prirodnyh, tehnogennyh i social'nyh katastrof» (Stihija-2002)*. Sevastopol: SINEKO (Publ.), 2002, pp.69–70. (in Russian).
 36. Hurst H. E., Black R. P., Simaika Y. M. Long-Temp Storage // *An Experimental Study*. London: Constable (Publ.), 1965. 120 p. (in English).
 37. Samarskij A. A., Mihajlov A. P. Matematicheskoe modelirovanie: idei, metody, primery. (Mathematical modeling: ideas, methods, examples). Moscow: Fizmatgiz (Publ.), 2005, 320 p. (in Russian).
 38. Krapivin V. F., Svirezhev Ju. M., Starko A. M. Matematicheskoe modelirovanie globalnyh biosfernyh processov (Mathematical modeling of global Biospheric processes). Moscow: Nauka (Publ.), 1982, 272 p. (in Russian).
 39. Matematicheskie metody v istoricheskikh issledovanijah (Mathematical methods in historical research). Moscow: Nauka (Publ.), 1972, 234 p. (in Russian).
 40. Loskutov A. Ju., Mihajlov A. S. Vvedenie v sinergetiku (Introduction to Synergetics). Moscow: Nauka (Publ.), 1990, 272 p. (in Russian).
 41. Neuman John von. Teoriya samovosproizvodjashhihsja avtomatov (The theory of self-reproducing automata.) Moscow: Mir (Publ.), 1971, 381 p. (in Russian).
 42. Toffoli T., Margolus N. Mashiny kletochnyh avtomatov (Machines for cellular automata). Moscow: Mir (Publ.), 1991, 280 p. (in Russian).
 43. Wolfram S. *New Kind of Science*. Champaign: Wolfram Media Inc. (Publ.), 2002. 1197 p. (in English).
 44. Berkovich S. Ja. Kletochnye avtomaty kak model' real'nosti: poiski novyh predstavlenij fizicheskikh i informacionnyh processov (Cellular automata as a model of reality: the search for new representations Physical and information processes). Moscow: MGU (Publ.), 1993, 112 p. (in Russian).

45. Plotinsky Ju. I. Modeli social'nyh processov (Models of social processes). Moscow: Logos (Publ.), 2001, 296 p. (in Russian).
46. Kolesnikova N. M., Rotvajn I. M., Kuznecov I. V. Dinamika nekotoryh modelej kletochnyh avtomatov (The dynamics of some models of cellular Machines) // Problemy dinamiki litosfery. Vychislitel'naya sejsmologiya, 2001, Vol. 32, pp. 212–224. (in Russian).
47. Kulchitsky V. E. Diffuzionnaja kletочно-avtomatnaja model sejsmichnosti. Rezultaty chislenного jeksperimenta. Sopostavlenie s nabljudenijami (Diffusion cell automata model of seismicity results Numerical experiment. Comparison with observations) // Geofiz. zhurnal, 2006. vol. 28, no. 1, pp. 82–96. (in Russian).
48. Mjachkin V. I. Processy podgotovki zemletrjasenij (The processes of earthquake preparation). Moscow: Nauka (Publ.), 1978, 232 p. (in Russian).
49. Sadovsky M. A., Pisarenko V. F. Sejsmicheskij process v blokovoј srede (Seismic process in a block environment). Moscow: Nauka (Publ.), 1991, 96 p. (in Russian).
50. Malthus T.-R. Opyt zakona o narodonaselenii (Experience of the law on population). Moscow: Izdanie K. T. Soldatchenkova (Publ.), 1895, 318 p. (in Russian).
51. Kapica S. P. Fenomenologicheskaja teorija rosta naselenija Zemli (Phenomenological theory of population growth) // Uspehi fizicheskikh nauk, 1996, vol. 166, no. 1, pp.63–80. (in Russian).

РАЗДЕЛ 5.
ГИДРОЛОГИЯ, ОКЕАНОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

УДК 911

**ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВИТОСТИ АРКТИКИ И АТЛАНТИЧЕСКАЯ
МУЛЬТИДЕКАДНАЯ ОСЦИЛЛЯЦИЯ**

Холопцев А. В.¹, Гуменный М. М.²

¹*Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова».*

²*ФГБОУ «Севастопольский государственный университет».*
E-mail: mx131@mail.ru

Выявлены районы Арктики, в которых межгодовые изменения их ледовитости в августе значимо статистически связаны с вариациями индекса Атлантической мультидекадной осцилляции, которые опережают их по времени. Установлено, что корреляция рассматриваемых процессов отрицательна, а суммарная площадь выявленных районов максимальна в Атлантическом и Европейском секторах, при условии, что опережение составляет 29 месяцев.

Ключевые слова: ледовитость, Атлантическая мультидекадная осцилляция, корреляция, Европейский и Атлантический секторы Арктики.

ВВЕДЕНИЕ

Вариации ледовитости арктических акваторий во многом определяют характеристики их взаимодействия с атмосферой, которое обуславливает изменения метеоусловий во многих регионах Северного полушария. Они также значимо влияют на безопасность судоходства. Поэтому совершенствование методик долгосрочного прогнозирования этих вариаций является актуальной проблемой физической географии, метеорологии, а также эксплуатации водного транспорта.

Наибольший интерес в плане решения рассматриваемой проблемы представляет выявление природных факторов изучаемого процесса, с которыми его связи могут являться статистически значимыми при составляющих несколько месяцев временных сдвигах между ними.

Одним из таких процессов является впервые описанная Шлезингером М. Е. в 1994 году Атлантическая мультидекадная осцилляция (далее АМО) [1]. Текущее состояние этого процесса определяется его индексом – значением аномалии средней поверхностной температуры северной части акватории Атлантического океана [2, 3].

Районы Северной Атлантики, где средняя поверхностная температура совпадает со значением индекса АМО, расположены практически в тропиках, а время, за которое вода этих районов по системе ее поверхностных течений достигает Арктики, весьма значительно [4]. Следовательно, время запаздывания по

отношению к вариациям АМО, изменений средней температуры атлантической воды, которая поступает в те или иные сектора Арктики, также может составлять многие месяцы.

Поскольку поступающая в Норвежское море атлантическая вода, в сравнении с водой арктической, обладает повышенными значениями температуры и солёности, представляется вероятным, что вариации АМО способны через некоторое (и весьма немалое) время породить соответствующие изменения ледовитости всех акваторий Арктики, в которые она поступает.

Несмотря на кажущуюся очевидность подобного предположения, его адекватность весьма спорна, поскольку известно, что на изменения ледовитости арктических акваторий способны влиять и другие природные факторы [5, 6, 7, 8]. Вопрос о том, может ли быть в какие-либо месяцы влияние АМО в некоторых районах Арктики на их фоне ощутимым, ныне изучен недостаточно.

Учитывая значимость влияния ледовитости арктических акваторий на работу на них водного транспорта, выявление ответа на данный вопрос представляет не только теоретический, но и существенный практический интерес. Наиболее существенен он для месяцев, которые относятся к периоду наиболее интенсивной навигации. Один из таких месяцев в Арктике – август. Поэтому целями данной работы является проверка адекватности выдвинутого предположения, определение временных сдвигов, при которых межгодовые вариации состояния АМО способны влиять на изменения ледовитости каких-либо районов Арктики в августе, а также выявление расположений этих районов.

Для достижения указанной цели решены следующие задачи:

1. Оценка временных сдвигов между вариациями АМО и запаздывающими по отношению к ним межгодовыми изменениями ледовитости различных районов Арктики в августе, при которых статистические связи между этими процессами являются наиболее сильными.

2. Выявление расположений арктических районов, где при установленных временных сдвигах статистические связи между рассматриваемыми процессами являются значимыми.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

АМО представляет собой квазициклическое изменение температуры поверхности всей северной части Атлантического океана, которое характеризуется продолжительностью холодных и теплых фаз, лежащих в интервале от 20 до 50 лет [9].

В спектре АМО присутствуют как низкочастотные, так и многочисленные высокочастотные составляющие [10], которые значимо влияют на метеоусловия во многих регионах Северного полушария нашей планеты. Временные ряды значений индекса АМО, за период с января 1948 г., представлены в [11].

Как фактический материал об изменениях в период с января 1982 по декабрь 2014 г. ледовитости всех акваторий Арктики, которые расположены к северу от

ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВИТОСТИ АРКТИКИ И АТЛАНТИЧЕСКАЯ МУЛЬТИДЕКАДНАЯ ОСЦИЛЛЯЦИЯ

параллели 67°N, и ограничены квадратами координатной сетки размерами 1°x1°, использованы временные ряды среднемесячных значений данного показателя, содержащиеся в [12].

Методика исследования предполагала оценку силы статистической связи межгодовых изменений ледовитости акваторий Европейского (0–60°E), Сибирского (60–120°E), Дальневосточного (120–170°E), Тихоокеанского (170°E – 120°W), Американского (120–60°W) и Атлантического (60–0°W) секторов Арктики в августе с опережающими их по времени на Δ межгодовыми вариациями индекса АМО. Основываясь на ее результатах, для каждого сектора определялись временные сдвиги между указанными процессами, при которых их статистическая связь является наиболее сильной.

При решении первой задачи (как характеристика силы связи между изучаемыми процессами) использовано количество районов того или иного сектора Арктики, в которых корреляция межгодовых изменений их ледовитости, а также опережающими их по времени на Δ вариациями индекса АМО является статистически значимой.

С учетом рекомендаций [13] установлено, что изучаемые статистические связи могут быть признаны надежными и пригодными для прогнозирования, если сопоставляемые фрагменты рассматриваемых временных рядов содержат по 33 члена. Поэтому при определении значений Δ , которые соответствуют тому или иному сектору Арктики, статистические связи вариаций индекса АМО с запаздывающими по отношению к ним изменениями ледовитости его акваторий, их сила оценивалась для различных фрагментов временных рядов АМО, которые имеют именно такую длину. Статистические связи между изучаемыми процессами изучались при сдвигах между ними, лежащих в диапазоне от 0 до 132 месяцев.

Для оценки значимости статистической связи между стационарными случайными гауссовыми процессами может быть применен критерий Стьюдента [14]. Если сопоставляемые процессы указанными свойствами не обладают, оценки значимости, которые могут быть получены с использованием данного критерия, являются приближенными.

Одним из существенных проявлений нестационарности изучаемых временных рядов является присутствие в них тех или иных трендов. Анализ фактического материала показал, что на отрезках времени длиной 33 года тренды, присутствующие в любых рассматриваемых фрагментах изучаемых временных рядов, могут рассматриваться как линейные. Поэтому методика, применявшаяся при решении первой задачи, предполагала, что в каждом таком фрагменте изучаемых временных рядов должна быть осуществлена компенсация его линейного тренда. Подобная компенсация предшествовала вычислению значения коэффициента их парной корреляции. Это значение сравнивалось с уровнем 95 % порога достоверной корреляции. Значение этого уровня определено с учетом числа степеней свободы рассматриваемых фрагментов, которое определено по их автокорреляционным функциям [15].

При решении второй задачи границы областей, в которых локализованы выявленные районы того или иного сектора Арктики, отображены на его контурной карте с использованием метода триангуляции Делоне [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

С использованием описанной методики для каждого значения временного сдвига Δ между изучаемыми процессами, лежащего в пределах от 0 до 132 месяцев, определено количество районов M того или иного сектора, в которых межгодовые изменения их ледовитости в августе значимо положительно или отрицательно коррелированы с вариациями АМО. Установлено, что наибольшие количества районов, для которых рассматриваемые статистические связи являются значимыми, соответствуют Европейскому и Атлантическому секторам Арктики.

В качестве примера на рисунке 1 приведены зависимости $M(\Delta)$, которые соответствуют Европейскому и Атлантическому секторам, а также августу (корреляция сопоставляемых процессов отрицательная).

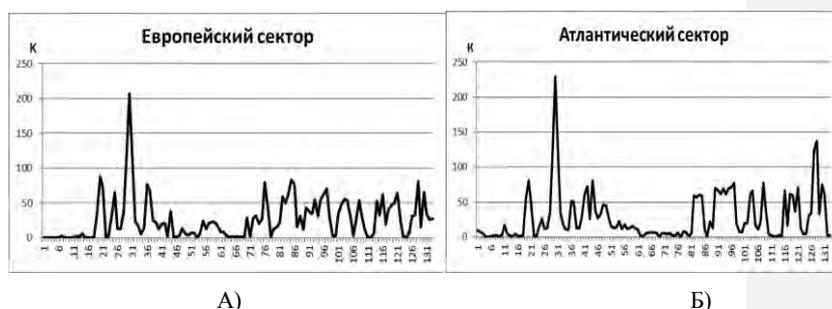


Рис. 1. Зависимости от упреждения Δ количества районов M секторов Арктики, в которых межгодовые изменения их ледовитости значимо отрицательно коррелированы с вариациями индекса АМО А) Европейский; Б) Атлантический.

Из рисунка 1 видно, что зависимости от величины упреждения Δ значений M , соответствующих Европейскому и Атлантическому секторам Арктики, которые непосредственно граничат с Северной Атлантикой, в целом подобны. В обоих секторах наибольшие значения M соответствуют $\Delta = 29$ мес.

Это совпадение, по-видимому, объясняется тем, что атлантические воды, которые приносят тепло в указанные сектора, доставляются в них одними и теми же океаническими течениями (Северо-Пассатным, Гольфстримом и Североатлантическим). Подтверждают это и расположения выявленных районов, которые показаны на рисунке 2.

ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВИТОСТИ АРКТИКИ И АТЛАНТИЧЕСКАЯ МУЛЬТИДЕКАДНАЯ ОСЦИЛЛЯЦИЯ

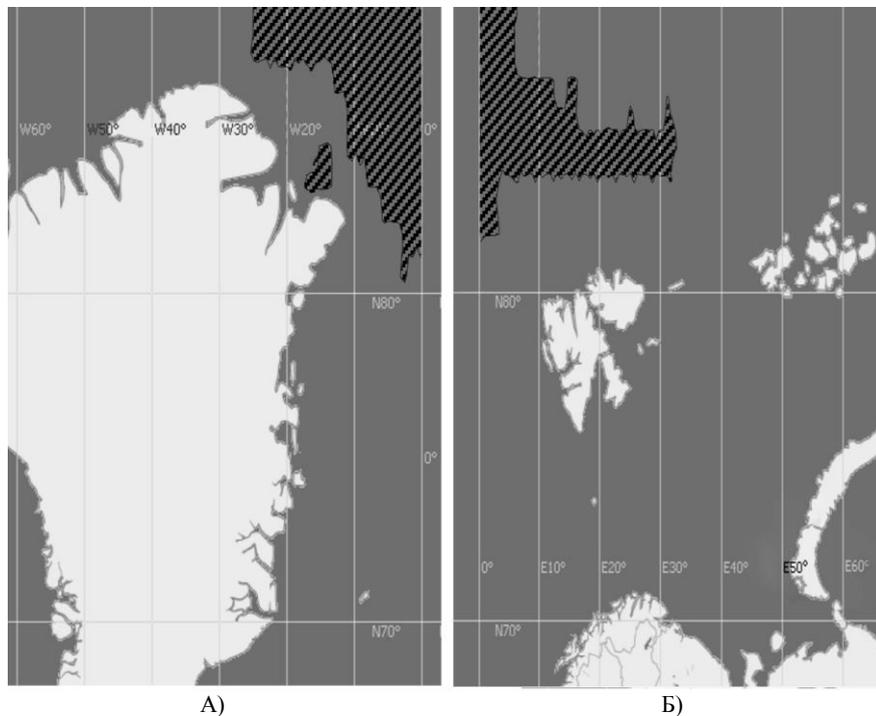


Рис. 2. Районы секторов Арктики, где при сдвиге 29 мес. корреляция межгодовых изменений их ледовитости в августе, с вариациями индекса АМО, значима и отрицательна: А) Атлантический; Б) Европейский.

Из рисунка 2 нетрудно заметить, что почти все выявленные районы Атлантического и Европейского секторов Арктики фактически образуют единую область, простирающуюся от полюса до 80-й параллели и между меридианами 25°W и 32°E. Анализ фактического материала о ледовитости различных районов Арктики [12] показал, что в пределах этой области значения данного показателя в августе лежат в пределах от 50 до 95 %.

Наличие отрицательной корреляции между рассматриваемыми процессами не удивительно, поскольку увеличение значений индекса АМО не может через соответствующее время не приводить к повышению температуры воды, поступающей из Атлантики в Европейский и Атлантический секторы Арктики, что должно вызывать ускорение процессов таяния арктических льдов.

Полученные результаты свидетельствуют также о наличии существенного влияния межгодовых вариаций индекса АМО на изменения ледовитости

арктических акваторий и при сдвигах между ними $\Delta=92$ мес. Соответствующие значения коэффициента корреляции этих процессов значимы и положительны. Это подтверждает рисунок 3, где для тех же секторов Арктики представлены зависимости $M(\Delta)$, соответствующие их районам, где корреляция рассматриваемых процессов положительна.



А)



Б)

Рис. 3. Зависимости M от временного сдвига (Δ) между началами рядов индекса АМО и рядов значений ледовитости, при котором их корреляция значимо положительна: А) Европейский; Б) Атлантический).

Из рисунка 3 следует, что максимальные значения M для Европейского и Атлантического секторов соответствуют $\Delta=92$ мес. Расположения их районов, для которых при таком временном сдвиге корреляция межгодовых изменений их

ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВИТОСТИ АРКТИКИ И АТЛАНТИЧЕСКАЯ МУЛЬТИДЕКАДНАЯ ОСЦИЛЛЯЦИЯ

ледовитости в августе с вариациями индекса АМО является значимой и положительной, приведены на рисунке 4.

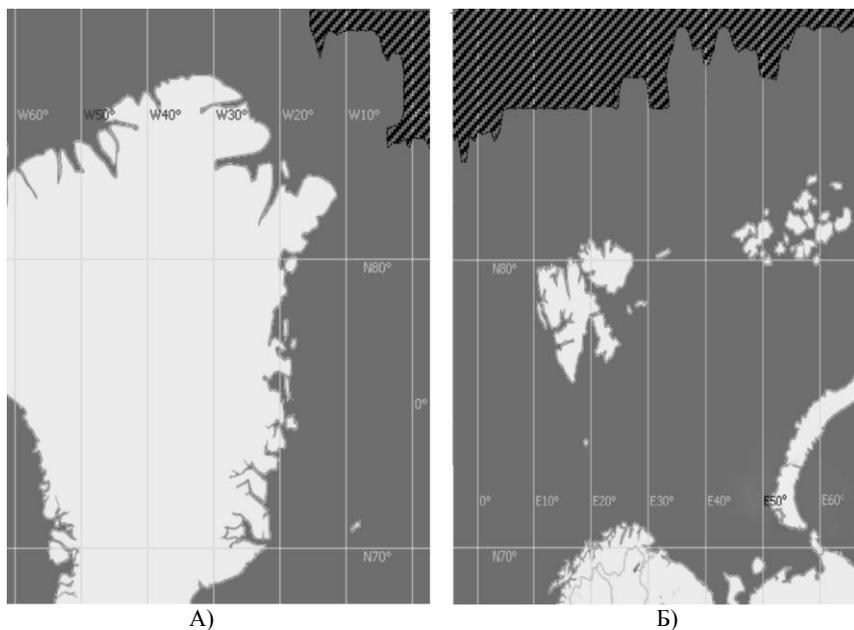


Рис. 4. Районы секторов Арктики, где межгодовые изменения их ледовитости в августе, а также вариации индекса АМО, которые опережают их на 92 мес., коррелированы значимо и положительно: А) Атлантический; Б) Европейский).

Из рисунка 4 видно, что районы Атлантического и Европейского секторов Арктики, где межгодовые изменения их ледовитости в августе значимо и положительно коррелированы с вариациями индекса АМО, которые опережают их на 92 мес., также образуют единую область, простирающуюся от полюса до параллели 85°N и от меридиана 15°W до меридиана 67°E. Сопоставив рисунки 2 и 4, нетрудно убедиться в том, что показанные на них области в значительной мере перекрываются.

Для выявления причин, обуславливающих подобную особенность, рассчитана автокорреляционная функция временного ряда значений индекса АМО. При этих вычислениях сопоставлялись фрагменты временных рядов его значений, соответствующих тому или иному месяцу, содержащих по 33 члена и сдвинутых между собой по времени на время Δ . Полученный при этом результат отображен на рисунке 5.

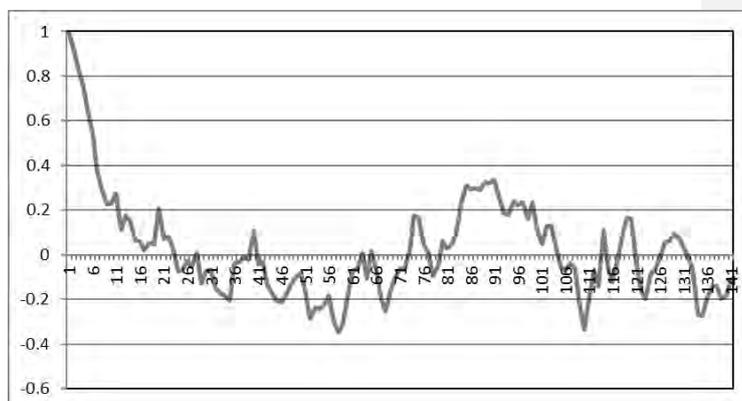


Рис. 5. Автокорреляционная функция изменений индекса АМО.

Из рисунка 5 следует, что автокорреляционная функция изменений индекса АМО носит волнообразный характер. Первый ноль этой функции соответствует $\Delta=23$ мес., а ее значения при $\Delta=29$ мес. близки к нулю.

При сдвигах Δ от 24 до 72 мес. среди значений автокорреляционной функции преобладают отрицательные. Среди них значения, которые превышают по модулю уровень 95% порога достоверной корреляции, имеют место при Δ , лежащих в интервале 55–60 месяцев.

При сдвигах от 73 до 132 мес. значения автокорреляционной функции в основном положительные. Их значения являются максимальными и также превышают этот порог при Δ , принадлежащих интервалу (85–90) мес.

Данный результат указывает на то, что причинами наличия значимой положительной корреляции между рассматриваемыми процессами, при $\Delta=92$ мес., для многих районов Атлантического и Европейского секторов являются выявленные особенности автокорреляционной функции вариаций индекса АМО, а также значимая отрицательная их корреляция при сдвиге 29 мес.

Поскольку изменения индекса АМО на отрезках времени, смещенных между собой на 29 мес., практически не коррелированы, наличие значимой отрицательной их корреляции с межгодовыми вариациями августовских значений ледовитости выявленных районов свидетельствует о том, что эта связь между изучаемыми процессами реально существует.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Выявленные закономерности соответствуют современным представлениям о влиянии взаимодействия Атлантического и Северного Ледовитого океанов на

ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВИТОСТИ АРКТИКИ И АТЛАНТИЧЕСКАЯ МУЛЬТИДЕКАДНАЯ ОСЦИЛЛЯЦИЯ

изменения ледовитости акваторий Европейского и Атлантического секторов Арктики [7, 8, 9]. Из них следует, что вариации индекса АМО целесообразно учитывать при долгосрочном прогнозировании изменений ледовитости обширных арктических регионов. Это подтверждает и зависимость от времени значений этого индекса, построенная с использованием данных [11], представлена на рисунке 6.

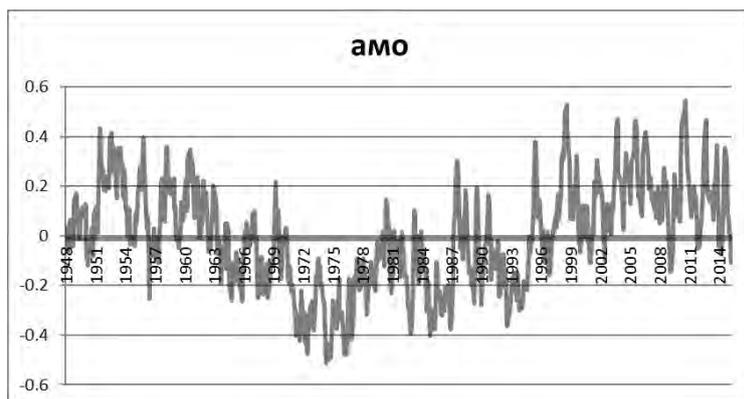


Рис. 6. Зависимость от времени значений индекса АМО.

Как видно из рисунка 6, зависимость от времени индекса АМО представляет собой сложное колебание, в современной фазе которого, начавшейся ориентировочно в 2007 г. преобладает тенденция к уменьшению его значений. Это, а также полученные результаты позволяют предположить, что ледовитость в августе выявленных акваторий Атлантического и Европейского сектора Арктики будет возрастать, а температуры воздуха над ними снижаться как минимум в ближайшие десятилетия.

Данное явление приведет к повышению над подобными акваториями атмосферного давления, а также к увеличению продолжительности в августе арктических блокингов не только в Атлантическом секторе, но и в Европейском. Это будет способствовать похолоданию во многих регионах Европы, а также увеличению продолжительности существования над ними блокирующего антициклона, практически прекращающего выпадение атмосферных осадков на Европейской территории России [7].

ВЫВОДЫ

Таким образом, установлено:

1. Арктические районы, где межгодовые изменения их ледовитости в августе значимо статистически связаны с вариациями индекса АМО, существуют. Они образуют обширную область, частично расположенную в Европейском, а частично в Атлантическом секторе Северного Ледовитого океана и простирающуюся от полюса и до параллели 80°N.

2. Размеры этой области максимальны при сдвиге Δ между рассматриваемыми процессами, составляющими 29 мес. При этом корреляция межгодовых изменений температуры в выявленной области, а также вариаций индекса АМО, которые опережают их на указанное время, значима и отрицательна; значения ледовитости в ней лежат в пределах 50–98 %.

3. Выявленные значимые статистические связи между изучаемыми процессами, существующие при временном сдвиге между ними 92 мес., обусловлены наличием связей между ними при $\Delta = 29$ мес., а также значимой отрицательной корреляцией между фрагментами временного ряда индекса АМО, которые сдвинуты по времени на 63 месяца.

4. При дальнейшем снижении значений индекса АМО ледовитость выявленных арктических районов будет возрастать, а продолжительность арктических блокингов увеличиваться не только в Атлантическом секторе, но и в Европейском.

Список литературы

1. Schlesinger M. E. An oscillation in the global climate system of period 65–70 years // *Nature*. 1994. V. 367. pp. 723–726.
2. Ting M., Kushnir Y., Seager R., Li C. Forced and Internal Twentieth-Century SST Trends in the North Atlantic // *Journal of Climate*. 2009. № 22 (6). pp. 1469–1481.
3. Delworth T. L., Mann M. E. Observed and simulated multidecadal variability in the Northern Hemisphere // *Clim. Dyn.* 2000. № 16. pp. 661–676.
4. Бурков В. А. Общая циркуляция вод Мирового океана. Л.: Гидрометиздат, 1980. 253 с.
5. Зубов Н. Н. Морские воды и льды. М.: Гидрометиздат, 1938. 454 с.
6. Визе В. Ю. Основы долгосрочных ледовых прогнозов для арктических морей. М.: Изд-во Главсевморпути, 1944. 273 с.
7. Думанская И. О., Федоренко А. В. Анализ связи ледовых характеристик морей европейской части России с макроциркуляционными атмосферными процессами // *Метеорология и гидрология*. 2008. № 12. С. 82–94.
8. Фролов И. Е., Гудкович З. М., Карклин В. П., Ковалев Е. Г., Смоляницкий В. М. Климатические изменения ледовых условий в арктических морях Евразийского шельфа // *Проблемы Арктики и Антарктики*. 2007. Вып. 75. С. 149–160.
9. Dickson R. R., Meincke J., Rhines P. Arctic-Subarctic Ocean Fluxes: Defining the Role of the Northern Seas in Climate. Dordrecht: Springer, 2008. 736 p.
10. Enfield D. B., Mestas A. M., Trimble P. J. The Atlantic multidecadal oscillation and its relation to rainfall and river flows in the continental U.S. // *Geophysical Research Letters*. 2001. Vol. 28. pp. 2077–2080.
11. База данных об изменениях индекса Атлантической мультideкадной осцилляции [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cdc.noaa.gov/timeseries/AMO/>.

ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВИТОСТИ АРКТИКИ И АТЛАНТИЧЕСКАЯ МУЛЬТИДЕКАДНАЯ ОСЦИЛЛЯЦИЯ

12. База данных об изменениях ледовитости различных районов мира [Электронный ресурс]. URL: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.oisst.v2.html>.
13. Наставление по службе прогнозов. Раздел 3, ч. III. Служба морских гидрологических прогнозов. Л.: Гидрометеоздат, 1982. 143 с.
14. Закс Ш. Теория статистических выводов. М.: Мир, 1985. 776 с.
15. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2006. 816 с.
16. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и ее применение. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2002. 128 с.

VARIATION OF THE ICE COVERAGE IN THE ARCTIC REGIONS AND THE ATLANTIC MULTIDECADAL OSCILLATION

Kholoptsev A. V.¹, Gumennyi M. M.²

** Sevastopol branch of State Oceanographic Institute named after N. N. Zubov*

***Sevastopol State University, Sevastopol*

E-mail: mx131@mail.ru

The statistical links of August interannual variations of water areas iceness in Arctic regions that are limited by $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ coordinates of grid elements and that depend on the Atlantic multidecadal oscillation conditions variations which are aheaded in time from 0 to 132 month if compared with the above stated, are studied. The conditions under which such links are significant for the maximum quantity of water areas of each sector, are discovered.

The following data are determined:

The Arctic areas where August interannual variations of ice coverage are statistically related to the Atlantic multidecadal oscillation index variations, existand form an extensive area partially located in European as well as Atlantic division of the Arctic Ocean and stretches from the North Pole to the $80^{\circ}N$ parallel.

The dimensions of this region are maximum at 29 months Δ shift in the period between the above stated processes. At this, the revealed area interannual variations temperature time correlation as well as the Atlantic multidecadal oscillation index variations correlation that are ahead of them in the stated time, are significant and have their negative meaning. The values of iceness here make from 50% to 98%.

The determined valuable statistical links characterizing the above stated processes that take place at the 92 month time shift are limited by, the condition of $\Delta = 29$ month as well as of the negative correlation between the Atlantic multidecadal oscillation index time-series fragments that are shifted to the time period of 63 month.

With further reduction of the Atlantic multidecadal oscillation index values, the iceness of the defected Atlantic areas will increase, and the Atlantic blocking duration will also increase not only for the Atlantic division, but for the European one as well.

Keywords: iceness, Atlantic multidecadal oscillation, correlation, European and Atlantic areas of Arctic.

References

1. Schlesinger M. E. An oscillation in the global climate system of period 65-70 years // *Nature*, 1994, V. 367, pp. 723–726. (in English).
2. Ting M., Kushnir Y., Seager R., Li C. Forced and Internal Twentieth-Century SST Trends in the North Atlantic // *Journal of Climate*. 2009. № 22 (6). pp. 1469–1481. (in English).
3. Delworth T. L., Mann M. E. Observed and simulated multidecadal variability in the Northern Hemisphere // *Clim. Dyn.*, 2000, no 16, pp. 661–676. (in English).
4. Burkov V. A. Obshchaya tsirkulyatsiya vod Mirovogo okeana (General circulation of World ocean waters). Leningrad: Gidrometizdat (Publ.), 1980. 253 p. (in Russian).
5. Zubov N. N. Morskije vody i l'dy (Sea water and ice). Moscow: Gidrometizdat (Publ.), 1938. 454 p. (in Russian).
6. Vize V. YU. Osnovy dolgosrochnyh ledovyh prognozov dlya arkticheskikh morej (Fundamentals of long-term ice forecasts for the Arctic seas). Moscow: Izd-vo Glavsevmorputi (Publ.), 1944. 273 p. (in Russian).
7. Dumanskaya I. O., Fedorenko A. V. Analiz svyazi ledovyh harakteristik morej evropejskoj chasti Rossii s makrotsirkulyatsionnymi atmosferynymi protsessami (Analysis of ice characteristics of the seas of the European part of Russia with the macro-circulation atmospheric processes) // *Meteorologiya i gidrologiya*, 2008, no 12, pp. 82–94. (in Russian).
8. Frolov I. E., Gudkovich Z. M., Karklin V. P., Kovalev E. G., Smolyanitskij V. M. Klimaticheskie izmeneniya ledovyh uslovij v arkticheskikh moryah Evrazijskogo shel'fa (Climate changes of the ice conditions in the Arctic seas of the Eurasian shelf) // *Problemy Arktiki i Antarktiki*, 2007, V. 75, pp. 149–160. (in Russian).
9. Dickson R. R., Meincke J., Rhines P. Arctic-Subarctic Ocean Fluxes: Defining the Role of the Northern Seas in Climate. Dordrecht: Springer (Publ.), 2008. 736 p. (in English).
10. Enfield D. B., Mestas A. M., Trimble P. J. The Atlantic multidecadal oscillation and its relation to rainfall and river flows in the continental U.S. // *Geophysical Research Letters*, 2001, Vol. 28, pp. 2077–2080. (in English).
11. Baza dannyh ob izmeneniyah indeksa Atlanticheskoy multidekadnoj ostsillyatsii (Database on changes in the index of multidecadal Atlantic oscillation) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.cdc.noaa.gov/timeseries/AMO/>. (in Russian).
12. Baza dannyh ob izmeneniyah ledovitosti razlichnyh rajonov mira (Base data on changes of ice extent in various parts of the world) [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.oisst.v2.html>. (in Russian).
13. Nastavlenie po sluzhbe prognozov. Razdel 3, chast' III. Sluzhba morskikh gidrologicheskikh prognozov (The manual on service projections. Section 3, part. III. Service marine hydrological forecasts). Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1982, 143 p. (in Russian).
14. Zaks SH. Teoriya statisticheskikh vyvodov (Theory of statistical inference). Moscow: Mir (Publ.), 1985, 776 p.
15. Kobzar' A. I. Prikladnaya matematicheskaya statistika (Applied mathematical statistics). Moscow: Fizmatlit (Publ.), 2006. 816 p. (in Russian).
16. Skvortsov A. V. Triangulyatsiya Delone i ee primeneniye (Delaunay Triangulation and its application). Tomsk: Izd-vo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta (Publ.), 2002, 128 p. (in Russian).

УДК 656.6.052

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЕ АРКТИЧЕСКИЕ ВТОРЖЕНИЯ В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ И АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ В КРЫМУ

Холопцев А. В., Катунина Е. В., Тимошенко Т. Ю.

*Севастопольское отделение Государственного океанографического института имени
Н. Н. Зубова (СО ГОИН), Севастополь, Россия
E-mail: kholoptsev@mail.ru, katin_elen@mail.ru*

Выявлены условия, при которых межгодовые изменения суммарной длительности в том или ином месяце продолжительных арктических вторжений в Атлантическом секторе значимо влияют на вариации месячных сумм атмосферных осадков в различных районах Крымского полуострова и прилегающих акваторий Черного и Азовского морей.

Ключевые слова: продолжительные арктические вторжения, атмосферные осадки, Крымский полуостров, североатлантическое колебание, циклоны, связи.

ВВЕДЕНИЕ

Атмосферные осадки являются главными источниками пресной воды, формирующей водные ресурсы во многих регионах нашей планеты. Поэтому развитие представлений о процессах, которые значимо влияют на изменения их интенсивности, является актуальной проблемой физической географии, метеорологии и гидрологии.

Наибольший интерес в решении данной проблемы представляется в рассмотрении факторов, действующих круглогодично и проявляющихся в регионах северного умеренного и северного субтропического климатических поясов, так как данные пояса относятся к числу наиболее густонаселенных и экономически развитых. Для Крыма эта проблема также значима, так как здесь наблюдается ограниченность водных ресурсов, что ощутимо сдерживает развитие сельского и лесного хозяйства.

Одним из таких факторов являются блокинги [1], главной характеристикой которых является их суммарная длительность (СД) в том или ином месяце. Важную разновидность процессов, приводящих к возникновению блокингов, представляют собой вторжения холодного и сухого арктического воздуха, при которых возникают меридиональные барические гребни, соединяющие арктический и какой-либо субтропический антициклон. При этом приостанавливается движение на восток воздушных масс, сформировавшихся над океанами.

Как и любые другие блокирующие процессы, арктические вторжения способны приводить к установлению в соответствующих секторах Северного полушария погоды, характерной для антициклонов. Вторжения, которые происходят в европейском и сибирском секторах, во многих регионах России, в том числе в Крыму, зимой вызывают похолодание, а в весенне-летние месяцы усиливают засушливость. Продолжительные блокирующие процессы могут служить причиной возникновения засух [2, 3, 4].

Наиболее ощутимо влияют на метеоусловия в регионах, куда поступает участвующий в них воздух, арктические вторжения, при которых возникают меридиональные барические гребни, существующие не менее 3 суток [5]. Вследствие этого изменения СД подобных продолжительных арктических вторжений (далее ПАВ) целесообразно рассматривать как своеобразный «сигнал», способный ощутимо влиять на погоду во многих регионах России.

Если ПАВ возникает в Атлантическом и Тихоокеанском секторе, существенно возрастает поток арктического воздуха, который поступает в области Исландского или Алеутского минимума, что приводит к повышению в них атмосферного давления. В результате изменения СД таких ПАВ могут в той или иной мере изменяться траектории атлантических или тихоокеанских циклонов, а также распределение атмосферных осадков по всему пути их следования. Это позволяет предположить, что **при некоторых условиях изменения СД ПАВ, которые происходят в Атлантическом секторе, способны значительно влиять на вариации интенсивности атмосферных осадков в различных районах Крыма и прилегающих к его побережьям морских акваторий.**

Подтверждение адекватности данной гипотезы позволило бы использовать выявленные связи при моделировании и прогнозировании изменчивости сумм атмосферных осадков, выпадающих в таких районах. Поэтому ее проверка представляет немалый теоретический и практический интерес. Ранее такая проверка не проводилась, а условия, при которых вариации СД ПАВ в Атлантическом секторе значительно влияют на интенсивность атмосферных осадков в тех или иных районах Крыма, изучены недостаточно.

Учитывая это, **объектом исследования** в данной работе выбраны межгодовые изменения месячных сумм атмосферных осадков, выпадающих в различных районах Крымского полуострова и морских акваториях, омывающих его побережья.

Предметом исследования являлись особенности связи рассматриваемых процессов с вариациями СД ПАВ, которые происходят в Атлантическом секторе.

Целями работы являлась проверка адекватности выдвинутой гипотезы, а также выявление условий, при которых межгодовые изменения СД таких ПАВ значимы и устойчивы, статистически связаны с вариациями месячных сумм атмосферных осадков в различных районах Крыма.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для достижения указанной цели использованы временные ряды результатов реанализа [6], соответствующие периоду 1961–2013 гг., а именно месячные суммы атмосферных осадков, которые выпадали в различных районах Крыма и на прилегающих морских акваториях.

Рассматривались районы Крыма, ограниченные квадратами координатной сетки с размерами $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. В каждом из них по методу Монте-Карло выбиралось по 100 точек, в которые интерполировались значения месячных сумм атмосферных осадков, соответствующих узлам этой сетки. Среднее значение полученных таким

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЕ АРКТИЧЕСКИЕ ВТОРЖЕНИЯ В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ
И АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ В КРЫМУ

образом результатов для всех точек, относящихся к определенному квадрату, рассматривалось как оценка средней интенсивности выпадающих атмосферных осадков (АО) в соответствующем месяце.

Для проверки адекватности полученных таким образом временных рядов месячных сумм АО использованы фактические результаты наблюдений метеостанций Крыма, которые функционировали в период с 1961 по 2013 гг. [7]. Расположение рассматриваемых районов и упомянутых метеостанций показано на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, метеостанции располагаются во многих районах Крымского полуострова, что позволяет для этих районов произвести оценку адекватности соответствующих им временных рядов.

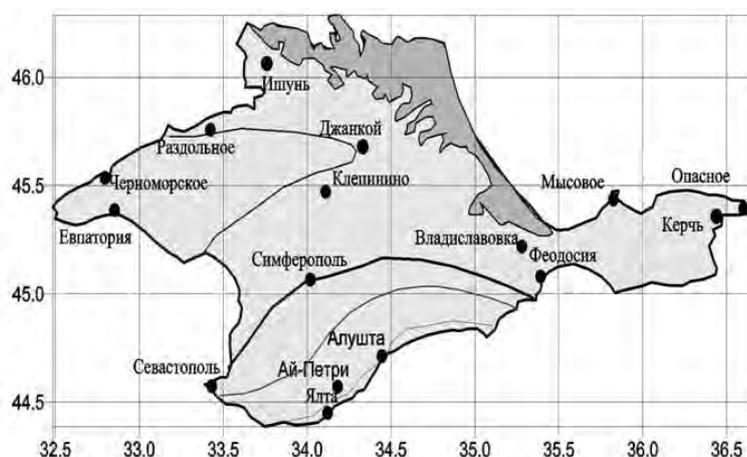


Рис. 1. Расположение изучаемых районов, а также учитываемых метеостанций Крыма.

Так как подобные ряды предполагалось использовать для изучения статистических связей, в качестве критерия адекватности использовано значение коэффициента их корреляции с временными рядами месячных сумм атмосферных осадков, полученных на метеостанциях, расположенных в его границах. В рассматриваемых временных рядах скомпенсированы тренды, что позволило для приближенной оценки значимости связи между ними применить критерий Стьюдента [16]. Решение об адекватности результатов реанализа принималось, если соответствующее значение коэффициента корреляции превосходило уровень 95 % порога достоверной корреляции, которое оценено с учетом числа степеней свободы сопоставляемых временных рядов.

В качестве примера в таблице 1 приведены значения коэффициента корреляции временных рядов месячных сумм атмосферных осадков за 1981–2013 гг., полученные для некоторых метеостанций Крыма, а также рассчитанные по результатам реанализа для соответствующих его районов размерами 0,5°x0,5°. Соответствующее значение 95 % порога составило 0,35.

Как следует из таблицы 1, за единственным исключением – Алушта (июль), все значения коэффициентов корреляции рассматриваемых временных рядов значительно превосходят выбранный уровень статистической значимости. Это позволяет при изучении статистических связей между изучаемыми процессами рассматривать результаты реанализа месячных сумм атмосферных осадков в соответствующих районах Крыма как адекватные. Аналогичный вывод сделан и для прочих районов Крыма, где располагаются учитываемые метеостанции. Таким образом, адекватность рассматриваемого фактического материала об атмосферных осадках подтверждена. Как фактический материал о характеристиках арктических вторжений использован Календарь последовательной смены элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) по Дзерdzeевскому [9].

Таблица 1.

Значения коэффициента корреляции временных рядов месячных сумм атмосферных осадков, полученных на некоторых метеостанциях Крыма, а также рассчитанных по результатам реанализа

	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
Ялта	0,89	0,91	0,91	0,94	0,82	0,67	0,70	0,75	0,89	0,90	0,85	0,91
Черноморское	0,87	0,92	0,93	0,90	0,94	0,80	0,94	0,80	0,94	0,94	0,97	0,78
Феодосия	0,96	0,96	0,93	0,92	0,93	0,89	0,80	0,89	0,97	0,90	0,92	0,89
Севастополь	0,84	0,81	0,84	0,95	0,81	0,87	0,87	0,77	0,91	0,85	0,63	0,73
Евпатория	0,92	0,94	0,95	0,90	0,85	0,68	0,79	0,80	0,76	0,78	0,93	0,90
Ай-Петри	0,91	0,87	0,82	0,87	0,81	0,64	0,65	0,83	0,82	0,90	0,85	0,91
Алушта	0,83	0,47	0,70	0,85	0,63	0,47	0,33	0,48	0,67	0,61	0,70	0,76
Керчь	0,87	0,75	0,72	0,61	0,73	0,54	0,40	0,67	0,69	0,69	0,84	0,87
Клепинино	0,88	0,85	0,85	0,83	0,83	0,64	0,79	0,84	0,83	0,88	0,92	0,93
Симферополь	0,92	0,93	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90	0,94	0,94	0,88	0,95	0,94

Как известно, ЭЦМ различаются между собой синоптическим положением над Арктикой, а также расположением барических гребней, связывающих Арктический

антициклон с тем или иным субтропическим [10], причиной возникновения которых являются ПАВ.

Дзердзеевским Б. Л. установлено [11], что в Атлантическом секторе Северного полушария подобные барические гребни существуют в периоды действия ЭЦМ: 3, 8а, 8бл, 8гз, 8гл, 9а, 12а, 12бз, 12бл.

При определении длительности периода существования некоторого барического гребня за его начало принималась дата выявления любого ЭЦМ из данного перечня. Если этот ЭЦМ сменял другой ЭЦМ из того же перечня, при определении продолжительности того же гребня, значения длительностей периодов их существования суммировались. За завершение периода его существования принималась дата, в которую последний ЭЦМ из того же перечня сменялся на ЭЦМ, который в него входит.

Длительность периода существования меридионального барического гребня, который возник в результате ПАВ, составляет лишь часть продолжительности этого процесса. ПАВ начинается с возникновения воздушного течения, направленного от Арктического антициклона в сторону субтропического антициклона, но достигающего его периферии отнюдь не мгновенно. Учитывая скорость этого течения, составляющую несколько сотен километров в сутки, на преодоление расстояния между перифериями этих антициклонов уходит в среднем двое суток. Завершается ПАВ, как правило, в результате разрушения барического гребня вхождением циклона. На это также уходит не менее суток. Поэтому связанный с ПАВ барический гребень существует 3 суток, если само ПАВ длится 6–7 суток (что сопоставимо с продолжительностью естественного синоптического периода, которая по Б. П. Мультиановскому [12] составляет от 5 до 8 суток [13]). Указанное значение длительности ПАВ сопоставимо также с продолжительностью одной фазы цикла лунно-солнечного приливного колебания в атмосфере, равной 6,8 суток [14]. Это совпадение не случайно, поскольку большая часть перестроек синоптических процессов Северного полушария (в том числе возникновение и ликвидация ПАВ) осуществляется вблизи экстремумов (минимумов или максимумов) приливных колебаний угловой скорости вращения Земли [15].

Подобная методика позволила установить, что в Атлантическом секторе за период с 01.01.1950 по 31.12.2015 произошло 1001 ПАВ. Гистограмма их распределения по продолжительности приведена на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что наибольшее количество выявленных меридиональных барических гребней в Атлантическом секторе имело длительность 3 или 4 суток. Из этого следует, что среди существующих здесь ПАВ преобладают процессы, длительность которых близка к продолжительности одной фазы лунно-солнечных приливных колебаний в атмосфере [14], а также одного естественного синоптического периода [12].

Годовой ход СД ПАВ в Атлантическом секторе, осредненных за периоды 1950–2015 гг. и 1998–2015 гг., представлен на рисунке 3.

Рисунок 3 свидетельствует об активизации ПАВ в Атлантическом секторе. Из него следует также, что наибольшее значение их СД приходится на апрель и май, а

наименьшее – на зимние месяцы. Для выявления условий, при которых статистические связи между рассматриваемыми процессами являются значимыми, применен метод корреляционного анализа [8] и критерий Стьюдента [16].

Связь признавалась значимой, если соответствующее значение коэффициента корреляции изучаемых временных рядов превосходило уровень 95 % порога достоверной корреляции, рассчитанной с учетом числа степеней их свободы. Границы районов, где сила изучаемых связей превосходила этот уровень, отображены на контурной карте с использованием метода триангуляции Делоне [17]. Связи между изучаемыми процессами исследованы для случаев, когда начала их временных рядов совпадали по времени либо различались на 1–3 месяца.

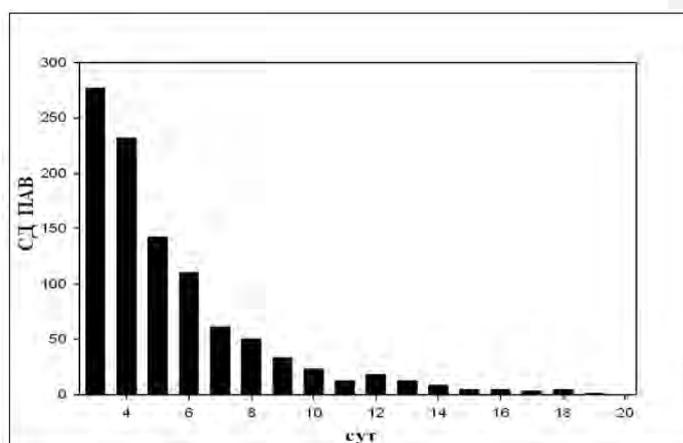


Рис. 2. Гистограмма распределения меридиональных барических гребней в Атлантическом секторе по их длительности.

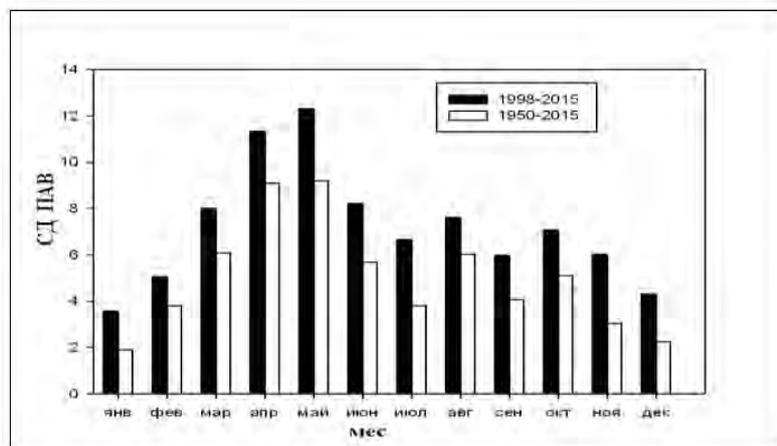


Рис. 3. Годовой ход СД ПАВ, осредненных за периоды 1950–2015 гг. и 1998–2015 гг.

Для оценки статистической устойчивости выявленных связей подобные исследования выполнены в «скользящем окне» длиной 33 года. Установлено, что влияние арктических вторжений в Атлантическом секторе на осадки в Крыму является значимым круглогодично. Изменения СД ПАВ, соответствующие любым зимним месяцам, значимо положительно коррелированы с вариациями месячных сумм атмосферных осадков в Крыму, которые запаздывают по отношению к ним по времени на 0–1 месяц. Как пример, на рисунке 4 приведено расположение районов, где вывод о значимости связи между рассматриваемыми процессами в феврале характеризуется достоверностью не ниже 0,95.

Из рисунка 4 видно, что корреляция межгодовых изменений месячных сумм атмосферных осадков с вариациями СД ПАВ в феврале является значимой и положительной для любых районов Восточного Крыма и прилегающих акваторий Черного и Азовского морей. Аналогичные особенности свойственны связям между рассматриваемыми процессами в декабре и январе. Установлено также, что корреляция межгодовых изменений месячных сумм атмосферных осадков весной, летом и осенью с вариациями СД ПАВ значима и отрицательна при сдвигах между этими процессами 1–2 месяца. Как пример, на рисунке 5 приведено расположение изучаемых районов, где межгодовые изменения месячных сумм атмосферных осадков в сентябре коррелированы с вариациями СД ПАВ в Атлантическом секторе значимо и отрицательно.

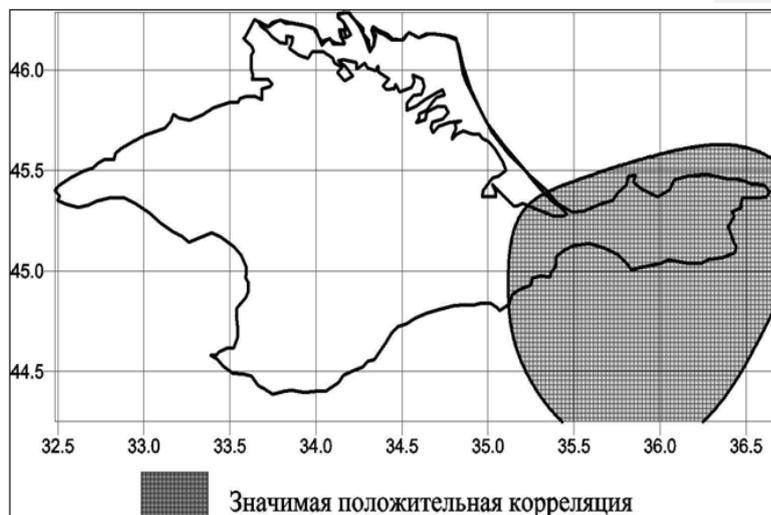


Рис. 4. Расположение районов, где межгодовые изменения месячных сумм атмосферных осадков в феврале значимо положительно коррелированы с вариациями СД ПАВ в феврале.

Из рисунка 5 следует, что межгодовые изменения месячных сумм атмосферных осадков в сентябре значимо связаны с вариациями СД ПАВ в августе во многих районах Степного, а также Юго-Восточного Крыма. Аналогичные связи выявлены и для прочих весенних, летних и осенних месяцев. При этом наиболее сильными они являются для атмосферных осадков в апреле, июне, августе и сентябре. Различие знака корреляции изучаемых процессов в зимние и прочие месяцы объясняется тем, что зимой осадки в Крым приносят преимущественно средиземноморские циклоны, а в прочие сезоны – атлантические.

Об устойчивости выявленных связей свидетельствует их значимость и монотонное возрастание силы по мере увеличения года начала «скользящего окна», для которого оценены их значения. Как пример, подтверждающий это, на рисунке 6 представлены зависимости от года начала скользящего окна длиной 33 года отношения (К) модуля коэффициента корреляции межгодовых изменений месячных сумм атмосферных осадков для двух районов Крыма в августе, а также СД ПАВ в Атлантическом секторе в июле.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЕ АРКТИЧЕСКИЕ ВТОРЖЕНИЯ В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ
И АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ В КРЫМУ

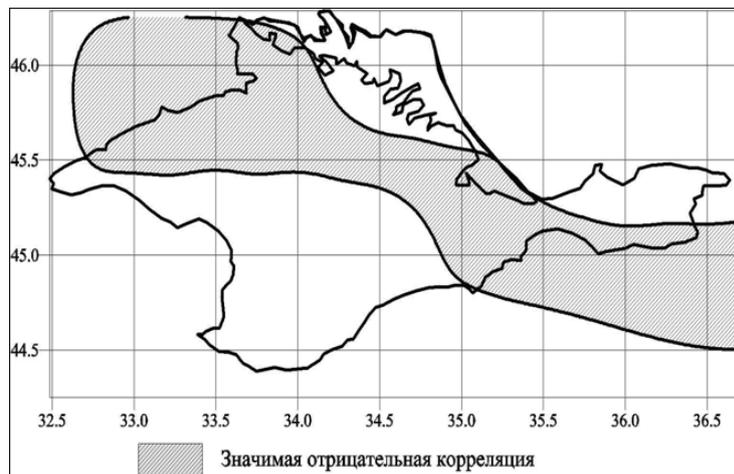


Рис 5. Расположение районов, где межгодовые изменения месячных сумм атмосферных осадков в сентябре значимо отрицательно коррелированы с вариациями СД ПАВ в августе.

Из рисунка 6 следует, что в период после 1968 года связь межгодовых изменений сумм осадков для двух районов Крыма в августе, а также СД ПАВ в Атлантическом секторе в июле являлась значимой и устойчиво усиливалась. Об этом свидетельствуют соответствующие этому периоду значения K , превышающие уровень 1. Очевидно, что вероятность снижения значения K до уровня меньше 1 в следующих скользящих окнах мала. Поэтому с высокой вероятностью выявленные связи сохраняют свою значимость и в будущем, а значит, имеет смысл учитывать их и в задачах прогнозирования.

Таким образом, полученные результаты подтверждают адекватность выдвинутой гипотезы и свидетельствуют о значимости и статистической устойчивости влияния на вариации интенсивности атмосферных осадков в Крыму изменений продолжительности арктических вторжений, которые происходят в Атлантическом секторе.

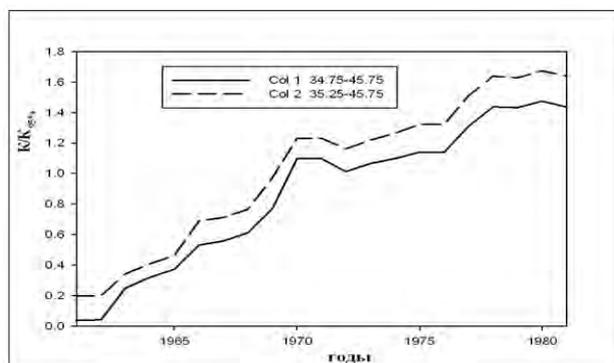


Рис. 6. Изменения значимости статистической связи межгодовых изменений сумм осадков для двух районов Крыма в августе, а также СД ПАВ в Атлантическом секторе в июле.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как следует из изложенного, следствием увеличения СД ПАВ в Атлантическом секторе в зимние месяцы в период с 1968 по 2013 г. являлось возрастание месячных сумм АО в те же месяцы во многих районах Крыма. Аналогичные явления в весенние, летние и осенние месяцы здесь приводили к снижению возрастания месячных сумм АО. Из этого следует, что для разработки прогнозов – тенденций изменчивости сумм атмосферных осадков, выпадающих в Крыму в различные сезоны, – целесообразно сопоставлять тенденции изменения соответствующих значений СД ПАВ в Атлантическом секторе, а также суммы АО в Крыму. Для этого были рассчитаны зависимости от времени начала скользящего окна длиной 33 года осредненных по нему средних за сезон СД ПАВ в Атлантическом секторе (Рис. 7) и построены распределения углового коэффициента линейных трендов сумм осадков (Рис. 8). Упомянутая зависимость и карта соответствуют зимнему сезону.

Из рисунка 7 следует, что за период после 1961 г. средние за зимний сезон СД ПАВ в Атлантическом секторе устойчиво возрастали.

Рисунок 8 показывает, что значения коэффициента линейного тренда межгодовых изменений средних за тот же сезон сумм атмосферных осадков в Крыму в основном являлись положительными. Сопоставление рисунков 7 и 8 позволяет предположить, что и в ближайшие годы в Крыму суммы осадков зимнего сезона будут по-прежнему увеличиваться, если закономерности, обуславливающие выявленные связи, не изменятся.

Зависимости от времени начала скользящего окна длиной 33 года осредненных по нему средних за весенний, летний и осенний сезоны СД ПАВ в Атлантическом секторе представлены на рисунке 9.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЕ АРКТИЧЕСКИЕ ВТОРЖЕНИЯ В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ
И АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ В КРЫМУ

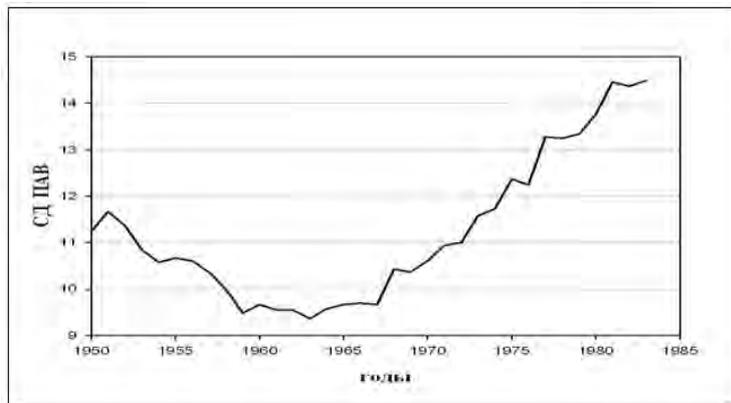


Рис. 7. Зависимость от времени начала скользящего окна длиной 33 года, осредненных по нему средних за зимний сезон СД ПАВ в Атлантическом секторе.

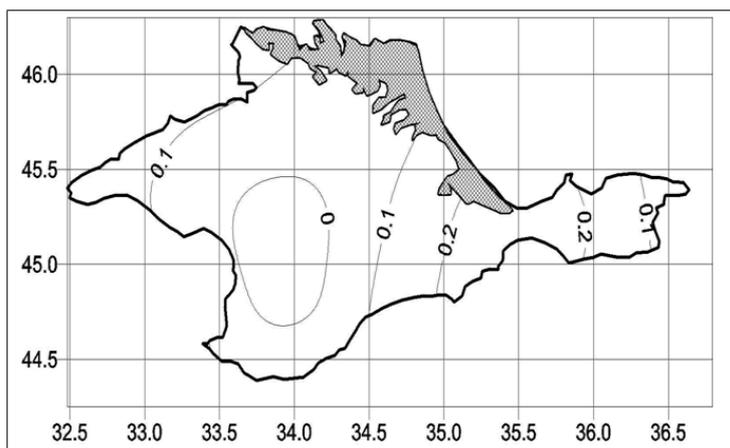


Рис. 8. Карта распределения тенденций изменения сумм для зимних осадков в 1981–2013 гг.

Распределения значений углового коэффициента линейного тренда сумм осадков в Крыму за те же сезоны для периода 1981–2013 гг. представлены на рисунках 10, 11, 12.

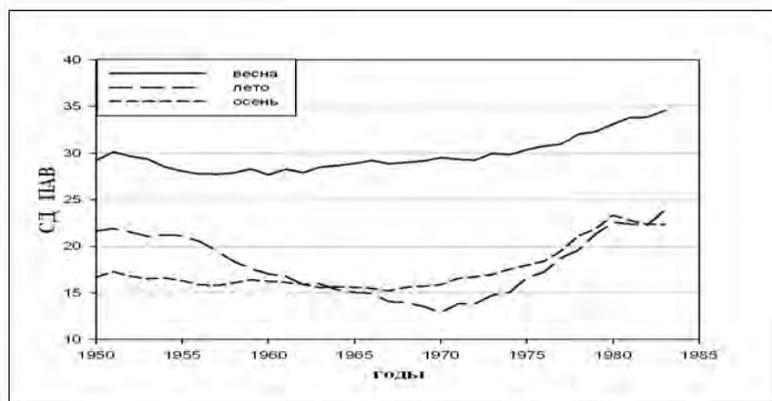


Рис. 9. Зависимости от года начала «скользящего окна» длиной 33 года осредненных по нему средних СД ПАВ в Атлантическом секторе.

Из рисунка 9 видно, что средние значения СД ПАВ, оцененные за весенний и летний сезон, в «скользящих окнах» длиной 33 года, которые начинаются с 1970-х годов.

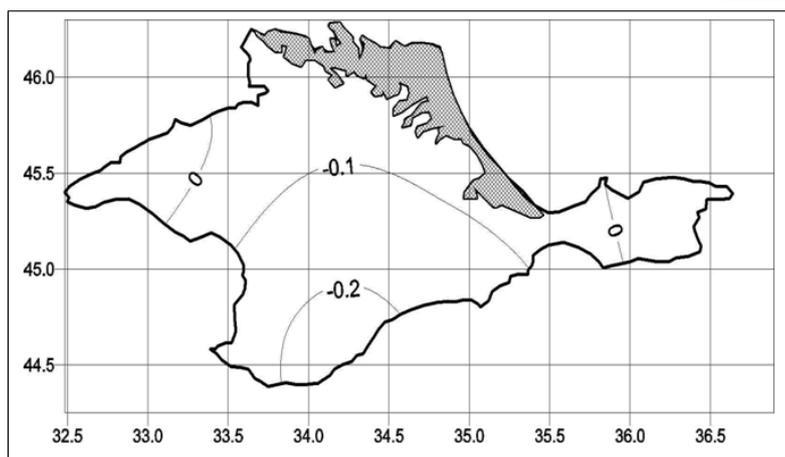


Рис. 10. Распределения значений углового коэффициента линейного тренда для суммы осадков в 1981–2013 гг. (весенний период).

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЕ АРКТИЧЕСКИЕ ВТОРЖЕНИЯ В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ
И АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ В КРЫМУ

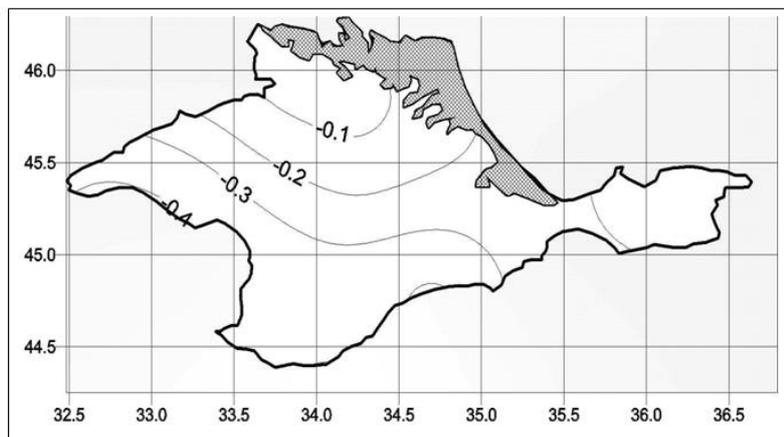


Рис. 11. Распределения тенденций изменения сумм осадков в 1981–2013 гг. – летом 1983 г. устойчиво возрасали. Для осеннего сезона значения того же показателя в «скользящих окнах», которые начинаются с 1980 г., убывают.

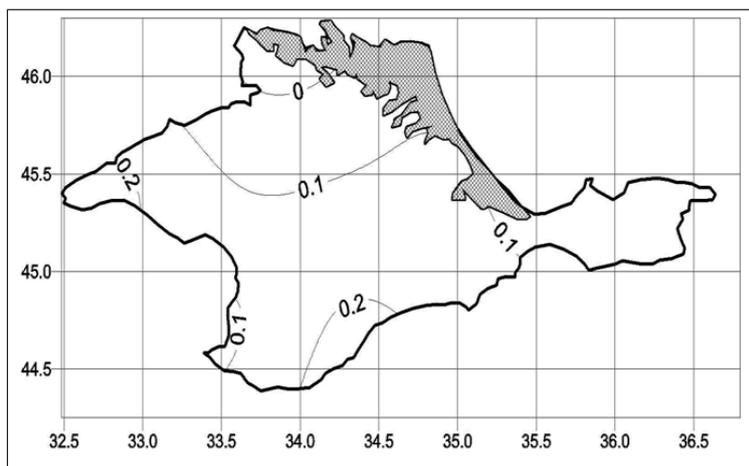


Рис. 12. Распределение тенденций изменения сумм осадков 1981–2013 гг., осенний период.

Рисунки 10 и 11 показывают, что в период 1981–2013 гг. в большинстве районов Крыма преобладали тенденции к уменьшению сумм атмосферных осадков за весенний и летний сезоны. При этом рисунок 12 свидетельствует о том, что в осенний сезон во многих районах преобладают противоположные тенденции. Нетрудно заметить наличие соответствия между изучаемыми процессами, которые подтверждает неслучайный характер выявленных связей.

Если закономерности в будущем не изменятся, полученные результаты позволяют предполагать, что весна и лето в Крыму будут становиться более засушливыми, а интенсивность осадков осенью будет возрастать.

ВЫВОДЫ

Таким образом, установлено:

1. Выявленные особенности изучаемых статистических связей свидетельствуют о целесообразности их учета при прогнозировании изменчивости месячных сумм атмосферных осадков в Крыму. Они позволяют предположить возможность существования таких же связей и для других регионов России, в которые атмосферные осадки доставляют атлантические либо средиземноморские циклоны.

2. Одной из причин того, что весна и лето в Крыму становятся все более засушливыми, а интенсивность зимних и осенних осадков здесь возрастает, являются соответствующие изменения СД ПАВ в Атлантический сектор.

Список литературы

1. Шакина Н. П., Иванова А. Р. Блокирующие антициклоны: современное состояние исследований и прогнозирование // *Метеорология и гидрология*. 2010. № 11. С. 5–18.
2. Семёнова И. Г. Роль процессов блокирования в формировании засух на Украине // *Труды ГГО им. Воейкова*. 2013. Вып. 569. С. 124–136.
3. Cherenkova E. A., Kononova N. K., Muratova N. R. Summer drought 2010 in the European Russia // *Gtography, Environment, Sustainability*. 2013. № 1 (6). pp. 55–66.
4. Золотокрылин А. Н., Титкова Т. Б., Черенкова Е. А., Виноградова В. В. Сравнительные исследования засух 2010 и 2012 г. на Европейской территории России по метеорологическим MODIS ДАННЫМ // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2013. Т. 10. № 1. С. 245–253.
5. Стихийные бедствия и техногенные катастрофы. Превентивные меры = Natural Hazards. Un Natural Disasters: The Economics of Effective Prevention. М.: Альпина Паблишер, 2012. 312 с.
6. База данных результатов реанализа месячных сумм атмосферных осадков [Электронный ресурс]. URL: ftp://ftp-anon.dwd.de/pub/data/gpcc/htm/download_gate.html.
7. База данных результатов метеорологических наблюдений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tutiempo.net/en/climate>.
8. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2006. 816 с.
9. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX – начале XXI века [Электронный ресурс]. URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru>.
10. Дзердзеевский Б. Л., Курганская В. М., Витвицкая З. М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов // *Тр. н.-и. учреждений гл. упр.*

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЕ АРКТИЧЕСКИЕ ВТОРЖЕНИЯ В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ
И АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ В КРЫМУ

- гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР/ Сер. 2. Синоптическая метеорология. Вып. 21. Центральный институт прогнозов. М. – Л.: Гидрометиздат, 1946. 80 с.
11. Дзердзеевский Б. Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере Северного полушария в XX столетии // Материалы метеорологических исследований. М.: Изд-во ИГ АН СССР и Междувед. Геофиз. Комитета при Президиуме АН СССР, 1968. 240 с.
 12. Мультиановский Б. П. Основные положения синоптического метода долгосрочных прогнозов погоды. М.: ЦУЕГМС, 1933. 139 с.
 13. Пагава С. Т., Аристов Н. А., Блюмина Л. И., Туркетти З. Л. Основы синоптического метода сезонных прогнозов погоды. Л.: Гидрометеоздат, 1966. 362 с.
 14. Сидоренков Н. С. Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб.: Гидрометеоздат, 2002. 366 с.
 15. Сидоренков Н. С. Многолетняя изменчивость экстремальности природных процессов в связи с колебаниями Лунно-Солнечных приливных сил // Современные глобальные изменения природной среды. Т. 3. Факторы глобальных изменений. М.: Научный мир, 2012. С. 103–116.
 16. Закс Ш. Теория статистических выводов. М.: Мир, 1985. 776 с.
 17. Скорцов А. В. Триангуляция Делоне и ее применение. Т.: Изд-во Томского госуниверситета, 2002. 128 с.

**LONG ARCTIC INVASIONS IN THE ATLANTIC SECTOR AND THE
ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE CRIMEA**

Kholoptsev A. V., Katunina E. V., Timoshenko T. Y.

*Sevastopol Department of N.N. Zubov State Oceanographic Institute, Sevastopol, Russia
E-mail: kholoptsev@mail.ru, katun_elen@mail.ru*

Now in the Crimea is observed limitation of water resources. Branches of the national economy are not used in full capacity.

The object of study is interannual variability of monthly precipitation across the Crimea region.

The subject of research is to reveal the links of the processes under consideration, with variations in the total duration of a prolonged Arctic invasion in the given month in the Atlantic sector from Greenwich meridian to meridian of 60 degrees west longitude.

Basic hypothesis: under certain conditions in the Atlantic sector, changes in the total duration of prolonged Arctic intrusions can significantly affect the variations in the intensity of atmospheric precipitation in various regions of the Crimea and the sea waters adjacent to its coast.

The purpose of the work is to check the adequacy of this hypothesis. The identified conditions will help determine the significance and stability of statistical relationships between the monthly sum of atmospheric precipitation and interannual variability the sum total duration of protracted Arctic intrusions.

To achieve this purpose were considered monthly time series of atmospheric precipitation (1961-2013) from GPCC Reanalysis Dataset. Each area of the Crimea was divided into squares $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$. The values of the monthly sums of precipitation were interpolated by 100 observations. It was considered for various seasons the impact of the Arctic invasion in the Atlantic sector on the change in the monthly sum of atmospheric precipitation in the Crimea in a 33-year-old sliding window.

Observations of an atmospheric precipitation are the actual material of 16 meteorological stations in the Crimea. The characteristic of Arctic invasions was carried out to the Calendar of consecutive change of elementary circulation mechanisms (ECM) according to B. L. Dzerdzeevsky. The correlation analysis has been conducted to define the statistical relationships between the processes. The reliability of statistical conclusions was estimated by the Student's criterion.

It was found that the hypothesis put forward is adequate. The conditions under which interannual changes in the total duration of prolonged Arctic intrusions in the Atlantic sector have a significant effect on the variations in monthly precipitation in different parts of the Crimean peninsula and on the adjacent water areas of the Black and Azov Seas.

The peculiarities of the statistical connections studied are indicative of the expediency of taking them into account when predicting the variability of the monthly sums of atmospheric precipitation in the Crimea. This would suggest that similar links exist in other parts of Russia, where the Atlantic or Mediterranean cyclones deliver atmospheric precipitation. Changes in the total duration of protracted Arctic invasions in the Atlantic sector are a consequence of the fact that in spring and summer in the Crimea, arid periods are most often observed. Autumn and winter will be characterized by an increase in the amount of precipitation.

Keywords: long Arctic invasions, atmospheric precipitation, Crimean peninsula, North Atlantic fluctuation, cyclones, communications.

References

1. Shakina N. P., Ivanova A. R. Blokirujushhie anticiklony: sovremennoe sostojanie issledovanij i prognozirovanie (The blocking anti-cyclones: current state of researches and forecasting). *Meteorologija i gidrologija*, 2010, no. 11, pp. 5–18 (in Russian).
2. Semjonova I. G. Rol' processov blokirovanija v formirovanii zasuh na Ukraine (Role of processes of blocking in formation of droughts in Ukraine). *Trudy GGO im. Voejkova*, 2013, Vyp. 569, pp. 124–136 (in Russian).
3. Cherenkova E. A., Kononova N. K., Muratova N. R. Summer drought 2010 in the European Russia // *Gtography, Environment, Sustainability*, 2013, № 1 (6), pp. 55–66. (in English).
4. Zolotokrylin A. N., Titkova T. B., Cherenkova E. A., Vinogradova V. V. Sravnitel'nye issledovanija zasuh 2010 i 2012g. na Evropejskoj territorii Rossii po meteorologicheskim MODIS DANNYM (Comparative researches of droughts of 2010 and 2012 in the European territory of Russia on meteorological MODIS THIS). *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa*, 2013, T. 10, no. 1, pp. 245–253 (in Russian).
5. Stihijnye bedstvija i tehnogennye katastrofy (Natural disasters and technogenic catastrophes). Preventivnye mery = Natural Hazards. Un Natural Disasters: The Economics of Effective Prevention. M.: Al'pina Publisher (Publ.), 2012, 312 p. (in Russian).
6. Baza dannyh rezul'tatov reanaliza mesjachnyh summ atmosferyh [Jelektronnyj resurs]. URL: ftp://ftp-anon.dwd.de/pub/data/gpcc/htm/download_gate.html (in Russian).
7. Baza dannyh rezul'tatov meteorologicheskijh nabljudenij [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.tutiempo.net/en/climate> (in Russian).
8. Kobzar' A. I. Prikladnaja matematicheskaja statistika (Applied mathematical statistics). Moscow: Fizmatlit (Publ.), 2006, 816 p. (in Russian).
9. Kolebanija cirkuljacii atmosfery Severnogo polusharija v XX – nachale XXI veka (Fluctuations of the atmosphere circulation of the Northern hemisphere in XX – the beginning of the 21st century) [Jelektronnyj resurs]. URL: (in Russian).

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЕ АРКТИЧЕСКИЕ ВТОРЖЕНИЯ В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ
И АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ В КРЫМУ

10. Dzerdzeevskij B. L., Kurganskaja V. M., Vitvickaja Z. M. Tipizacija cirkuljacionnyh mehanizmov v severnom polusharii i harakteristika sinopticheskikh sezonov (Typification of circulating 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. Sinopticheskaja meteorologija. Vyp. 21. Central'nyj institut prognozov. Moscow, Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1946, 80 p. (in Russian).
11. Dzerdzeevskij B. L. Cirkuljacionnye mehanizmy v atmosfere Severnogo polusharija v XX stoletii (Circulating mechanisms in the atmosphere of the Northern hemisphere in the XX century). Materialy meteorologicheskikh issledovanij. Moscow: IG AN SSSR (Publ.), 1968, 240 p. (in Russian).
12. Mul'tanovskij B. P. Osnovnye polozhenija sinopticheskogo metoda dolgosrochnyh prognozov pogody (Basic provisions of a synoptic method of long-term weather forecasts). Moscow: CUEGMS (Publ.), 1933, 139 p. (in Russian).
13. Pagava S. T., Aristov N. A., Bljumina L. I., Turketti Z. L. Osnovy sinopticheskogo metoda sezonnyh prognozov pogody (Bases of a synoptic method of seasonal weather forecasts). Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1966, 362 p. (in Russian).
14. Sidorenkov N. S. Atmosfernye processy i vrashhenie Zemli (Atmospheric processes and rotation of Earth). S.-Petersburg: Gidrometeoizdat (Publ.), 2002, 366 p. (in Russian).
15. Sidorenkov N. S. Mnogoletnjaja izmenchivost' jekstremal'nosti prirodnyh processov v svjazi s kolebanijami Lunno-Solnechnyh prilivnyh sil (Long-term variability of extremeness of natural processes in connection with fluctuations of Lunisolar tidal forces). Sovremennye global'nye izmenenija prirodnoj sredy. T. 3 Faktory global'nyh izmenenij. Moscow: Nauchnyj mir (Publ.), 2012, pp. 103-116 (in Russian).
16. Zaks Sh. Teorija statisticheskikh vyvodov (Theory of statistical conclusions). Moscow: Mir (Publ.), 1985, 776 p. (in Russian).
17. Skvorcov A. V. Trianguljacija Delone i ee primenenie (Triangulation Delon and its application). Tomsk: Izd-vo Tomskogo gosuniversiteta (Publ.), 2002, 128 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Агиенко Анастасия Алексеевна** магистрант 2-го года обучения кафедры физической географии, океанологии и ландшафтоведения географического факультета, Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Амеличев Геннадий Николаевич** кандидат географических наук, доцент кафедры земледения и геоморфологии Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Блага Николай Николаевич** кандидат географических наук, доцент кафедры земледения и геоморфологии географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Бурлакова Наталья Сергеевна** магистрант 1-го года обучения кафедры земледения и геоморфологии географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Вахрушев Борис Александрович** доктор географических наук, профессор кафедры земледения и геоморфологии географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Вахрушев Игорь Борисович** кандидат географических наук кафедры туризма географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Зекина Мария Игоревна** студентка кафедры экономической и социальной географии и территориального управления географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Ибрагимова Алие Энверовна** студентка 3 курса кафедры землеведения и геоморфологии географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Иванова Мария Степановна** кандидат технических наук, доцент, Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Украина.
- Калинчук Ирина Васильевна** ассистент кафедры физической географии, океанологии и ландшафтоведения географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Карпенко Сергей Александрович** кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии и территориального управления географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Крайнюкова Ирина Александровна** ведущий специалист Ресурсного центра «Геомодель» Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация.
- Кузнецов Александр Георгиевич** кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры землеведения и геоморфологии Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лобас Ксения Вадимовна	ассистент кафедры туризма географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Логвина Елена Владимировна	кандидат экономических наук, доцент кафедры туризма географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Мирончук Татьяна Владимировна	студентка кафедры экономической и социальной географии и территориального управления географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Овакиян Влада Владимировна	студентка 4 курса кафедры землеведения и геоморфологии географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Ожегова Людмила Александровна	доцент кафедры экономической и социальной географии и территориального управления географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Пашкова Наталья Геннадьевна	аспирант кафедры землеведения и геоморфологии Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Позаченюк Екатерина Анатольевна	доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой физической географии, океанологии и ландшафтоведения географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Пустовитенко Бэлла Гавриловна	доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Института сейсмологии и геодинамики ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Сахнова Наталья Степановна	кандидат географических наук, доцент кафедры экономической и социальной географии и территориального управления географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Сикач Ксения Юрьевна	ассистент кафедры экономической и социальной географии и территориального управления географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Скребец Григорий Николаевич	кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии, океанологии и ландшафтоведения Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Страчкова Наталья Васильевна	кандидат географических наук, доцент кафедры туризма географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Тищенко Александр Иванович	кандидат геологических наук, ведущий специалист кафедры землеведения и геоморфологии географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Токарев Игорь Владимирович	кандидат геолого-минералогических наук, ведущий специалист Ресурсного центра «Геомодель» Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Токарев Сергей Викторович	ассистент кафедры земледения и геоморфологии Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Холопцев Александр Вадимович	доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой судовождения и безопасности мореплавания факультета судовождения и судовой энергетики Севастопольской морской академии, действительный член Крымской академии наук, действительный член Комиссии по метеорологии и агроклиматологии Академии наук Польской Республики, г. Севастополь, Российская Федерация.
Цалко Ксения Анатольевна	инспектор I категории отдела анализа, прогноза и мониторинга трудовых ресурсов, Государственное казенное учреждение Республики Крым «Центр занятости населения», г. Симферополь, Российская Федерация.
Шабельников Сергей Иванович	кандидат геологических наук, доцент кафедры геоэкологии Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
Шабельникова Дарья Сергеевна Яковенко Ирина Михайловна	экономист дорожно-строительного управления, г. Симферополь, Российская Федерация. доктор географических наук, профессор кафедры туризма Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Логвина Е. В., Лобас К. В.*
Анализ развития караванинга как разновидности автотуризма 3
- Логвина Е. В.*
Развитие этнического туризма в Российской Федерации и Республике Крым.... 14
- Ожегова Л. А., Мирончук Т. В.*
Заработная плата в Российской Федерации: географический аспект 36
- Ожегова Л. А., Сикач К. Ю.*
Статистический метод в исследовании преступности как общественного явления
на региональном уровне 46
- Сахнова Н. С., Карпенко С. А., Зекина М. И.*
Модель общественно-географического исследования муниципального региона 53
- Страчкова Н. В.*
Теоретико-методические основы комплексного мониторинга рекреационных
территорий 63
- Яковенко И. М.*
Методические основы использования ГИС-технологий в комплексном
изучении рекреационных функций ландшафтов особо охраняемых
природных территорий 71

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

- Калиничук И. В., Позаченюк Е. А.*
Оценка степени коадаптации агроландшафтов Раздольненского района
Республики Крым 84

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Позаченюк Е. А., Агиенко А. А.</i> Оценка ландшафтного разнообразия Алуштинского амфитеатра	102
<i>Скребец Г. Н., Цалко К. А.</i> Современные ландшафты территории Сакского административного района Республики Крым	117

РАЗДЕЛ 3

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

<i>Амеличев Г. Н., Токарев И. В., Токарев С. В., Крайнюкова И. А., Бурлакова Н. С.</i> Комплексная оценка возраста и установление условий формирования минеральных вод «Бишули» (Равнинный Крым) на основе изотопно-геохимических данных	130
<i>Блага Н. Н., Ибраимова А. Э., Овакимян В. В.</i> Морфогенетические особенности балок бассейна реки Качи в пределах Внутренней гряды Крымских гор	151
<i>Вахрушев Б. А., Вахрушев И. Б.</i> Моделирование карстового процесса в условиях хозяйственного освоения и антропогенной активизации карста	161
<i>Иванова М. С., Шабельникова Д. С., Шабельников С. И.</i> Усовершенствование способа исследования грунтовых условий под застройку сооружений в стесненных городских условиях	177
<i>Кузнецов А. Г., Пащикова Н. Г.</i> Характеристика устойчивости берегов Тарханкутского полуострова к абразии и размыву (Крым)	186
<i>Тищенко А. И.</i> Минералы группы апатита и брусит в пещерах Таврская и Змеиня (Предгорный Крым)	198

РАЗДЕЛ 4

ГЕОФИЗИКА И СЕЙСМОЛОГИЯ

<i>Пустовитенко Б. Г.</i> Очаг ощутимого землетрясения в Крыму 5 июля 1984 года с $M_w=4.3$	207
--	-----

278

СОДЕРЖАНИЕ

Кульчицкий В. Е.
Землетрясения и войны. Сравнительные характеристики. Моделирование 218

РАЗДЕЛ 5

ГИДРОЛОГИЯ, ОКЕАНОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

Холопцев А. В., Гуменный М. М.
Изменения ледовитости Арктики и атлантическая мультideкадная осцилляция 243

Холопцев А. В., Катунина Е. В., Тимошенко Т. Ю.
Продолжительные арктические вторжения в Атлантическом секторе и атмосферные осадки в Крыму 255

Сведения об авторах 272

Содержание 277