

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

**Научный журнал**

**Том 9 (75). № 1**

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, 2023**

**ISSN 2413-1717**

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ №ФС77 – 61806 от 18 мая 2015 года  
Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и  
массовых коммуникаций

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

**«Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»**

**Печатается по решению Научно-технического совета**

**ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.**

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, группа научных специальностей 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение (географические науки), 1.6.9. Геофизика (геолого-минералогические науки), 1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки), 1.6.13. Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки), 1.6.14. Геоморфология и палеогеография (географические науки), 1.6.21. Геоэкология (географические науки), а также в систему «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

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

**Научно-технического совета Крымского федерального университета**

**имени В. И. Вернадского, протокол №2 от «14» марта 2023 г.)**

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

Аркадьев В.В., д.г.-м.н, профессор

Амеличев Г.Н., к. г. н., доцент

Боков В.А., д. г. н., профессор

Вольфман Ю.М., д. г.-м. н., профессор

Вольхин Д.А., к.г.н. (ответственный секретарь)

Воронин И.Н., д. г. н., профессор

Дружинин А.Г., д. г. н., профессор

Ергина Е.И., д. г. н., профессор

Ибрагимов А. И. Оглы, д.г.н, профессор (Азербайджан)

Кочуров Б.И., д.г.н., профессор

Линник В.Г., д.г.н, с.н.с.

Лисецкий Ф.Н., д.г.н., профессор

Никитина М.Г., д. г. н., д. э. н., профессор

Плохих Р.В., д.г.н., доцент (Казахстан)

Позаченюк Е.А., д. г. н., профессор

Попкова Л.И., д. г. н., доцент

Пустовитенко Б.Г., д. ф.-м. н., с.н.с.

Райко Гнято, д.г.н., профессор (Республика Сербская)

Совга Е.Е., д.г.н., с.н.с.

Старожилов В.Т., д.г.н., профессор

Страчкова Н.В., к. г. н., доцент

Холощев А.В., д. г. н., профессор

Шаповалов Ю.Б., д.г.-м.н., с.н.с.

Швец А.Б., к. г. н., доцент

Юдин В.В., д.г.-м.н, профессор

Яковенко И.М., д. г. н., профессор

Подписано в печать \_\_. \_\_. 2023. Формат 70x100 1/16 Объем 25,1 усл. п. л. Заказ № \_\_\_\_. Цена: Бесплатно.

Тираж \_\_ экз. Дата выхода в свет \_\_. \_\_. 2023 Адрес редакции: 295007, г. Симферополь, проспект Вернадского, 4

Отпечатано в Издательском доме Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского  
Адрес издательства и типографии: 295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7 <http://sn-geography.cfuv.ru>

**РАЗДЕЛ 1.**  
**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ**  
**И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ**

*УДК 338.48*

**ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНОВ ПОРТУГАЛИИ ДЛЯ**  
**ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА:**  
**ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА, РАЙОНИРОВАНИЕ**

*Борисов Д. А., Голубченко И. В.*

*Российская Академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте  
Российской Федерации, Москва, Российская Федерация  
E-mail: boris0v.dmit@yandex.ru, iv.golubchenko@igsu.ru*

Статья посвящена гастрономическому туризму в Португалии. Описываются предпосылки развития данного туристического направления в стране. Излагаются основные подходы к понятию гастрономического туризма и история его выделения в отдельную отрасль. Дана характеристика наиболее распространенных вин и блюд национальной кухни Португалии. Представлена универсальная методика оценки гастрономического тура с подробной интерпретацией каждого критерия, что позволяет применить ее не только к Португалии, но и к любым другим странам и регионам мира. В практической части статьи представляются расчеты по регионам Португалии с подробным описанием причин того или иного положения в отрасли, выявляются основные закономерности развития гастрономического туризма в связи с факторами, влияющими на него. Приведена оценочная карта по регионам Португалии. **Ключевые слова:** гастрономический туризм, кулинарный туризм, туризм Португалии, оценка туризма, этнотуризм, методика оценки гастрономического туризма.

**ВВЕДЕНИЕ**

Гастрономический туризм — явление, набирающее силу в современном мире. Несмотря на коронавирусные ограничения и другие кризисные явления последних лет, сохраняется устойчивый интерес въездных и внутренних туристов к разным проявлениям кухни, формирующимся в конкретных местах и способных не только утолить любопытство приезжих, но и дать немалый экономический эффект для местной экономики.

Истоки гастрономического туризма как явления нельзя определить однозначно. Можно выделить два основных подхода. Первый основывается на исторической точке зрения: во все времена путешественники, прибывая на новые территории, пробовали пищу местного населения, о чем сообщали в описаниях своих маршрутов. Конечно, формально понятия туризма тогда еще не существовало, не говоря уже о его гастрономической разновидности, но эта деятельность перекликается с нашим временем: люди познавали еду, незнакомую им ранее, а значит, в различных формах он существует на протяжении многих веков [1].

Второй подход — более распространенный — говорит о том, что такому туризму чуть более 20 лет. Он базируется на общепризнанном формальном понимании

гастрономического туризма, родоначальником которого в 1998 году стала Люси Лонг [2]. В вышедшей в 2004 году статье она определила его как намеренное исследовательское участие в системе питания, включающее потребление, приготовление и представление продуктов питания, кухни, системы и стиля питания, которые относятся к системе питания (кухне), отличной от той, в которой живет конкретный человек [3]. В деле институционализации гастрономического туризма значительная роль принадлежит Эрику Вульффу. В 2003 году он положил начало Всемирной Ассоциации Гастрономического Туризма, а за 2 года до этого в 2001 он впервые описал концепцию того, как можно организовать данную отрасль в виде части всемирной системы туризма [4].

Несмотря на сравнительно небольшой возраст отрасли, ее значение огромно, так как она представляет туристу то, чем живет местное население, что важно не только с физиологической точки зрения, но и с культурной, познавательной. Это доказывают данные Всемирной Туристской Организации (UNWTO). 88% респондентов отметили важность кулинарии как основы бренда региона или страны и только 12% не согласились с этим утверждением [5]. Следовательно, гастрономический туризм представляет огромное значение не только для туриста, но и для региона, куда этот турист попадет: чем больше ему понравится, тем больше вероятность повторного приезда или привлечения новых туристов через личные связи. Поэтому возникает необходимость оценки предложения. Разработка системы такой оценки для Португалии, одной из важных стран в данной сфере, была целью нашей работы.

Гастрономический туризм в современной Португалии является неотъемлемой частью рынка туристических услуг. Это обусловлено богатыми традициями страны в области виноделия, которое восходит здесь ко 2 тысячелетию до н.э.. Уже в Средние века продукция местного производства начала выходить на мировые рынки, первым из которых стала Англия. Именно тогда благодаря росту экспорта началось активное развитие производства вина по берегам реки Дору, откуда продукцию было легко доставить к морскому побережью. Необходимость сохранения вина в течении долгой транспортировки привела к тому, что туда начали добавлять бренди. Так появился знаменитый портвейн, который служит одним из ключевых предметов гастрономического туризма Португалии. Вопрос сохранения вина, но на этот раз на пути в Южную Америку, дал начало еще одной крепленой разновидности – мадере [6]. Важное значение имеют и другие, менее известные вина, так как Португалия, по словам известного исследователя виноделия Оз Кларка, долгое время была оторвана от всемирно распространенных сортов винограда и совсем недавно интегрировалась в мировую винодельческую систему, а потому смогла сохранить автохтонные сорта [7].

Для въездного туризма в стране важна и кухня в целом. Благодаря близости к морю в Португалии распространены блюда из рыбы – калдейрада (рыбное рагу) и бакаляу (соленая треска). Важную часть рациона также составляют мясные блюда, местные разновидности сыров из овечьего или коровьего молока. Наиболее дегустируемым десертом Португалии является печенье паштел-де-ната, состоящее из слоеного теста и заварного крема с добавлением корицы [8].

ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНОВ ПОРТУГАЛИИ ДЛЯ  
ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА:  
ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА, РАЙОНИРОВАНИЕ

---

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Основным методом в настоящем исследовании стала оценка. Был разработан авторский вариант оценки привлекательности регионов Португалии на основе данных о четырех аспектах гастрономического предложения: среднее время (продолжительность тура); средняя цена; количество возможных языков общения во время тура; оценка разнообразия и качества услуг [9]. Четвертый пункт отличается многоступенчатым расчетом. Это объединенный показатель, охватывающий несколько различных характеристик, предусмотренных в рамках тура. На первом этапе расчета была создана таблица, где были учтены характеристики каждого отдельного тура рассматриваемого региона. При заполнении таблицы использована трехбалльная шкала: «да», «частично», «нет».

Максимальный балл каждого критерия был принят равным 1000, то есть, при выявлении ответов «да» по всем рассматриваемым турам определенного региона, данный критерий оценивался в 1000 баллов. Для того, чтобы максимальная сумма баллов критерия всегда была равна 1000, было принято решение производить пересчет балла с учетом количества туров:

$$x = \frac{1000}{a} \quad (1)$$

Где  $a$  – это количество рассматриваемых туров региона,  $x$  – максимальный результат тура в баллах по данному критерию.

Далее все баллы критерия суммировались, чтобы получить его значение в определенном регионе. Данный шаг можно представить следующей математической формулой:

$$p_1 = xk_1 \quad (2)$$

где  $p_1$  – балл определенного критерия в регионе,  $x$  – баллы за ответ «да» в данном регионе (в зависимости от количества туров),  $k_1$  – количество ответов «да» по определенному критерию.

После этого происходил подсчет общего балла услуг региона путем сложения баллов всех критериев, представленных для анализа, что выражается следующей формулой:

$$m = p_1 + p_2 + \dots + p_n \quad (3)$$

где  $m$  – балл услуг региона,  $p$  – балл каждого из критериев в регионе.

В данной работе максимально возможный балл услуг региона равняется 11000, так как всего оценивалось 11 критериев, каждый из которых может достигать 1000 баллов.

Исходя из всей методики расчета можно вывести общую формулу балла услуг:

$$m = \frac{1000}{a} k_1 + \frac{1000}{a} k_2 + \dots + \frac{1000}{a} k_n \quad (4)$$

где  $m$  – балл услуг региона,  $a$  – количество рассматриваемых туров региона,  $k$  – количество ответов «да» по определенному критерию.

При оценке мы исходили из того, что к гастрономическому туризму будут отнесены не только туры, направленные на знакомство с особенностями кухни, но и более широкие программы, которые содержат элементы гастрономического туризма. Часто в стоимость туров по знаковым местам определенной территории входит один или несколько приемов пищи. Таким образом можно говорить о том, что туристы, не

намереваясь делать этого специально, участвуют в дегустации блюд и напитков, а значит, становятся частью системы гастрономического туризма. Именно поэтому нельзя исключить из анализа широкую практику внедрения гастрономии в туры, не связанные с ней напрямую.

Было решено принять во внимание только однодневные туры, которые включают в себя начало и конец тура в рамках одних суток без остановки на ночлег. С учетом этого были определены следующие критерии оценки:

*Трансфер* — организованная с помощью автотранспорта встреча отдыхающих в местах их проживания перед началом экскурсии и их организованное возвращение туда после ее окончания. В таком случае в таблицу вносилось «да». Ответ «нет» указывался в тех случаях, когда описание тура содержало определенное место встречи не у отеля (часто у какой-либо достопримечательности).

*Посещение места производства продукции* — чаще всего это винодельни, которые предлагают туристам посещение виноградников и хранилищ вина, а также, дегустацию готовой винодельческой продукции. Посещение лишь мест общественного питания служило основанием для ответа «нет», как и участие в кулинарном мастер-классе.

*Включение обеда (ужина) в стоимость тура* — основанием для выставления «да» было наличие сведений об обеде (ужине) в описании тура. При включении дегустации, какой бы состав блюд она в себя ни включала, выставлялось «нет».

*Доступность для семей с детьми* — ответ «да» по данному критерию выставлялся при наличии в описании тура информации о возможности участия детей в программе или предоставлении детских мест в транспорте, на котором осуществляется экскурсия.

*Доступность для людей с ограниченными возможностями* — отличительной особенностью этого критерия стала трехбалльная шкала — возможен ответ «частично». Было решено предусмотреть дополнительный вариант, чтобы охватить все три наиболее частых ситуации. «Да» ставилось при наличии информации о доступности тура для людей, использующих инвалидную коляску, и тех, кого сопровождает собака-поводырь. «Частично» указывалось при возможности посещения тура для одной из категорий. Такой ответ в таблице переводился в половину баллов от того, что выставлялось при ответе «да». При отсутствии сведений о доступности для таких категорий туристов выставлялось «нет».

*Возможность отмены бронирования не менее, чем за 24 часа до начала экскурсии* — если отмена бронирования не предусматривалась или крайний срок отмены был более 24 часов, то в таблицу вносилось «нет».

*Возможность коррекции меню в соответствии с личными предпочтениями.*

*Совмещение гастрономического с другими видами туризма* — «да» выставлялось при посещении любых достопримечательностей, которые не имеют прямого отношения к местной кухне и продукции местного производства, а также при вовлечении туристов в любую активность (приобщение к нематериальным формам культурного наследия), которая не имеет отношения к гастрономии.

*Бесплатная вода по пути следования* — «Да» по этому критерию выставлялось в том случае, когда в описании тура наряду с питанием и дегустацией была отдельно

ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНОВ ПОРТУГАЛИИ ДЛЯ  
ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА:  
ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА, РАЙОНИРОВАНИЕ

---

обозначена вода или ряд бесплатных напитков, среди которых обозначалась вода. «Нет» выставлялось при отсутствии воды в описании тура, а также тогда, когда указывались бесплатные напитки без уточнения.

*Экскурсия с личным гидом* — под личным туром подразумеваются такие программы, принять участие в которых могут только знакомые друг с другом люди, то есть, никто посторонний в туре не участвует. Если в описании тура указывалось на это или говорилось, что тур частный, в таблицу вносилось «да», в обратном случае – «нет».

*Преобладание положительных отзывов в описании тура* — выставление «да» в случае, если большинство туристов поставили максимальные оценки по 5-балльной шкале. Если же большинство оценок были представлены баллами от 4 и ниже, планировалось ставить «нет». Однако, в ходе исследования не было выявлено ни одного такого тура, а потому все рассмотренные программы получили ответ «да».

Выявление туров происходило посредством введения запросов «гастрономический туризм», «винный туризм», «гастрономический и винный туризм» или «энотуризм» на английском языке с указанием региона или города на одном из международных туристических сайтов [10]. В рассмотрение брались те варианты, в названии которых было то или иное упоминание связи тура с местной кухней или винодельческой традицией. В случае, когда поиск по указанным запросам не давал результатов, вводился общий запрос «туры + название региона», который позволял увидеть все туристические предложения, из которых выбирались только содержащие прямое упоминание дегустации блюд португальской кухни или винодельческой продукции. При этом пользовались правилом: для каждого из регионов в расчет брались первые 25 туристических предложений, соответствующих требованиям работы. Если же их было меньше, учитывалось все количество.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования была проанализирована информация о 152 турах, распределившиеся по регионам следующим образом:

- Лиссабон (город и регион) — 25 туров;
- Регион Сетубал — 12 туров;
- Регион Эвора — 15 туров;
- Порту (город и регион) — 25 туров;
- Долина реки Дору (регионы Визеу и Вила-Реал) — 25 туров;
- Регион Брага — 10 туров;
- Регион Фару — 8 туров;
- Автономный регион Мадейра — 22 тура;
- Автономный регион Азорские о-ва — 10 туров.

Далее были выявлены туристические центры, то есть, населенные пункты, из которых начинаются маршруты гастрономического туризма. Если из определенного пункта предлагались туры, не только в рамках города или региона, но и межрегиональные маршруты, то все другие регионы, с которыми связан этот начальный пункт, объединялись с ним в один туристический район. Также

туристический район мог быть приравнен к административному региону. Это делалось в том случае, когда в одном регионе было выявлено несколько начальных пунктов маршрутов, не выходящих за его пределы. Всего было выделено 6 районов. Из них 2 межрегиональных с одним туристическим центром и 4 с несколькими центрами в рамках одного региона. Все они нанесены на карту (рис. 1)

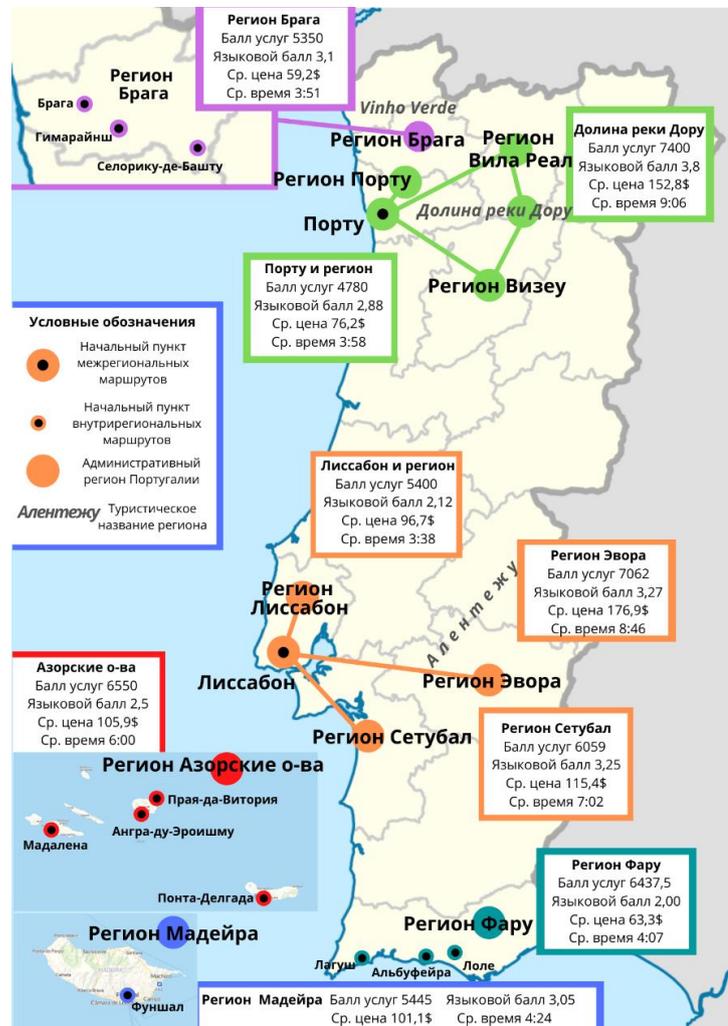


Рис. 1 Карта направлений гастрономического туризма Португалии с указанием значений показателей по регионам.

Составлено автором по [10, 11].

В состав столичного района вошли город Лиссабон, регионы Лиссабон, Эвора и Сетубал. Он был выделен, так как Лиссабон является центром городского гастрономического туризма, а также отправной точкой гастрономических маршрутов

ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНОВ ПОРТУГАЛИИ ДЛЯ  
ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА:  
ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА, РАЙОНИРОВАНИЕ

---

по указанным регионам. Особый район был выделен по туристическим маршрутам, которые начинаются из города Порту. Он охватывает город и регион Порту, а также регионы Вила-Реал и Визеу, которые в рамках анализа рассматривались вместе как «Долина реки Дору». Это объясняется тем, что туристы при посещении таких маршрутов затрагивают оба административных региона, расположенных по разные стороны реки Дору. Был выделен район, совпадающий с регионом Брага. В основе его выделения лежало то, что на его территории расположены сразу три центра (города Брага, Гимарайнш и Селорику-де-Башту), откуда начинаются гастрономические маршруты в рамках региона. Таким же образом был выделен и район Фару. Он объединил в себе центры туризма – города Лагуш, Лоле и Альбуфейра, являющиеся начальными пунктами маршрутов в пределах административного региона Фару. Островные регионы Азорские острова и Мадейра также представляют собой одноименные районы гастрономического туризма. На Азорах туры начинаются из следующих населенных пунктов: Прая-да-Витория, Мадалена, Понта-Делгада и Ангра-ду-Эроишму. В свою очередь, Мадейра также не связан маршрутами ни с какими другими регионами Португалии и представляет собой отдельный район с центром в городе Фуншал, где осуществляются как городские, так и выездные туры по острову.

Результаты проведенной работы были нанесены на карту с указанием численных характеристик в баллах, рассчитанных по указанной выше методике. Если район образовывался путем объединения регионов к единственному центру, то данные приводились по каждому из направлений, выходящих из центра; если район совпадал с административным регионом и состоял из объединения нескольких туристических центров, то на карту наносились общие данные по этому региону.

А сейчас рассмотрим особенности гастрономического туризма по первым трем критериям оценки в различных регионах. Языковой балл направлений гастрономического туризма оказался очень различным. Как ни странно, среди наиболее отстающих в этом плане (2,12 балла) оказался Лиссабон. Здесь на выбор предлагаются португальский или английский языки, а иногда только английский. При этом три языка доступны в 5 случаях из 25, а 4 языка в 4 из 25. Наиболее высокими баллами отличились регионы Долина реки Дору и Эвора с оценкой 3,8 и 3,27 балла соответственно. Здесь, как правило, предлагаются 3–5 языков, среди которых Португальский, Английский, Французский, Испанский, Итальянский или Немецкий (в одном случае румынский). В 3 из 15 случаев возможен выбор экскурсии на русском языке.

Показатель средней цены также неодинаков по территории Португалии: от 63,3 долларов США в Фару до 176,9 долларов США в регионе Эвора. При этом были выявлены несколько причин различия цены. Во-первых, цена сильно зависит от дальности маршрута: самые высокие цены на туры наблюдаются там, где среднее время поездки наибольшее. Так, маршруты в регион Эвора и Долину реки Дору, длящиеся 8 часов 46 минут и 9 часов 06 минут соответственно, стоят 176,9 и 152,8 долларов США. В то же время маршруты региона Фару, длительность которых в 2 раза меньше, имеют в 3 раза меньшую стоимость. Во-вторых, стоимость зависит от того, городской, региональный или межрегиональный тур рассматривается. Туры,

проводимые в городах (большая часть в Лиссабоне и Порту) не нуждаются в транспортном обеспечении по маршруту, что снижает затраты туристических компаний. Но и фактор меньших затрат времени тоже не стоит исключать, так как все пункты пешеходных гастрономических маршрутов находятся относительно близко, а мастер-классы вообще не подразумевают перемещений по городу. В-третьих, на цену туристической программы влияет ассортимент услуг. В нашем случае этот показатель оценивается баллом услуг. С некоторыми отклонениями наблюдается логичная зависимость: чем выше балл услуг в регионе, тем выше средняя цена тура.

Подробнее остановимся на данном показателе, чтобы обосновать результаты расчетов. Сводная таблица данных по каждому критерию, составившему балл услуг, приведена ниже (табл. 1). Каждое число здесь отражает балл по каждому критерию по отдельным регионам. Критерий «Преобладание положительных отзывов в описании тура» не внесен в таблицу, так как по всем без исключения пунктам он составляет максимальный балл.

Исходя из данных таблицы можно говорить об особенностях различных направлений гастрономического туризма с точки зрения балла услуг. Все направления оказались доступными для семей с детьми, нигде нет оценки ниже 945, а 6 направлений продемонстрировали максимум. То же самое отмечается и в возможности отмены бронирования не менее, чем за 24 часа, которая недоступна только в 4 из 152 туров. Относительно низким является показатель доступности экскурсий с личным гидом: по всем рассматриваемым регионам он колеблется от 100 до 462 баллов в Браге и Эворе соответственно.

Трансфер оказался достаточно, но не повсеместно распространенным явлением, на всех направлениях примерно в половине случаев он доступен (498–726 баллов), а в других случаях туристам назначается общее место и время встречи, как правило, около достопримечательностей или заметных мест в городе. Чаше трансфер предоставляется на самых длинных маршрутах в регион Эвора (время 8:46 — 726 баллов) и Долину реки Дору (время 9:06 — 720 баллов). Наименьшими баллами отличаются городские туры (Лиссабон — 200 и Порту — 160 баллов), так как там распространены пешеходные туры.

Различие между городскими и выездными турами отчетливо видно и по критерию «Посещение места производства продукции» – он варьирует от 675 на Мадейре до 1000 в Долине реки Дору, при этом на городских турах Лиссабона и Порту этот показатель оценивается в 360 и 160 баллов соответственно. Это объясняется малым количеством производственных предприятий, расположенных на территории городов. Как правило, городские туры предлагают дегустацию без наблюдения за процессом производства винодельческой и другой местной продукции.

Что же касается включения обеда (ужина) в стоимость тура, она крайне неравномерна по регионам: от 83 баллов в Сетубале (всего 1 тур) до 840 баллов в Долине реки Дору (22 тура). Изначально мы предполагали, что дело в высокой средней цене тура в Долину реки Дору, но, например, на Азорских островах или в Лиссабоне цена ниже, чем в Сетубале, при этом обеды более распространены. А в

**ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНОВ ПОРТУГАЛИИ ДЛЯ  
ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА:  
ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА, РАЙОНИРОВАНИЕ**

Эвора цена выше (176 долларов США), но распространение обедов в 2 раза меньше. Видимо, это зависит от комплекса факторов: длительности программы, цены и туристической политики отдельных фирм, работающих в том или ином регионе.

Таблица 1

Значение критериев балла услуг по направлениям гастрономического туризма

Название региона (в скобках указано кол-во баллов за при ответе «да») *от этого зависит макс. кол-во баллов, которое варьирует от 990 до 1000 из-за погрешности при расчетах	Трансфер	Посещение места производства продукции	Включение обеда (ужина) в стоимость тура	Доступность для семей с детьми	Доступность для людей с ограниченными возможностями (балл доступности для пользующихся инвалидной коляской (1/2 балла) + балл доступности с собакой-поводырем (1/2 балла))	Возможность отмены бронирования за 24 часа до начала экскурсии	Возможность коррекции меню в соответствии с предпочтениями	Совмещение гастрономического с другими видами туризма	Бесплатная вода по пути следования	Экскурсия с личным гидом (без посторонних участников в группе)
Лиссабон (40)	200	360	680	1000	80+120	1000	280	320	200	160
Сетубал (83)	498	830	83	996	41,5+207,5	996	0	830	166	415
Эвора (66)	726	858	462	990	33+99	990	198	858	396	462
Порту (40)	160	160	480	960	80+140	960	160	320	120	240
Долина р. Дору (40)	720	1000	840	960	40+0	1000	320	680	440	400
Брага (100)	200	800	500	1000	350+0	900	100	300	100	100
Фару (125)	625	875	250	1000	125+312,5	1000	375	375	375	125
Мадейра (45)	540	675	135	945	112,5+67,5	900	45	765	90	180
Азоры (100)	500	800	600	1000	50+400	1000	300	300	300	300

Составлено авторами по [10].

Доступность туров для людей с ограниченными возможностями также не одинакова по районам. По доступности для использования инвалидных колясок

наилучшим показателем отличается Брага (350 баллов из 500 возможных), в остальных случаях данный показатель не превышает 125 баллов. Наибольшая доступность для туристов с собакой-поводырем была выявлена на Азорских островах (400 баллов из 500 возможных), достаточно высокий результат и в регионе Фару (312,5 баллов из 500 возможных). При этом в двух районах такой возможности вообще нет. Если недоступность использования инвалидной коляски в большинстве случаев можно объяснить трудностями маршрута (особенно если он пешеходный), недостатком технических возможностей туристической компании или неподготовленностью инфраструктуры по маршруту, то отсутствие данных о возможности сопровождения собакой-поводырем может быть по двум причинам: или компания по определенным соображениям не допускает этого, или просто не указывает о данной возможности в описании тура ввиду редкости такой категории туристов.

Возможность коррекции меню в соответствии с личными предпочтениями не является повсеместной практикой португальского гастрономического туризма. Наибольший балл был выявлен в Фару (375), но больше всего таких туров — 8 — предлагается в Долине реки Дору. Возможным объяснением здесь может быть высокая средняя цена тура (152 доллара США), что дает организаторам дополнительные средства на вариации меню для отдыхающих. При этом в Сетубале ни в одном из предложений коррекция меню не предусмотрена, как и в большей части туров других районов, где плановая дегустация или обед состоят из четко оговоренного состава блюд и напитков.

Слабые различия выявлены по предложению питьевой воды в ходе реализации программы тура. Наиболее высокими показателями отличаются территории межрегионального туризма – Фару, Эвора и Долина реки Дору. Туры Лиссабона и Порту отстают от них на более чем 100 пунктов. Рациональным объяснением этому может быть то, что покупка воды вне городов может быть затруднена, в то время как в условиях города туристы всегда могут приобрести ее в торговых точках по пути следования.

Еще одним критерием, который продемонстрировал различие между городским и внегородским гастрономическим туризмом, оказалось его совмещение с другими видами туризма — рекреационным и познавательным. Лиссабон и Порту, отличающиеся городскими турами, получили всего по 320 баллов каждый, в то время как выездные туры регионов Сетубал, Эвора, Долина реки Дору и Мадейра — от 680 до 858 баллов. Данный факт можно обосновать тем, что выездные туры всегда предполагают использование автотранспорта, а значит, у туристических компаний появляется возможность включить программу посещения негастрономических достопримечательностей по пути следования без затрат сил и времени отдыхающих. В условиях пеших экскурсий в городах это затруднено ввиду разбросанности знаковых мест по большой площади.

ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНОВ ПОРТУГАЛИИ ДЛЯ  
ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА:  
ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА, РАЙОНИРОВАНИЕ

---

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современная Португалия обладает развитой системой гастрономического туризма с широким набором предоставляемых услуг. Однодневные туры, не предусматривающие ночевки по маршруту, охватывают 10 из 20 административных регионов, а также на Мадейре и Азорских островах. Примечательно, что за пределами сфер влияния двух крупнейших городов (Лиссабона и Порту) концентрация гастрономических туров выявлена в пределах островных регионов и самого южного региона континентальной части Португалии. При этом все туры можно разделить на три типа: городские; региональные; межрегиональные.

Больше всего городских туров предлагаются в Порту и Лиссабоне, но несколько предложений есть и в других городах (Фуншал, Лоле, Лагуш, Гимарайнш, Понта-Делгада). Региональные туры наиболее характерны для регионов Фару, Брага, Мадейра и Азорские острова. Межрегиональные имеют два центра отправления: Порту связан с регионами Визеу и Вила-Реал, а Лиссабон – с регионами Сетубал и Эвора.

Характеристики туров по рассматриваемым направлениям различаются, но наиболее заметны отличия между городскими турами Порту и Лиссабона с одной стороны и всеми остальными региональными и межрегиональными программами с другой:

1. Длительность туров в городе, как правило, в 2 и более раза меньше региональных. Также, различны и производственные процессы, в которых могут принять участие туристы.

2. Если на выездных турах, кроме дегустации, возможно включение участия или наблюдения за производством первичного продукта (сбор винограда, доение коровы и т.д.), то часть городских туров представляет собой мастер-классы, где туристы знакомятся с технологией приготовления вторичного продукта – блюд местной кухни – и дегустируют их.

3. Еще одним отличием городских туров является их пешеходный формат без использования транспорта, что влияет и на сокращение цены, а также на низкую доступность для людей с ограниченными возможностями. Как правило, в этом случае доступны только мастер-классы, так как здесь перемещения по городу в течение тура сведены к минимуму.

Что же касается дальнейшего развития данной туристической отрасли, ее потенциал огромен, так как позволяет охватить сразу несколько категорий туристов:

- тех, кто нацелен узнать особенности национальной кухни (дегустации);
- тех, кому интересно вовлечение в процесс приготовления (кулинарные мастер-классы);
- тех, для кого кухня является не самоцелью поездки, а частью ознакомления с культурой Португалии (совмещение дегустации с посещением достопримечательностей региона).

А значит, можно говорить о том, что Португалия и в дальнейшем будет оставаться привлекательным направлением гастрономического туризма.

Список литературы

1. Морозов А.А. Гастрономический туризм: к истории понятия // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. №2. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gastronomicheskiy-turizm-k-istorii-ponyatiya/viewer> (дата обращения: 28.03.2022).
2. Лебедева С.А. Этимология понятия «гастрономический туризм» и его соотношение с концепцией «экономика впечатлений» // Проблемы, опыт и перспективы развития туризма, сервиса и социокультурной деятельности в России и за рубежом: материалы V Международной научно-практической интернет-конференции (26-30 ноября 2018 года). Чита: Забайкальский государственный университет, 2018. С. 125–130. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36970094&> (дата обращения: 27.03.2022).
3. Long Lucy M. Culinary tourism: A folkloristic perspective on eating and otherness // Culinary tourism / Lucy M. Long. Kentucky : University Press of Kentucky, 2004. гл. 1. С. 20–50. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/287547184Culinary\\_tourism\\_A\\_folkloristic\\_perspective\\_on\\_eating\\_and\\_otherness](https://www.researchgate.net/publication/287547184Culinary_tourism_A_folkloristic_perspective_on_eating_and_otherness) (дата обращения: 26.03.2022).
4. Парамонов А.Н. Что такое гастрономический туризм? // Национальная ассоциация гастрономического туризма. 2015. [Электронный ресурс]. URL: <http://агтр.рф/что-такое-gastronomicheskiy-turizm/> (дата обращения: 27.03.2022).
5. Иванов В.Д. Гастрономический туризм как популярное направление в туристической индустрии // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2018. №2. С. 105–112. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gastronomicheskiy-turizm-kak-populyarnoe-napravlenie-v-turisticheskoy-industrii/viewer> (дата обращения: 28.03.2022).
6. MacNeil K. Wine Bible. New York : Workman Publishing Company, 2001. 932 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://archive.org/details/winebible00kare/mode/1up?view=theater> (дата обращения: 26.03.2022).
7. Clarke O. Wine Atlas: Wines & Wine Regions of the World. Boston; London : Little, Brown and Company, 1995. 328 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://archive.org/details/ozclarkeswineatl0000clar/page/204/mode/2up> (дата обращения: 29.03.2022).
8. Соромитько Е. Португальская кухня // Easy travel. 2 января 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.easytravel.guru/portugalia/kuhnja-portugalija> (дата обращения: 30.03.2022).
9. Борисов Д.А. Гастрономический туризм в Португалии // Крымский мир: культурное наследие : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Симферополь, 24–25 марта 2022 года. Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Антиква», 2022. С. 243–248.
10. Top Portugal Food & Drink // Viator. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.viator.com/Portugal-tours/Food-Wine-and-Nightlife/d63-g6> (дата обращения: 28.03.2022).
11. Portugal: Administrative Division (Districts and Municipalities) // Citypopulation. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.citypopulation.de/en/portugal/admin/> (дата обращения: 25.03.2022).

**ATTRACTIVENESS OF PORTUGUESE REGIONS FOR GASTRONOMY  
TOURISM: FEATURES, ASSESSMENT, ZONING**

*Borisov D. A., Golubchenko I. V.*

*Russian Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russian Federation  
E-mail: boris0v.dmit@yandex.ru*

The article focuses on gastronomic tourism in Portugal. It begins by describing the origins of this tourist destination in the country, which allowed the accumulation of a range of unique wine-making and culinary products. The role of England in the development of the foreign wine trade during the Middle Ages is highlighted. It was this trade route, due to its distance, that gave rise to the production of fortified wine, which was named "Port wine"

ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РЕГИОНОВ ПОРТУГАЛИИ ДЛЯ  
ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА:  
ОСОБЕННОСТИ, ОЦЕНКА, РАЙОНИРОВАНИЕ

---

after its place of origin, Porto. The importance of the Great Geographical Discoveries in the creation of Madeira fortified wine, which originated during voyages to Latin America when it was exposed to high temperatures in the hold of a ship, is then described. The following briefly outlines the main approaches to the concept of gastronomic tourism and the history of its emergence as a separate industry. The most common wines and dishes from Portugal's national cuisine are described. A universal methodology for evaluating a gastronomic tour is then presented, consisting of four criteria: average price, average time, language score and service score. While for the first three criteria, calculated as an arithmetic mean, a brief description is sufficient, a different system is applied for the service score. The calculation is done in three steps, with formulas for each of them provided in the text of the paper. Next is a clear description of the 11 characteristics necessary to assess the tour in terms of the services provided. Here the availability of a pickup at the beginning of the tour and a return trip, the possibility of visiting the place of production, the inclusion of lunch or dinner in the tour price, the availability of the program for families with children, the availability of the tour for people with disabilities, the possibility of cancelling the reservation 24 hours before the start of the tour, the ability to adjust the menu according to personal preferences, the combination of gastronomy with other types of tourism, the provision of free water to tourists according to the tour price. Each criterion is interpreted in detail, making it possible to apply the evaluation system not only to Portugal, but also to any other country or region in the world. The article then describes the application of the methodology on the example of Portugal, where data from Internet resources for searching and booking tourism programs is taken into account. Particular attention is paid to the methodology of searching and selecting tours suitable for analysis. Then, the distribution of gastronomic tourism offers across 10 administrative regions of the country is given. On this basis 6 districts of two types are distinguished: districts with a common starting point for tours, uniting several administrative regions, and districts representing a combination of several centres of gastronomic tourism within one administrative region of the country. The results of the research carried out for each of the four main criteria are then indicated. For ease of use, a map of Portugal showing the boundaries of the administrative regions is provided, where the main gastronomic destinations within the highlighted regions are marked in colour, and the values of the main four criteria in scores for the administrative regions of the region are provided within a similar colour to the region. For a more detailed description of the service score, a table is placed in the article showing the scores of the administrative regions for each of the tour characteristics that form the service score. The table is followed by a description of each tour characteristic: the most and the least common characteristics for all tours are indicated first. This is followed by a description of the characteristics that vary from country to country. It indicates in which gastronomic destinations this characteristic predominates and in which it is least common, and the possible reasons for this situation. The article concludes as follows: all tours in Portugal are divided into urban, regional and inter-regional tours. There pointed out the differences in the duration of urban and outbound tours, in their content and the specifics of tourist movement during the programme: on foot in cities and by transport on outbound tours. The article concludes with the prospects for the growth and development of gastronomic tourism in Portugal for several categories of tourists.

**Keywords:** gastronomy tourism, culinary tourism, tourism of Portugal, evaluation of tourism, enotourism, methods of gastronomy tourism evaluation.

### References

1. Morozov A.A. Gastronomicheskiy turizm: k istorii ponyatiya // *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika*. 2019. №2. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gastronomicheskiy-turizm-k-istorii-ponyatiya/viewer> (data obrashcheniya: 28.03.2022). (In Russian)
2. Lebedeva S.A. Etimologiya ponyatiya «gastronomicheskiy turizm» i ego sootnoshenie s koncepciej «ekonomika vpechatlenij» // *Problemy, opyt i perspektivy razvitiya turizma, servisa i sociokul'turnoj deyatel'nosti v Rossii i za rubezhom: materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii (26-30 noyabrya 2018 goda)*. CHita: Zabajkal'skiy gosudarstvennyj universitet, 2018. S. 125–130. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36970094> (data obrashcheniya: 27.03.2022). (In Russian)
3. Long Lucy M. Culinary tourism: A folkloristic perspective on eating and otherness // *Culinary tourism / Lucy M. Long*. – Kentucky : University Press of Kentucky, 2004. gl. 1. S. 20–50. [Elektronnyj resurs]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/287547184Culinary\\_tourism\\_A\\_folkloristic\\_perspective\\_on\\_eating\\_and\\_otherness](https://www.researchgate.net/publication/287547184Culinary_tourism_A_folkloristic_perspective_on_eating_and_otherness) (data obrashcheniya: 26.03.2022).
4. Paramonov A.N. CHto takoe gastronomicheskiy turizm? // *Nacional'naya asociaciya gastronomicheskogo turizma*. 2015. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://agtr.rf/chto-takoe-gastronomicheskiy-turizm/> (data obrashcheniya: 27.03.2022). (In Russian)
5. Ivanov V.D. Gastronomicheskiy turizm kak populyarnoe napravlenie v turisticheckoj industrii // *Fizicheskaya kul'tura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreaciya*. 2018. №2. S. 105–112. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gastronomicheskiy-turizm-kak-populyarnoe-napravlenie-v-turisticheskoy-industrii/viewer> (data obrashcheniya: 28.03.2022). (In Russian)
6. MacNeil K. *Wine Bible*. New York : Workman Publishing Company, 2001. 932 c. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://archive.org/details/winebible00kare/mode/1up?view=theater> (data obrashcheniya: 26.03.2022).
7. Clarke O. *Wine Atlas: Wines & Wine Regions of the World*. Boston; London : Little, Brown and Company, 1995. 328 c. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://archive.org/details/ozclarkeswineatl0000clar/page/204/mode/2up> (data obrashcheniya: 29.03.2022).
8. Soromit'ko E. *Portugal'skaya kuhnya* // *Easy travel*. 2 yanvarya 2020. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.easytravel.guru/portugalia/kuhnja-portugalija> (data obrashcheniya: 30.03.2022). (In Russian)
9. Borisov D.A. *Gastronomicheskiy turizm v Portugalii* // *Krymskiy mir: kul'turnoe nasledie : Materialy XI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i molodyh uchenyh, Simferopol', 24–25 marta 2022 goda*. Simferopol': Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu «Antikva», 2022. S. 243–248. (In Russian)
10. *Top Portugal Food & Drink* // *Viator*. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.viator.com/Portugal-tours/Food-Wine-and-Nightlife/d63-g6> (data obrashcheniya: 28.03.2022).
11. *Portugal: Administrative Division (Districts and Municipalities)* // *Citypopulation*. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.citypopulation.de/en/portugal/admin/> (data obrashcheniya: 25.03.2022). (In Russian)

*Поступила в редакцию 20.10.2022 г.*

УДК 911.3 (470)

**СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ ПО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМУ  
ПОТЕНЦИАЛУ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА  
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

*Брехунцов А.М.<sup>1</sup>, Петров Ю.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ООО «МНП «ГЕОДАТА», Тюмень, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГАОУ «Тюменский государственный университет», Тюмень, Российская Федерация

*E-mail: <sup>1</sup>ntc@mnpgeodata.ru, <sup>2</sup>y.v.petrov@utmn.ru*

Дано стратегическое представление направлений использования природно-ресурсного потенциала в Ямало-Ненецком автономном округе. Конкретизируются основные концептуальные подходы, так как выработка определённых направлений может быть осуществлена только в рамках государственных координации и целеполагания: систематизировать направления использования природных ресурсов; оценить систематизацию сведений по природно-ресурсному потенциалу. Обосновывается, что данная организация работ возможна уже в текущем нормативном правовом поле и на существующей технологической основе, но при этом должны быть выдержаны генеральные линии: учтены геополитические интересы РФ в Арктике; детализированы достигаемые для каждой территориальной общности людей социальные параметры проживания; разработаны геоэкологические системы мониторинга состояния окружающей среды и направления для использования результатов.

**Ключевые слова:** Арктическая зона РФ, стратегическое планирование, цифровизация стратегии, арктический регион, кастомизация социально-экономического развития.

**ВВЕДЕНИЕ**

В начале 1990-х гг. отечественными младореформаторами активно был поддержан западный тезис о всемогуществе рынка [1, 2, 3]. Последнему приписывалось искоренение всех исконных российских проблем при помощи пресловутой «невидимой руки» А. Смита [4]. Никого не смущал факт отсутствия успешного опыта реализации свободного рынка; никто не обращал внимание на усиление планирования на современной технологической основе в США, Японии, Западной Европе [5]; никто не возражал против применения в РФ инструментария МВФ, опробованного на спасении банановых республик [6]. Нигде в мире внедрение принципов свободного рыночного регулирования не привело к сбалансированному социально-экономическому развитию, но на постсоветском пространстве в этом были уверены, примерно, как и в надёжности ОАО «МММ» [7].

Последующие системные кризисы отчётливо продемонстрировали капиталистический уклад среди мировых экономических лидеров. Раздача развитыми странами в 2020 г. «вертолётных» денег [8] подчеркнула их ориентацию на плановое долгосрочное американоцентричное развитие [9]. Стратегии в США принимаются на 50–60 и более лет. И нет никакой разницы, какая будет администрация [10], какие внешние и внутренние обстоятельства будут складываться к моменту достижения результатов.

Возвращение РФ к программированию социально-экономического развития явилось свидетельством суверенизации в вопросах государственного управления народным хозяйством. В Российской Арктике при текущих и ожидаемых природных,

социальных, экономических и геополитических трансформациях отсутствие стратегического планирования сводит на нет конкурентоспособность территории за прямые инвестиции [11]. Но в этом случае и возрастает цена ошибки при стратегировании. И, если в районе Сочи олимпийские объекты перестраивались по ходу сооружения, то на Ямале и Гыдане такие корректировки невозможны в краткосрочной перспективе при любых финансовых вложениях.

По оценкам National Snow and Ice Data Center [12], за последние 30 лет среднегодовая температура в Арктике повышалась регулярно вдвое быстрее, чем в среднем на планете. Поэтому и стратегическое планирование на этой территории должно основываться на согласованном оперировании всей природно-социально-экономической информацией. А при соблюдении данного приоритетного условия итоговый документ для арктических регионов РФ кардинально должен отличаться от аналогов в других субъектах РФ. К сожалению, на современном уровне организации стратегического планирования такой дифференциации не наблюдается, что приводит к снижению социально-экономической привлекательности Арктической зоны РФ в целом, инвестиционной привлекательности отдельных арктических кейсов.

Актуальной стала повестка разработки представления направлений использования природно-ресурсного потенциала через призму длительного устойчивого развития. Существующие виды природопользования, систематизация сведений по ним носят разрозненный характер, не позволяющий полноценно использовать природно-ресурсный потенциал территории (в широком смысле данного понятия). В условиях внешнего экономического давления со стороны недружественных стран поиск комплексного использования совокупности имеющихся ресурсов на основе систематизированных сведений является основой оперативной и приемлемой экономической перестройки страны. И в этом направлении природно-ресурсный потенциал российской Арктики является полиаспектным преимуществом.

Целью нашего исследования выступает стратегическое представление направлений использования природно-ресурсного потенциала в Ямало-Ненецком автономном округе. Регион выбран нами в качестве релевантного объекта исследований в границах Арктической зоны РФ исходя из следующих предпосылок:

- полное вхождение в состав АЗ РФ (наряду с Мурманской областью, Ненецким и Чукотским автономными округами);
- наличие углеводородных запасов мирового значения, а также дифференцированных корпоративных и отраслевых планов по их освоению;
- наличие геоэкологических рисков мирового значения;
- наличие информационно-телекоммуникационной инфраструктуры мирового значения.

Соответствующие задачи, которые мы ставим перед собой, в рамках текущего исследования конкретизируют только основные концептуальные подходы, так как выработка определённых направлений может быть осуществлена только в рамках государственных координации и целеполагания:

- 1) систематизировать направления использования природных ресурсов;

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ ПО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

---

2) оценить систематизацию сведений по природно-ресурсному потенциалу.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Информационной базой послужили общедоступные материалы стратегического управления АЗ РФ, ЯНАО и зарубежных стран, банки данных по учёту природно-ресурсного потенциала Арктики, ресурсы корпоративной информационной системы «Региональные данные» ООО «МНП «ГЕОДАТА» [13]. Методы исследования: геоинформационный и инфологический. Авторская гипотеза: на основе систематизации сведений по природно-ресурсному потенциалу территории арктического региона формируются кастомизированные концептуальные направления стратегического планирования для устойчивого развития

Новизна исследования. Теоретическая значимость: предложены механизмы организации стратегического планирования систематизации сведений по природно-ресурсному потенциалу в арктическом регионе, которые возможно применить для корректировки государственного управления для долгосрочных целей. Практическая значимость: по итогам выявленного высокого потенциала для систематизации на информационных ресурсах ЯНАО возможно выполнить стратегическое представление природно-ресурсного потенциала, тем самым повысив привлекательность территории для всех групп инвесторов, начиная от жителей, заканчивая государственными стратегами. Здесь мы обращаем принципиальное внимание на то, что арктический регион, даже такой обеспеченный, как ЯНАО, идёт по замкнутому пути ресурсного региона (на примере динамики добычи нефти, когда федеральные задачи решаются, а в регионе происходит стагнация и рецессия).

### **СИСТЕМАТИЗАЦИЯ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Для получения результата по данному направлению обратимся к хронологическому представлению реального сектора экономики, по основным тематическим разделам, включая приоритетные направления в контексте кооперации внутри тюменского региона (рис. 1). И развитие Ямало-Ненецкого автономного округа, и южной части Тюменской области (Тюменская область без автономных округов; Юг Тюменской области) протекало по схожему сценарию – различия в специализации. Агропромышленный комплекс до середины 1960-х гг.: оленеводство [14], рыболовство в тундре; земледелие и животноводство – в лесостепи. Топливо-энергетический комплекс с середины 1960-х гг. по настоящее время: газовая специализация в ЯНАО; нефтяная и нефтехимическая специализация на Юге.



Рис. 1. Перспективы развития реального сектора экономики Тюменской области в контексте пространственно-временных сочетаний.

Составлено авторами.

Существующие региональные стратегии развития этих двух регионов, как и квазисекторальные государственные программы отражают сохранение текущего состояния функционирования экономики. Появление прорывных технологий, пропульсивных производств [15] не предусматривается, а все закладываемые результаты укладываются в линейные тренды. Новых стратегических высокотехнологичных инвесторов в таких условиях ожидать не приходится, так как для него не создано поле для извлечения сверхприбыли. А существующие нефтегазовые инвесторы ориентированы на федеральное регулирование и корпоративную повестку, в которой тюменские регионы сопоставляются с ближневосточными и среднеазиатскими кейсами, которые, по мере урегулирования геополитических рисков, становятся более привлекательными. По федеральной повестке также уместным будет привести динамику добычи нефти в РФ в эпоху до коронакризиса (рис. 2): несмотря на снижение добычи нефти с 2006 г. в регионах Тюменской области общие показатели по стране продолжили уверенный рост. Соответственно, общегосударственные линейные тренды роста сохраняются, а усиление региональной дифференциации скорее отражает эффективность работы федеральных чиновников за счёт появления и усиления новых центров нефтедобычи.

Сложившийся результат, на наш взгляд, обусловлен 2 первопричинами. 1) формирование стратегии осуществляется без соответствующей историко-географической детализации развития муниципалитетов и отдельных населённых

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ ПО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

пунктов. 2) стратегические документы пишутся, реализуются и проверяются профильными чиновниками, что исключает появление научно-обоснованных инноваций. Внутреннее обоснование данного развития ситуации также находится: «будем реалистами», мы хотели «сделать схему не такую, как это сделал бы посторонний, привлечённый извне разработчик, а такую, которая будет отражать наше видение, выработанное годами работы именно в этой сфере и именно в этом субъекте Федерации» [16].

В этих условиях для систематизации природных ресурсов территории целесообразно разделить авторов стратегии от её исполнителей, от её проверяющих. Во главу угла поставить стратегические показатели, на которые необходимо ориентироваться, проектировать [17, 18]. При выявлении на этапе регулярного мониторинга отступления от достижения показателей вносятся соответствующие коррективы: производится смена исполнителей, либо уточняется научно-обосновывающая часть стратегии, для достижения итогового значения при соответствующей доработке.

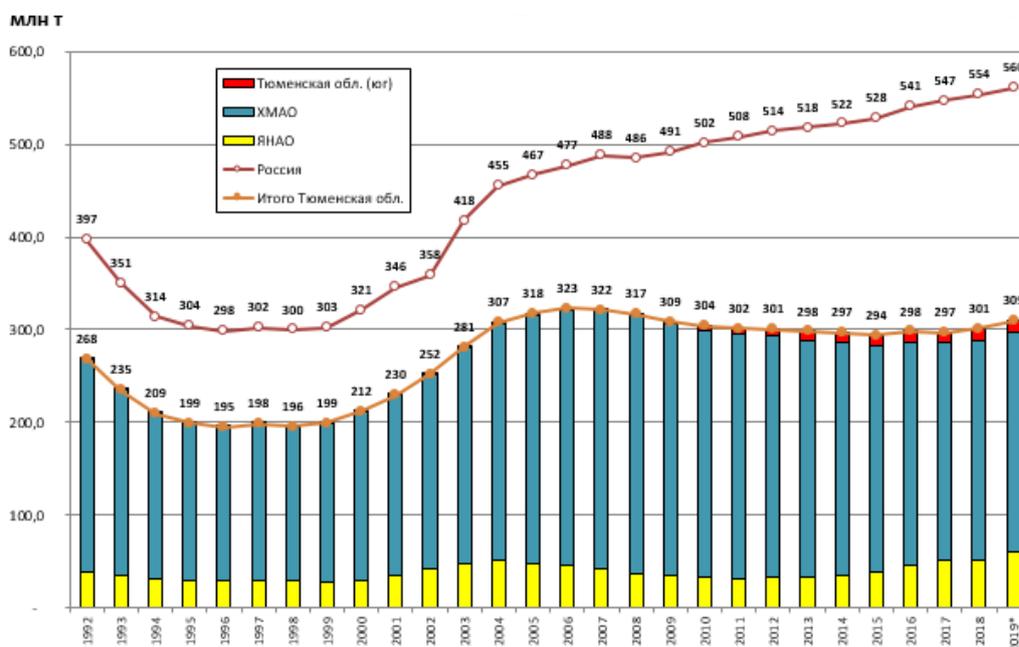


Рис. 2. Добыча нефти в РФ, 1992–2019 гг.

Составлено авторами по [13].

В этом же направлении следует обратить внимание на федеральную организацию арктического управления. Соответствующее территориальное выделение было выполнено, а соответствующего органа госуправления не назначено. Как отметил А.В. Маслобоев [19] «в настоящее время отсутствует целостная экспертно-аналитически-координационная структура управления, осуществляющая анализ и оптимизацию межотраслевых связей, обеспечивая реальное взаимодействие

власти, бизнеса и науки (образования) в АЗРФ, и определяющая прогноз устойчивого развития этого мегарегиона» В итоге, произошло объединение разноформатных образований: Дальневосточного федерального округа и Арктической зоны РФ. На наш взгляд, необходимо создание соответствующего Арктического федерального округа, что обеспечило бы идентификацию получения результатов со стороны соответствующего ведомства. На данный момент существующая организация не отражает стратегическое значение Арктики в российской социально-экономической повестке (как, например, было во время существования Крымского федерального округа), дискредитирует российское управление через внедрение абсурдных аналогий дальневосточного и арктического гектаров.

Вторым направлением приоритетных работ должна стать систематизация сведений по организации реального сектора экономики в населённых пунктах арктического региона. Здесь следует особо подчеркнуть, что ориентация должна осуществляться на реальные узлы экономики – населённые пункты, поселенческие сети [20, 21], а не на обширные районы, либо условные сельские поселения. При этом выбранный путь оптимизации муниципального управления (ликвидация сельских поселений путём создания в Ямало-Ненецком автономном округе муниципальных округов в границах районов) только лишь усложняет учёт местной специфики по отношению к определённому месту (управленцы остаются только в бывших райцентрах), как и снижает возможности сравнительного пространственно-временного анализа в границах соответствующих муниципальных образований. Если в границах муниципального округа Ямальский район функционируют традиционные оленеводческие поселения, рыболовецкие посёлки, логистические административные центры и современные технологические хабы, как Сабетта, то, очевидно, что стратегическое планирование должно быть основано для каждого из населённых пунктов.

Уместными мероприятиями здесь могут быть следующие 2 задачи:

- провести сбор, систематизацию данных хозяйственного учета всех населённых пунктов автономного округа за последние 10 лет для цифрового представления развития определённых звеньев регионального агропромышленного комплекса;
- создать крупномасштабную карту хозяйственного распределения земель (пастбища, луга, сенокосы, болотные массивы и т.п.), по аналогии с ландшафтными планами в Европейском союзе, для формирования инвестиционного облика территории и подготовки стратегий развития.

Третьим направлением считаем интеграцию внутри стратегии направлений взаимодействия с южными регионами РФ, как и приоритизацию внутреннего потребления. Несмотря на многолетнюю декларацию необходимости диверсификации отечественной экономики, соответствующих работ не было выполнено. Как в целом по экономике, так и по её территориально-производственным комплексам, энергопроизводственным циклам и межотраслевым комплексам. Сейчас, когда недружественные страны вводят против российской экономики рестрикции, приходится решать эту задачу в пожарном режиме. Но и здесь обнаруживаем искусственное упрощение, когда производится

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ ПО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

---

переформатирование с «сырьевой придаток Запада» на «сырьевой придаток Китая», а вместо классической «Запад нам поможет» возник тезис о «китайской помощи». Всего этого можно избежать, если выстроить цепочку кооперативных взаимодействия по линии Север-Юг, одним из наиболее проработанных воплощений данной кооперации выступал проект «Урал Промышленный – Урал Полярный» [22], реализация которого позволила бы снять многие геополитические, геоэкологические и социально-экономические проблемы страны.

В качестве четвёртого направления можно рассматривать геоэкологическое направление. За последние полвека западным сообществом было порождено несколько сотен различных экологических манифестов, призывающих мир измениться ради безопасного будущего. Наиболее популярными стали следующие идеи: устойчивое развитие, разрушение озонового слоя, глобальное потепление, экосистемные услуги и т.п. Итогом только приведённых примеров всегда являлось создание соответствующего экономического механизма, снижающего конкурентоспособность стран БРИКС, усиливающего технологическое и методологическое доминирование развитых экономик, даже при неудовлетворительных результатах в зелёной экономике [23]. При этом, даже если механизм наилучшим образом подходил для отечественной экономики (Киотский протокол), то он не был реализован. Напротив, РФ всегда предстаёт экологическим Тифоном, нередко, собственноручно и безапелляционно подтверждая это. С другой стороны, бывший заместитель министра иностранных дел Соединённого королевства А. Дункан отметил, что таяние арктического ледового покрова в летний период может сократить время в пути между Азией и Европой на 10 дней, что принесёт экономическую выгоду Великобритании, поскольку будет снижено потребление топлива, что, в свою очередь, уменьшит загрязнение окружающей среды региона [24]. Что лишний раз подчёркивает необходимость ориентации на национальные интересы в вопросах выработки стратегического отношения к очередной западной арктической инициативе.

Вместе с тем, на территории Ямало-Ненецкого автономного округа располагается Обская губа, как концентратор стоковых речных загрязнений с крупнейшего Обь-Иртышского бассейна. Современные технологии и методология Росгидромет позволяет создать единый цифровой бассейн [25], который отражал бы реальное геоэкологическое состояние в створах Оби по концентрации основных поллютантов [26]. Через данную организацию геоэкологического мониторинга возможна оценка трансграничного загрязнения, а также представление существующего природного фона в различных местностях. Формирование соответствующей базы данных и их последующий анализ послужат доказательной базой для оценки геоэкологического состояния в приустьевой части Ямало-Ненецкого автономного округа, выявления источников загрязнений, экологической открытости природопользователей перед региональными сообществами.

Другим геоэкологическим решением можно рассматривать систему мониторинга над состоянием вечной мерзлоты в границах существующих лицензионных участков в составе соответствующих мерзлотных скважин [27]. Нормативная правовая часть включается в состав соответствующих лицензионных

соглашений, а информация, опять же, становится доступной для всех стейкхолдеров. При наличии соответствующей базы данных и их последующего аналитического разбора возникает возможность реагирования на проявления глобального потепления, на трансформацию вечной мерзлоты, что сегодня востребовано как самими недропользователями, так и структурами государственного и муниципального управления.

В целом, за счёт сохранённого геоэкологического потенциала в Российской Арктике целесообразно на уровне региональных стратегий задавать региональные экостандарты, которые позволят производить экологически конкурентоспособную продукцию с соответствующим уровнем кастомизации. А через систему верифицированной оценки трансграничного загрязнения реализуется механизм возмещения экологического ущерба арктическим природно-территориальным комплексам Ямало-Ненецкого автономного округа со стороны зарубежных загрязнителей. Например, при выявлении трансграничного поступления радионуклидов от заводов по переработке ядерного топлива в Великобритании и Франции, которое было выявлено на архипелаге Новая Земля [28]

Пятым направлением является импортозамещение и внедрение информационных технологий, реализуемых в странах Арктического совета. Внутри арктической восьмёрки РФ окружена недружественными странами, что в текущих условиях девальвирует любое ранее достигнутое соглашение. Поэтому, несмотря на высокую стоимость, возникла потребность в создании собственных арктических цифровых технологий. Прежде всего, за счёт создания центров обработки данных в арктических условиях низких температур [29].

Таким образом, с учётом рассмотренных 5 направлений, выделим 18 стратегических производств для Ямало-Ненецкого автономного округа, (представлены на Рис. 1). Их систематизированное комплексное вовлечение может быть детализировано в рамках разработки региональной стратегии и муниципальных стратегий, соответствующих государственных и муниципальных программ. Для достижения полноценного результата необходимым детализирующим шагом является разработка стратегий развития отраслей народного хозяйства, включая роль региона в освоении Арктической зоны РФ.

### **ОЦЕНКА СИСТЕМАТИЗАЦИИ СВЕДЕНИЙ ПО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМУ ПОТЕНЦИАЛУ**

Существующая в автономном округе систематизация сведений по природно-ресурсному потенциалу представлена в составе имеющихся государственных информационных систем федерального и регионального уровней: публичная кадастровая карта Росреестр и Единая картографическая система окружного Правительства. В рамках данных ГИС отражены ресурсы территории с соблюдением выполнения необходимых инфологических требований по легитимности, актуальности, полноте. Однако реализация отдельных тематических направлений в качестве самостоятельных карт снижает потенциал сопоставимости использования данных. Снятие данной проблемы возможно на основе механизма интеграции между

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ ПО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

системами и их блоками, что является неотъемлемой составляющей нормативной правовой документации 2 рассматриваемых систем. Поэтому, на сегодняшний день можно оценить удовлетворительно систематизацию сведений в регионе.

Основными тематическими перспективами развития систематизации сведений, на наш взгляд, являются следующие направления: интеграция данных с информационными системами соседних регионов и тематическое встраивание новых стратегических направлений в состав существующих инфологических моделей государственных информационных систем. Примером организации межрегионального взаимодействия может быть ориентация на существующие и перспективные центры (рис. 3). Примером перспективного тематического направления может быть торфяное производство с его разнообразием производимой продукции (рис. 4).



Рис. 3. Центры экономического развития в границах Тюменской области.

Составлено авторами по [13].

Одним из очевидных решений для стратегического планирования и последующего мониторинга исполнения отраслевых стратегий является создание Территориальной информационной системы Тюменской области, как комплекса представления взаимоувязанных социальных и экономических взаимодействий, в которой представить стратегические показатели в цифре, пространстве, времени, в

разрезе органов власти и ответственных персоналий. Соответствующие решения позволяют отслеживать в реальном времени исполнение стратегических задач, получать запросы на последующую оптимизацию как методологического инструментария для регионального стратегирования, так и программного обеспечения. Особо важным является элемент получения обратной связи от конечных бенефициаров успешной реализации региональной стратегии – граждан региона, предпринимательского сообщества и социальных групп.

I. ХИМИЧЕСКОЕ	II. АГРАРНОЕ	III. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ	IV. ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ	V. СТРОИТЕЛЬНОЕ	VI. МЕДИЦИНСКОЕ
воска, парафины	биостимуляторы роста	сорбенты	брикеты	теплоизоляционный материал	антисептики
красители	детоксиканты почв	фильтры-поглотители	композитное топливо	буровые растворы	препараты глазных болезней
ингибиторы коррозии	мелиоранты	поглотители радионуклидов	кусковой торф	вязущие средства	пилоидотерапия
спирты	подстилка	тара, упаковка	фрезерный торф	кровельные покрытия	препараты онкологии
моносахара	кормовые дрожжи, питательные смеси	ландшафтный компонент	биогаз	отделочные материалы	косметические препараты
метанол	структурообразователь	биотуалеты	жидкое топливо	уплотнители	стоматологические препараты
щавелевая и др. кислоты	рассадный материал	леганты	торфяной кокс	торфосапропелебетон	препараты гинекологических заболеваний

Рис. 4. Направления использования торфа.

Составлено авторами по [30].

Одним из очевидных решений для стратегического планирования и последующего мониторинга исполнения отраслевых стратегий является создание Территориальной информационной системы Тюменской области, как комплекса представления взаимосвязанных социальных и экономических взаимодействий, в которой представить стратегические показатели в цифре, пространстве, времени, в разрезе органов власти и ответственных персоналий. Соответствующие решения позволяют отслеживать в реальном времени исполнение стратегических задач, получать запросы на последующую оптимизацию как методологического инструментария для регионального стратегирования, так и программного обеспечения. Особо важным является элемент получения обратной связи от конечных бенефициаров успешной реализации региональной стратегии — граждан региона, предпринимательского сообщества и социальных групп.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ ПО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМУ  
ПОТЕНЦИАЛУ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА  
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

---

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В настоящее время созданы предпосылки для организации в Ямало-Ненецком автономном округе стратегического планирования на новых технологико-методологических основах. При сочетании федеральной, региональной, местной и корпоративной арктических политик достижение результатов становится залогом инвестиционной привлекательности объектов стратегирования. Существующий природно-ресурсный потенциал арктических регионов не имеет долгосрочных комплексных планов использования. При этом даже на примере арктического сырьевого лидера, отмечается ограниченность используемых направлений

Данная организация работ возможна уже в текущем нормативном правовом поле и на существующей технологической основе, но при этом должны быть выдержаны генеральные линии: учтены геополитические интересы РФ в Арктике; детализированы достигаемые для каждой территориальной общности людей (коренные малочисленные народы Севера, специалисты-вахтовики, коренное население) социальные параметры проживания в границах определённой территориальной общественной системы (территории традиционного природопользования, вахтовые посёлки, населённые пункты); разработаны геоэкологические системы мониторинга состояния окружающей среды и направления для их последующего анализа, практического использования результатов. Основным инструментом стратегирования может стать кастомизация имеющихся ресурсов под запросы отечественных потребителей. В свою очередь, здесь требуется комплексная работа по систематизации сведений, позволяющая эффективно использовать совокупность природных ресурсов, их характеристики под нужды потребителей. В этом случае, информация должна быть легитимной, актуальной, полной, выверенной и соотнесённой с другими тематическими блоками, чтобы, например, развитие агропромышленного комплекса и топливно-энергетического комплекса происходило на уровне взаимодействия, когда газовики закупают продукцию у оленеводов, а оленеводы обеспечивают экологический мониторинг на путях каслания.

Систематизированные сведения в одном проекте становятся производителями вторичных, третичных и последующих данных, которые позволяют применять частные решения для локальных проблем. В этом случае, при соответствующем системном подходе, у инвестора всегда имеется представление о ресурсной базе локального месторождения (газа, торфа, песка и др.), проходящей рядом производственной инфраструктуре, о природных рисках и направлениях их страхования. В условиях такой определённости арктические регионы становятся привлекательными для инвесторов. А в случае возникновения дополнительного спроса со стороны предпринимательского сообщества информационно-обеспеченная региональная власть всегда сможет предоставить предложение, соотнесённое с имеющимися долгосрочными приоритетами и текущими характеристиками природно-ресурсного потенциала.

Список литературы

1. Гайдар Е. Т. Современный экономический рост и догоняющее развитие // *Мировая экономика и международные отношения*. 2003. № 8. С. 31–40.
2. Бабашкин В. В. Как понять нашу глубинку // *Крестьяноведение*. 2019. Т. 4. № 4. С. 115–123.
3. Чубайс А. Б. Реформа российской электроэнергетики: десять лет спустя // *Вопросы экономики*. 2018. № 8. С. 39–56.
4. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов. М.: Эксмо, 2007. 1056 с.
5. Тимошенко А. И. План или стихия рынка? Из истории государственного планирования // *ЭКО*. 2007. № 1(391). С. 125–140.
6. Капица Л. М. Международный институт иностранной помощи // *Вестник МГИМО Университета*. 2011. № 4(19). С. 70–98.
7. Алабердеев Р. Р., Латов Ю. В. Финансовые пирамиды как форма непроизводительного предпринимательства // *Terra Economicus*. 2010. Т. 8. № 2. С. 35–43.
8. Горюнов Е. Л., Дробышевский С. М., Мау В. А., Трунин П. В. Что мы (не) знаем об эффективности инструментов ДКП в современном мире? // *Вопросы экономики*. 2021. № 2. С. 5–34.
9. Глазьев С. Ю. О глубинных причинах нарастающего хаоса и мерах по преодолению экономического кризиса // *ЕВРАЗИЙСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ: экономика, право, политика*. 2020. № 2. С. 11–22.
10. Коньшев В. Н., Сергунин А. А. Эволюция концептуальных основ арктической стратегии США // *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4. История. Регионоведение. Международные отношения*. 2022. Т. 27, № 2. С. 225–236.
11. Пилясов А. Н. Суверенитет как экономико-географический феномен (на примере трендов развития Арктической зоны РФ) // *Вестник СПбГУ. Науки о Земле*. 2017. Т. 62. № 3. С. 280–299.
12. National Snow & Ice Data Center (NSIDC) Climate Change in the Arctic. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nsidc.org/> (дата обращения: 12.06.2022).
13. Проект «Региональные данные». Номер свидетельства: RU 2020670038 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_44439831\\_49292275.PDF](https://elibrary.ru/download/elibrary_44439831_49292275.PDF) (дата обращения: 12.06.2022).
14. Южаков А. А., Детгер Г. Ф. Трансформация оленеводства Арктики в условиях рыночной экономики (на примере Ямала) // *Арктика: экология и экономика*. 2020. № 4 (40). С. 139–150.
15. Кузнецов С. В., Лачининский С. С., Михайлов А. С., Шендрик А. В. Пропульсивные отрасли регионов Западного порубежья России в условиях геополитической турбулентности // *Экономика региона*. 2019. Т. 15. № 4. С. 1253–1265.
16. Шевелева О. В. Будем реалистами // *Твердые бытовые отходы*. 2017. № 6 (132). С. 12–13.
17. Балацкий Е. В., Екимова Н. А. Инструменты государственного управления: прогнозирование vs проектирование // *Управленец*. 2021. Т. 12, № 1. С. 18–31.
18. Аганбегян А. Г. О необходимости планирования в новой России // *Вопросы политической экономии*. 2021. № 2. С. 27–44.
19. Маслобоев А. В. Концепция Центра перспективных исследований и обеспечения безопасности Арктики // *Арктика: экология и экономика*. 2019. № 2 (34). С. 129–143.
20. Шелудков А. В., Орлов М. А. Топология сети населенных пунктов как фактор динамики сельского расселения (на примере Тюменской области) // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2019. № 4. С. 46–62.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ ПО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМУ  
ПОТЕНЦИАЛУ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА  
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

---

21. Нефедова Т. Г. Поляризация социально-экономического пространства и перспективы сельской местности в староосвоенных регионах Центра России // Крестьяноведение. 2021. Т. 6. № 1. С. 126–153.
22. Табаков Н. В. Транспортный коридор "Урал промышленный – Урал Полярный": проблемы, пути развития // Экономика региона. 2007. № S2. С. 120–129.
23. Сахаров А. Г. Устойчивое развитие арктических территорий Канады: цели и результаты // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2020. Т. 15. № 4. С. 140–162.
24. Гутенёв М. Научная дипломатия Великобритании в Арктике // Мировая экономика и международные отношения. 2020, т. 64, № 2, С. 110–117.
25. Винокуров Ю. И., Пузанов А. В., Зиновьев А. Т., Ловцкая О. В. ГИС-проект поддержки принятия решений по управлению водными ресурсами Обь-Иртышского бассейна // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2011. Т. 17. С. 243–246.
26. Брехунцов А. М., Петров Ю. В., Прыкова О. А. Экологические аспекты развития природно-ресурсного потенциала российской Арктики // Арктика: экология и экономика. 2020. № 3 (39). С. 34–47.
27. Брехунцов А. М., Петров Ю. В., Прыкова О. А. Концептуальное представление создания опорной наблюдательной сети для мониторинга многолетнемерзлых пород // Российская Арктика. 2021. № 12. С. 23–32.
28. Крячюнас В. В., Кузнецова И. А., Игловский С. А., Баженов А. В., Дружинин С. В., Котова Е. И. Пространственное распределение естественных и техногенных радионуклидов в арктических почвах побережья залива Моллера, архипелаг Новая Земля // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 1. С. 147–153.
29. Кравчук А. А. Перспективы роста экономики Исландии в постковидный период // Современная Европа. 2021. № 3(103). С. 128–138.
30. Лопатин К. И., Юсупов И. А., Толстограй В. И., Никитина А. Ю. Рациональное использование торфяных ресурсов ХМАО-Югра // Проблемы региональной экологии. 2006. № 3. С. 97–100.

**SYSTEMATIZATION OF INFORMATION ON THE NATURAL RESOURCE  
POTENTIAL OF THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG FOR  
SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

*Brekhuntsov A. M.<sup>1</sup>, Petrov Y. V.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>LLC GEODATA, Tyumen, Russian Federation*

*<sup>2</sup>University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation*

*E-mail: <sup>1</sup>ntc@mnpgeodata.ru, <sup>2</sup>y.v.petrov@utmn.ru*

The purpose of the study is a strategic presentation of the directions of using the natural resource potential in the Yamalo–Nenets Autonomous Okrug. The corresponding tasks specify the main conceptual approaches, since the development of certain directions can be carried out only within the framework of state coordination and goal-setting: to systematize the directions of use of natural resources; to evaluate the systematization of information on natural resource potential. This organization of work is possible already in the current regulatory legal framework and on the existing technological basis, but at the same time general lines must be maintained: the geopolitical interests of the Russian Federation in the

Arctic are taken into account; the social parameters of residence achieved for each territorial community of people are detailed; geocological systems for monitoring the state of the environment and directions for using the results are developed.

The information base was the publicly available materials of the strategic management of the AZ of the Russian Federation, the Yamalo-Nenets Autonomous District and foreign countries, data banks on accounting for the natural resource potential of the Arctic, the resources of the corporate information system "Regional Data" LLC "MNP "GEODATA" [13]. Research methods: geoinformation and infological.

The author's hypothesis: on the basis of systematization of information on the natural resource potential of the territory of the Arctic region, customized conceptual directions of strategic planning for sustainable development are formed. The novelty of the study.

Theoretical significance: the mechanisms of organizing strategic planning and systematization of information on natural resource potential in the Arctic region, which can be used to adjust public administration for long-term goals, are proposed. Practical significance: based on the results of the identified high potential for systematization on the information resources of the Yamalo-Nenets Autonomous District, it is possible to carry out a strategic

Currently, prerequisites have been created for the organization of strategic planning in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug on new technological and methodological foundations. With a combination of federal, regional, local and corporate Arctic policies, achieving results becomes the key to the investment attractiveness of strategic objects. The existing natural resource potential of the Arctic regions does not have long-term integrated use plans. At the same time, even on the example of the Arctic raw materials leader, the limitations of the directions used are noted

This organization of work is possible already in the current regulatory legal framework and on the existing technological basis, but at the same time general lines must be maintained: the geopolitical interests of the Russian Federation in the Arctic are taken into account; the social parameters of living within the boundaries of a certain territorial community of people (indigenous peoples of the North, shift workers, indigenous population) are detailed systems (territories of traditional nature management, shift settlements, settlements); geocological systems for monitoring the state of the environment and directions for their subsequent analysis, practical use of the results have been developed. The main strategizing tool can be the customization of available resources to meet the needs of domestic consumers. In turn, comprehensive work is required here to systematize information that allows effective use of the totality of natural resources, their characteristics for the needs

Systematized information in one project becomes producers of secondary, tertiary and subsequent data that allow the application of private solutions to local problems. In this case, with an appropriate systematic approach, the investor always has an idea about the resource base of the local field (gas, peat, sand, etc.), the production infrastructure passing nearby, about natural risks and the directions of their insurance. In the conditions of such certainty, the Arctic regions become attractive for investors. And in case of additional demand from the business community, the information-secured regional government will always be able to provide a proposal correlated with the existing long-term priorities and current characteristics of the natural resource potential.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ ПО ПРИРОДНО-РЕСУРСНОМУ  
ПОТЕНЦИАЛУ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА  
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

---

**Keywords:** Arctic zone of the Russian Federation, strategic planning, digitalization of strategy, Arctic region, customization of socio-economic development.

**References**

1. Gajdar E. T. Sovremennyy ekonomicheskij rost i dogonyayushchee razvitie // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 2003. № 8. S. 31–40. (in Russian)
2. Babashkin V. V. Kak ponyat' nashu glubinku // Krest'yanovedenie. 2019. T. 4. № 4. S. 115–123.
3. Шубаев А. В. Реформа российской электроэнергетики: десять лет спустя // Вопросы экономики. 2018. № 8. S. 39–56. (in Russian)
4. Smit A. Issledovanie o prirode i prichinah bogatstva narodov. M.: Eksmo, 2007. 1056 s.
5. Timoshenko A. I. Plan ili stihiya rynka? Iz istorii gosudarstvennogo planirovaniya // ЕКО. 2007. № 1(391). S. 125–140. (in Russian)
6. Kapica L. M. Mezhdunarodnyj institut inostrannoj pomoshchi // Vestnik MGIMO Universiteta. 2011. № 4(19). S. 70–98. (in Russian)
7. Alaberdeev R. R., Latov YU. V. Finansovye piramidy kak forma neproizvoditel'nogo predprinimatel'stva // Terra Economicus. 2010. T. 8. № 2. S. 35–43. (in Russian)
8. Goryunov E. L., Drobyshevskij S. M., Mau V. A., Trunin P. V. CHto my (ne) znaem ob effektivnosti instrumentov DKP v sovremennom mire? // Вопросы экономики. 2021. № 2. S. 5–34. (in Russian)
9. Glaz'ev S. YU. O glubinnyh prichinah narastayushchego haosa i merah po preodoleniyu ekonomicheskogo krizisa // EVRAZIJSKAYA INTEGRACIYA: ekonomika, pravo, politika. 2020. № 2. S. 11–22. (in Russian)
10. Konyshchev V. N., Sergunin A. A. Evolyuciya konceptual'nyh osnov arkticheskoy strategii SSHA // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4. Istoriya. Regionovedenie. Mezhdunarodnye otnosheniya. 2022. T. 27, № 2. S. 225–236. (in Russian)
11. Pilyasov A. N. Suverenitet kak ekonomiko-geograficheskij fenomen (na primere trendov razvitiya Arkticheskoy zony RF) // Vestnik SPbGU. Nauki o Zemle. 2017. T. 62. № 3. S. 280–299. (in Russian)
12. National Snow & Ice Data Center (NSIDC) Climate Change in the Arctic. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://nsidc.org/> (data obrashcheniya: 12.06.2022). (in Russian)
13. Proekt «Regional'nye dannye». Nomer svidetel'stva: RU 2020670038 [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_44439831\\_49292275.PDF](https://elibrary.ru/download/elibrary_44439831_49292275.PDF) (data obrashcheniya: 12.06.2022). (in Russian)
14. YUzhakov A. A., Dettler G. F. Transformaciya olenevodstva Arktiki v usloviyah rynochnoj ekonomiki (na primere Yamala) // Arktika: ekologiya i ekonomika. 2020. № 4 (40). S. 139–150. (in Russian)
15. Kuznecov S. V., Lachininskij S. S., Mihajlov A. S., SHendrik A. V. Propul'sivnye otrasli regionov Zapadnogo porubezh'ya Rossii v usloviyah geopoliticheskoy turbulentsnosti // Ekonomika regiona. 2019. T. 15. № 4. S. 1253–1265. (in Russian)
16. SHEveleva O. V. Budem realistami // Tverdye bytovye othody. 2017. № 6 (132). S. 12–13.
17. Balackij E. V., Ekimova N. A. Instrumenty gosudarstvennogo upravleniya: prognozirovaniye vs proektirovaniye // Upravlenec. 2021. T. 12, № 1. S. 18–31. (in Russian)
18. Aganbegyan A. G. O neobhodimosti planirovaniya v novoj Rossii // Voprosy politicheskoy ekonomii. 2021. № 2. S. 27–44. (in Russian)
19. Masloboev A. V. Konceptiya Centra perspektivnyh issledovanij i obespecheniya bezopasnosti Arktiki // Arktika: ekologiya i ekonomika. 2019. № 2 (34). S. 129–143. (in Russian)

20. Sheludkov A. V., Orlov M. A. Topologiya seti naselennykh punktov kak faktor dinamiki sel'skogo rasseleniya (na primere Tyumenskoj oblasti) // Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2019. № 4. S. 46–62. (in Russian)
21. Nefedova T. G. Polyarizatsiya social'no-ekonomicheskogo prostranstva i perspektivy sel'skoj mestnosti v staroosvoennykh regionah Centra Rossii // Krest'yanovedenie. 2021. T. 6. № 1. S. 126–153. (in Russian)
22. Tabakov N. V. Transportnyj koridor "Ural promyshlennyj – Ural Polyarnyj": problemy, puti razvitiya // Ekonomika regiona. 2007. № S2. S. 120–129. (in Russian)
23. Saharov A. G. Ustojchivoje razvitie arkticheskikh territorij Kanady: celi i rezul'taty // Vestnik mezhdunarodnykh organizacij: obrazovanie, nauka, novaya ekonomika. 2020. T. 15. № 4. S. 140–162. (in Russian)
24. Gutenyov M. Nauchnaya diplomatiya Velikobritanii v Arktike // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 2020, t. 64, № 2, S. 110–117. (in Russian)
25. Vinokurov YU. I., Puzanov A. V., Zinov'ev A. T., Lovckaya O. V. GIS-proekt podderzhki prinyatiya reshenij po upravleniyu vodnymi resursami Ob'-Irtyskogo bassejna // InterKarto. InterGIS. 2011. T. 17. S. 243–246. (in Russian)
26. Brekhuncov A. M., Petrov YU. V., Prykova O. A. Ekologicheskie aspekty razvitiya prirodno-resursnogo potentsiala rossijskoj Arktiki // Arktika: ekologiya i ekonomika. 2020. № 3 (39). S. 34–47. (in Russian)
27. Brekhuncov A. M., Petrov YU. V., Prykova O. A. Konceptual'noe predstavlenie sozdaniya opornoj nablyudatel'noj seti dlya monitoringa mnogoletnemerzlykh porod // Rossijskaya Arktika. 2021. № 12. S. 23–32. (in Russian)
28. Kryauchunas V. V., Kuznecova I. A., Iglovskij S. A., Bazhenov A. V., Druzhinin S. V., Kotova E. I. Prostranstvennoe raspredelenie estestvennykh i tekhnogennykh radionuklidov v arkticheskikh pochvah poberezh'ya zaliva Mollera, arhipelag Novaya Zemlya // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2021. № 1. S. 147–153. (in Russian)
29. Kravchuk A. A. Perspektivy rosta ekonomiki Islandii v postkovidnyj period // Sovremennaya Evropa. 2021. № 3(103). S. 128–138. (in Russian)
30. Lopatin K. I., YUsupov I. A., Tolstograj V. I., Nikitina A. YU. Racional'noe ispol'zovanie torfyanykh resursov HMAO-YUgra // Problemy regional'noj ekologii. 2006. № 3. S. 97–100. (in Russian)

*Поступила в редакцию 07.11.2022 г.*

УДК 913

## РОССИЙСКАЯ (СОВЕТСКАЯ) ОБЩЕСТВЕННАЯ ГЕОГРАФИЯ:

### ВАЖНЕЙШИЕ СТРУКТУРНЫЕ МЕТАМОРФОЗЫ

#### XX – НАЧАЛА XXI ВЕКОВ

*Дружинин А. Г.*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация*

*Институт географии РАН, Москва, Российская Федерация*

*Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Российская Федерация*

*E-mail: alexdru9@mail.ru*

Статья посвящена историографии российской экономической (общественной) географии, анализу и осмыслению присущих ей с начала XX века ключевых (структуроформирующих) метаморфоз. Основное внимание, при этом, уделено пяти взаимосвязанным тенденциям: «деэкономизации» (включая смену экономической географией своей «экономической идентичности» на идентичность географическую с последующей «уступкой» части бывшего предмета региональной экономике и, одновременно, существенного ослабления внимания к собственно экономическим аспектам пространственного развития), «географизации» (предметной, проявившейся в укоренении хронологического подхода, дополненного, затем, методологией геосистемного анализа и акцентом на экологическую тематику, и институциональной, связанной со структурой отечественной Академии наук, а также высших учебных заведений), «социологизации» и «гуманизации» (воплощённых в трансформации экономической географии в общественную географию, а также в теоретико-методологических заимствованиях из иных гуманитарных наук) и, как следствие – «дифференциации». Акцентируется актуализация «геополитизации» общественной географии, в потенциале усиливающая её общественно-научное содержание и, одновременно, продуцирующая новые структурные «разломы». Показаны возрастающие (методологические, организационные, кадровые) риски «расползания» общественной географии и её вероятностного «растворения» в смежных исследовательских дисциплинах. Купирование подобных рисков видится сопряжённым с дальнейшей консолидацией профессионального сообщества географов-обществоведов, в том числе в рамках совместного решения фундаментальных задач практического реконструирования пространственной организации России, а также формирования обновлённой, адекватной геоэкономическим и геополитическим реалиям третьего десятилетия XXI «россиеориентированной» географической картины мира.

**Ключевые слова:** общественная география, экономическая география, развитие науки, Россия, структурные изменения, научная идентичность, междисциплинарные взаимодействия.

#### ВВЕДЕНИЕ

Любая сформировавшаяся система научного знания являет итог пролонгированного и чрезвычайно сложного по траектории развития, проявляющегося в том числе в глубинных, порождённых внешним контекстом и эндогенными обстоятельствами качественных изменениях как структуры исследовательской дисциплины, так и её «идентичности», понимания своего функционала и местоположения в междисциплинарных взаимодействиях. Сказанное в полной мере может быть отнесено к отечественной **общественной (экономической, социально-экономической) географии**, вынужденной многократно адаптироваться к реалиям и вызовами обновляющегося мироустройства, к изменчивым форматам организации науки, к новациям доминирующей исследовательской методологии, а

также государственной идеологии. Современный ситуационный контекст во многих отношениях «переломного» 2022 года, инициируя дальнейшие метаморфозы российской общественной географии (этой проблематике автор посвятил ранее специальное исследование [1]), предполагает необходимость существенного повышения внимания нашего немногочисленного сообщества (насчитывающего от 700 до 1000 специалистов [2, 3], рассредоточенных на пространстве «от Владивостока до Калининграда», включая 104 доктора географических наук, а также на порядок меньшее число высокопрофессиональных географов-обществоведов, обладающих докторскими степенями по смежным дисциплинам, в первую очередь, по экономике) к вопросам собственной историографии, к осмыслению важнейших процессов, ощутимым образом видоизменяющих структуру и характер общественно-географических исследований в стране. Цель статьи – анализ ключевых для истекшего столетия (начало XX – первые десятилетия XXI вв.) структуроформирующих трендов эволюции российской общественной географии, раскрытие их логики, сопряженности, а также наиболее значимых (в первую очередь для самой науки) эффектов и последствий.

### **МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В отечественной экономической (общественной) географии сложилась позитивная традиция обращенного к ретроспективе науковедческого анализа [4, 5, 6], равно как и сопряженного рассмотрения различных аспектов собственной методологии и истории [7], идентификации тех или иных наиболее важных в плане настоящего и будущего общественно-географических исследований тенденций и процессов [8, 9]. Эти наработки существенны для понимания картины прошлого и, одновременно, методологически значимы для переосмысления тренда эволюции общественно-географических в нашей стране уже непосредственно с современных позиций и, соответственно, предвидения вероятностного будущего. Опора на взгляды и оценки предшественников особо ценна, поскольку позволяет выявить растянувшуюся во времени трансформацию не только предметно-объектных исследовательских приоритетов, но и собственно «научной идентичности», фиксации места экономической (общественной) географии в стратифицированном континууме естественнонаучных и обществоведческих дисциплин. Излагаемые в данной статье положения и выводы основываются на специальном контент-анализе практически векового (с начала 1920-х гг.) массива публикаций ведущих российских географов (с акцентом на труды именно экономико-географов, географов-обществоведов) с детализированным вниманием к двум наиболее корректно и полно отражающим исследовательскую повестку отечественным научным периодическим изданиям географического профиля – «Известия Российского географического общества» и «Известия РАН. Серия географическая».

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Начиная практически с момента самого своего становления и вплоть до середины-второй половины XIX столетия *география* культивировалась как некая

всеобъемлющая, «всеохватная» [10, 11] совокупность знаний о Земле. За единым наименованием (и в целом универсальным, неизменно сохранявшимся страноведческо-описательным подходом [12]) скрывалась предельная широта разнородных объектов и тематических сюжетов, включая сведения о населении, хозяйстве, формах расселения, культуре и т.п. Не случайно, анализируя ретроспективу, видный методолог и физико-географ А.Г. Исаченко полагал, что «география никогда не представляла собой единую науку» [13, с. 2]. Что же касается собственно российской «экономической географии» (само это словосочетание, как принято считать [14], в начале 1760-х годов ввёл в оборот М.В. Ломоносов для обозначения дисциплины, призванной систематизировать данные об экономике по территориям страны), то вплоть до конца XIX в. её развитие было предельно тесно увязано со статистикой (воспринимавшейся в тот период наукой «о способах и средствах государственного управления» [15, с. 1]), в первую очередь земской, аккумулирующий обширный, требующий пространственного осмысления материал.

Скрупулёзная работа со статистическими источниками стала и своеобразной «визитной карточкой» первой в XX столетии университетской *экономико-географической кафедральной научной школы* («отраслево-статистической» [12]), созданной в Санкт-Петербурге в 1902 г. проф. В.Э. Деном [16], однозначно относившим экономическую географию (которая, по мнению Владимира Эдуардовича, «составляет часть политической экономии или науки о народном хозяйстве» [17, с. 1]) к сфере экономических дисциплин. Кстати, вплоть до конца 1930-х гг. [18] подавляющая часть видных отечественных экономико-географов имела (в качестве базового) именно экономическое образование (включая и непосредственных учеников В.Э. Дена: профессоров С.В. Бернштейн-Когана, В.М. Штейна, Г.А. Мебуса, В.М. Вольфа, В.С. Клупта [19]), что во-многом предопределяло доминирующую в тот период в нашей науке «экономическую идентичность». Характерно, что её какое-то время разделяли не только непосредственно сами «деновцы», но и представители первоначально второго по значению в масштабе СССР (обретшего лидерство уже после состоявшегося в 1934 г. переноса структур Академии наук из Ленинграда) московского сообщества экономико-географов. В частности, когда в 1926 г. Н.Н. Баранский выступил с новой программой по экономической географии СССР с упором на порайонное изучение, он сделал это именно на конференции преподавателей экономических дисциплин, трактуя экономическую географию как экономическую науку [18]. Сам Николай Николаевич был, при этом, избран членом-корреспондентом АН СССР (1939 г.) именно по отделению экономики. В состав Института экономики АН СССР непродолжительный период входил и отдел экономической географии [20].

«Перенос» в Москву и формального, а, затем, и фактического центра отечественной экономической географии (полностью этот процесс завершился лишь в постсоветский период с уходом таких «питерских» лидеров науки как Н.Т. Агафонов, С.Б. Лавров, О.П. Литовка и др.) стал значимым дополнительным обстоятельством создания обновлённой конфигурации её взаимодействия с физико-географическими дисциплинами. Именно в 1934 г., в рамках правительственного постановления о преподавании географии в школе, экономическая география была

выведена из обществознания [19], заняв отныне нишу в широкой и внутренне разнородной структуре «наук о Земле». Возникшее институциональное общегеографическое единство проецировалось на мировоззренческие установки, благоприятствуя *«географизации» экономико-географических исследований*. Данному тренду в существенной мере содействовало и пришедшееся на 1920-30-е годы укоренение сформулированных немецким географом-теоретиком Альфредом Геттнером [21] представлений о географии именно как пространственной (хорологической) науке, призванной фокусировать внимание на различиях «от места к месту». Характерно, что аналогичный постулат стал отправным и в позиции Н.Н. Баранского, усилив «регионально-страноведческий» акцент формируемой им научной школы. «Географически мыслит тот, писал Николай Николаевич в 1938 г., кто в достаточной мере привык обращать внимание на различия от места к месту не только по природным условиям, но и по историческим судьбам» [22, с. 123]. Необходимо твёрдо помнить, подчёркивал он же в самый канун Великой Отечественной войны, что то «что есть везде (как воздух!) в географии не должно быть нигде» [23, с. 17], добавляя далее, что с какой бы территорией мы не имели дело, «её можно и должно рассматривать двояко: 1) как часть некоторого более обширного целого и 2) как целое, состоящее из частей [23, с. 19].

«Озабоченность пространственной идеей» [24, с. 32], став, в итоге, методологическим стержнем отечественной экономической географии, одним из «скрепов» всей географической науки в целом (воплощённым далее, в 1960-70-е гг., в культивируемый прежде всего физико-географами [25] геосистемный подход с его обществоведческим инвариантом-аналогом — представлениями о «территориальной социально-экономической системе» и «территориальной общественной системе»), проецировалась на последующее повсеместное и глубокое укоренение в нашей науке понимания особой роли районирования (как своеобразного «венца географического знания» [26]), равно как и восприятие размещенческой и региональной парадигм в качестве «сути современной географии» [27]. В этой же связи оформились и присущие уже нескольким поколениям советско-российских географов-обществоведов контуры так называемого (в смысловом отношении в существенной мере хорологического [25]) «географического мышления» (в единстве его базовых признаков: «территориальности», «комплексности» и «конкретности» [28]), вмещающего (согласно Я.Г. Машбицу [11]) в том числе связку «физическая география – общественная география» по вышеохарактеризованным причинам резко упрочившуюся именно к середине XX века (и, добавлю, испытавшей свой некоторый ренессанс уже в 1980-е гг. в рамках попыток исследования нашей наукой глобальных проблем [8], а также экологических императивов развития человечества).

В первые послевоенные годы сформированная ранее «экономическая ориентация» экономико-географического профессионального сообщества страны, казалось бы, в целом сохранилась. Так, в решениях II Съезда Географического общества СССР (1955 г.) чётко зафиксировано, что экономическая география является «общественной наукой, изучающей географическое размещение производства (понимаемое как единство производительных сил и производственных отношений), условия и особенности его развития в различных странах и районах»

[29, с. 97]. Более того, и практически, в своей повседневной деятельности советские экономико-географы фокусировались на проблематике «наилучшей территориальной организации хозяйства» [4, с. 405], произвольно ограниченной, кстати, лишь размещением промышленности, сельского хозяйства и транспорта [30]. Вплоть до конца 1960-х гг. сохранялось в нашей науке и обязательное внимание к экономическим обоснованиям, расчётам [18]. Однако, наряду с этим, превалирующие исследования (и их методология) уже чётко дистанцировались от сферы собственно «производственных отношений» и, соответственно (обретя техноразмещенческую и природоведческую направленность [31]) – сердцевинного предмета экономики, знаменуя начало пролонгированного, не утратившего свой вектор и импульс и в наши дни (уже в третьем десятилетии XXI столетия) процесса *«деэкономизации экономической (общественной) географии»*. Его иллюстрацией (и драйвером) стали неизбежные подвижки во взглядах на сущность научной дисциплины. Наиболее значима и симптоматична в данном случае высказанная в конце 1950-х позиция Ю.Г. Саушкина, полагавшего, что экономическая география, специализируясь на изучении географии производства, «принадлежит к числу не только географических, но и экономических наук» [32, с. 31]. Подобная «двойственность» идентичности имела место, впрочем, недолго, смещаясь в пользу однозначного включения экономической географии в структуру именно географии.

В дальнейшем наша наука (вследствие выхода на проблематику населения, расселения, сферы услуг и, далее, политической географии, географии культуры) испытала нарастающую по амплитуде *«дифференциацию»*. Как прозорливо одним из первых подметил ещё в 1967 г. проф. О.А. Константинов, «мы стоим на пороге превращения экономической географии в... географию человеческого общества» [4, с. 409]. Именно с этого первоначально весьма робкого, а затем (с конца 1980-х) и широкого, фронтального «поворота» экономико-географов к ранее игнорируемой (либо забытой) обществоведческой тематике – многократно (и регулярно) стали озвучивались призывы к «усилению экономических начал в географических исследованиях» [18, 33, 34], к их «экономизации» [35, 36, 37]. Магистральный тренд был, впрочем, уже иным; он вёл к углублению дистанции между «деэкономизирующейся» экономической географией и остальными составляющими системы экономического знания, лимитируя потенциал экономико-географического анализа в том числе и в ранее приоритетных для него отраслях (показательно, что по завершении состоявшегося в 1959 г. III Съезда ГО СССР в нашей науке начал сокращаться интерес даже к проблематике экономического районирования [38]). Как не без основания подмечал в 1977 г. Г.А. Агранат, экономико-географическая наука в течение трёх-четырёх предыдущих десятилетий [с 1930-х гг. – А.Д.] отставала от запросов жизни «в силу недостаточной глубины проникновения во внутренний, сущностный механизм экономико-географических процессов» [35, с. 14]. Симптоматична и оценка группы наших лидеров позднесоветского периода [6], констатировавших «застой» в экономической географии и видевших в числе его причин отрыв от политэкономики.

Наиболее же явным проявлением (и следствием) «деэкономизации» экономической географии (всё явственнее, при этом, дистанцировавшейся «от

потребностей жизни, от запросов государства» [18, с. 454]) явилось пришедшее на первую половину 1970-х гг. «провозглашение» экономистом академиком Н.Н. Некрасовым новой науки — «региональной экономики», нацеленной на «рациональное размещение производительных сил СССР» [39], т.е., в сущности, на ранее декларируемые советскими экономико-географами магистральные свои задачи. В широкой дискуссии того периода (с вариацией оценок «региональной экономики» от «достойного партнёра» [40] к тому моменту уже социально-экономической географии, до «охотника» на её «полях» [11]) причина подобной новации оправданно виделась её современникам в состоянии самой общественно-географической науки, существенно снизившей внимание как к механизмам исследуемых явлений [35] и процессов, так и к учёту региональных факторов при разработке основ хозяйственной политики [41], и оказавшейся, в итоге, лишь «платформой и базисом» [40] формирования региональной экономики.

В поздний советский и постсоветский периоды в структуре *общественной географии* (именно это самоназвание прижилось и стало доминировать в процессе «социологизации» и «гуманизации») экономическая её составляющая по традиции продолжала рассматриваться в качестве ведущей [42], фактически, тем не менее, превращаясь лишь в одну из множества областей интересов. Это обстоятельство чётко иллюстрирует предельно «классическое» (и наиболее симптоматичное) определение предметно-объектной сущности нашей науки, предложенное А.И. Чистобаевым и М.Д. Шарыгиным в 1990 г.: «Экономическая и социальная география как целостная интегрально-синтетическая наука изучает пространственную организацию общества в конкретных условиях природной среды. Основным предметом её исследования являются территориальные (пространственные) общественные системы» [9, с. 16–17].

Сохраняется данная ситуация и в наши дни. Как свидетельствует авторский анализ, из 255 статей, опубликованных в 2021 году в 9 ведущих российских географических периодических изданиях («Известия РАН. Серия географическая», «Известия РГО», «География и природные ресурсы», «Вестник МГУ. Серия 5. География», «Региональные исследования», «Вестник СПбГУ. Науки о Земле», «Географический вестник», «Балтийский регион», «Геополитика и экогеодинамика регионов») посвящено:

- 51 — туризму и рекреации (20%);
- 44 — населению и системам расселения (17,3%);
- 23 — сельской тематике (9%)
- 13 — транспорту и связи (5,1%)
- 10 — промышленности (3,9%)
- 10 — «морской» и «приморской» тематике (3,9%);
- 9 — страноведению (3,5%);
- 6 — культурной географии (2,4%);
- 6 — вопросам теории общественной географии (2,4%);
- 5 — собственно регулированию пространственного развития (2,0%);
- 4 — геополитике (1,6%).

При подобном раскладе говорить о каких-либо «экономических приоритетах» в современном общественно-географическом анализе, разумеется, не приходится. При этом 20 (7,8%) опубликованных статей по своей тематике были не только «негеографичны», но и «внерегionalны» (т.е. принципиально экзогенны нашей предметно-объектной области). Замечу также, что «погружение в социальную сферу» [44, с. 245], катализируемое с 1990-х гг. укоренением новых (привнесённых постмодерном) трактовок и смыслов «пространства» и «пространственности» [26] не только предопределило практическую (и методологическую) невозможность географов-обществоведов ограничить свою межпредметную коммуникацию исключительно экономической наукой (поскольку не менее ценными оказались контакты с политологией, социологией, культурологией), но и, параллельно, усилило и ранее имевшую место «природобоязнь» [44], в целом традиционную для советских географов-обществоведов ещё с эпохи жёстких дискуссий 1930-х – 1960-х годов. Существенно ослабленными оказалась в этой ситуации сопряжённость общественной географии не только с экономикой, но и с физической географией (последнее обстоятельство ранее также достаточно хорошо осмыслено и многократно акцентировано [11, 45]).

Инициированная наблюдаемой в последнее десятилетие глобальной турбулентностью в хозяйственной и политических сферах, равно как и попытками Российской Федерации сохраниться в качестве одного из «центров силы» в стремительно меняющемся мире «*геополитизация*» *общественной географии* (проф. С.Б. Лавров ещё в 1993 г. предвидел эту тенденцию, аргументировал её необходимость [46]), приумножая предпосылки внутреннего размежевания в науке, в том числе в связи с той или иной персонально занятой (либо незанятой) политико-цивилизационной позицией, – объективным образом актуализирует общественно-географические исследования, придаёт последним дополнительный «социогуманитарный крен». Но, как это ни парадоксально, именно учёт «геополитической детерминанты» пространственной социально-экономической динамики предполагает также достижение более тесной и эффективной координации и связанности не только непосредственно в рамках сообщества географов-обществоведов, но и последних с «природооведами» в рамках совместного формирования столь необходимой обновлённой (в том числе преактивной, «россиеориентированной») *географической картины мира*. Пограничная, стыковая «гуманитарно - естественнонаучная» традиция общественной географии (однозначно принадлежащей к общественнознанию, сфокусированной на изучении соответствующих структур и процессов, но лучше любых иных социально-экономических и гуманитарных наук приспособленной и к учёту специфики «природоведческого поля») обретает в этих условиях особую ценность, становится дополнительным мотивом дальнейшего обретения общегеографического единства (пусть и в существенной мере рамочного, поверхностно-фрагментарного, подчас асимметричного), пока лишь отчасти достигнутого с процессе практически векового эволюционного тренда нашей науки.

## ВЫВОДЫ

Для российской (советской) общественной (экономической, социально-экономической) географии одним из наиболее значимых (и зримых) итогов предыдущего столетия оказался состоявшийся её «переход» (институциональный, ментальный и, отчасти, предметный) из экономической науки в лоно географических дисциплин. Неизбежная в этих условиях «географизация» сопровождалась «деэкономизацией» общественно-географического знания, оказавшегося, в конечном итоге, тяготеющей к обществоведению (и эта имманентная особенность общественной географии лишь усиливалась в процессе её развернувшейся уже с начала 1970-х гг. «социологизации» и «гуманизации», дополняемых ныне «геополитизацией») частью не только внутренне разнородной географической науки (не обретшей столь желаемого и предрекаемого [8] «единства»), но и в целом обширнейшего конгломерата «Наук о Земле». При подобном позиционировании, окончательно оформившемся к концу XX–началу XXI вв., имеющийся у общественной географии потенциал культивирования междисциплинарных, сфокусированных на пространственном анализе подходов сочетается с отнюдь не выигрышным положением нашей дисциплины как «двойной периферии» с весьма безотрадней ролью «своего среди чужих» и «чужого среди своих».

В условиях возросшей социально-экономической турбулентности и геополитических «тектонических сдвигов» (что в полной мере характерно для современной России, её положения в Евразии и мире в целом), как говорится, «коней не меняют». В данной прагматической логике нашей общественной географии необходимо, как видится, не только продолжать культивировать свою обретенную «географическую идентичность», но и (что важно!) активно наращивать позиции в системе географических наук, эффективно реализовывать связанные с этим инструментальные, информационные и организационные возможности. Не менее актуализированным для нас, российских географов-обществоведов, видится, впрочем, и одновременное последовательное опережающее «движение» в сторону социально-экономического, гуманитарного знания. Лишь отстаивая, совершенствуя, углубляя пространственные подходы и сохраняя, наращивая свою обществоведческую сущность, мы окажемся способными усилить свои позиции в диалоге с численно (и не только!) доминирующими в российской географии «прирооведами» и, соответственно, сохраняя и укрепляя своё научное сообщество (миниатюрное, эксклюзивное по применяемому научному инструментарию), внятно отвечать на глобальные вызовы и национальные запросы, передавая «эстафету» грядущим поколениям исследователей.

## Список литературы

1. Дружинин А.Г. Развитие российской общественной географии: современные вызовы и опыт прошлого // Географический вестник = Geographical bulletin. 2022. № 2(61). С. 17–33.
2. Трейвиш А.И. Как нас теперь называть (о содержании и наименовании нашей науки) // Социально-экономическая география. Вестник АРГО. 2012 (1). С. 5–19.
3. Дружинин А.Г. Современная российская общественная география: потенциал и приоритеты развития в меняющемся мире // Тенденции пространственного развития современной России и

**РОССИЙСКАЯ (СОВЕТСКАЯ) ОБЩЕСТВЕННАЯ ГЕОГРАФИЯ:  
ВАЖНЕЙШИЕ СТРУКТУРНЫЕ МЕТАМОРФОЗЫ XX – НАЧАЛА XXI ВЕКОВ**

---

- приоритеты его регулирования / под ред. А.Г. Дружинина и Д.А. Дирина. Тюмень : ТюмГУ-Press, 2022. С. 42–43.
4. Константинов О.В. Экономическая география в СССР. К 50-й годовщине Советской власти // Известия Всесоюзного географического общества. 1967. № 5. С. 403–409.
  5. Саушкин Ю.Г. Географическая наука в прошлом, настоящем, будущем. М.: Просвещение. 1980. 269 с.
  6. Агафонов Н.Т., Алаев Э.Б., Лавров С.Б., Межевич М. Н., Хорев Б.С. О современном состоянии и перспективных возможностях экономической и социальной географии // Известия Всесоюзного географического общества. 1988. № 5. С. 393–402.
  7. Саушкин Ю.Г. История и методология географической науки. Курс лекций. М.: Изд-во МГУ. 1976. 423 с.
  8. Лавров С.Б. Интеграционные тенденции в географии // Советская география. Л.: Наука. Ленинградское отделение. 1984. С. 28–41.
  9. Чистобаев А.И., Шарыгин М.Д. Экономическая и социальная география: новый этап. Л. 1990. 317 с.
  10. Исаченко А.Г. История географической науки как эстафета поколений учёных. Статья I // Известия РГО. 2012. № 1. С. 3–16.
  11. Машбиц Я.Г. Тенденции развития географической мысли // Известия АН СССР. Серия географическая. 1990. № 4. С. 17–27.
  12. Саушкин Ю.Г. Экономическая география: история, теория, методы, практика. М.: Мысль, 1973. 559 с.
  13. Исаченко А.Г. Историзм в географии и поляризация основных направлений её эволюции // Известия РГО. 2011. № 3. С. 2–16.
  14. Никитин Н.П. Зарождение экономической географии в России // Вопросы географии. 1950. № 17. С. 50–67.
  15. Герман К. Ф. Всеобщая теория статистики: для обучающихся сей науке / изданная от Главного правления училищ. Санкт-Петербург. 1809. 107 с.
  16. Дмитриевский Ю.Д. Школа В.Э. Дена – эстафета учёных // Известия Русского географического общества. 1994. № 2. С. 75–79.
  17. Ден В.Э. Очерки по экономической географии. Т. 1. Сельское хозяйство. СПб. 1908. 386 с.
  18. Константинов О.А. Экономическая география и региональная экономика // Известия Всесоюзного географического общества. 1974. № 6. С. 449–456.
  19. Чистобаев А.И. В.Э. Ден – лидер научной школы // Известия Русского географического общества. 2002. № 2. С. 47–55.
  20. Гладкий Ю.Н., Разумовский В.М. Между экономической географией и региональной экономикой // Известия Русского географического общества. 2007. Т. 139. № 6. С. 1–6.
  21. Геттнер А. География, ее история, сущность и методы, 1930. 416 с.
  22. Баранский Н.Н. Что понимать под выражением «географическое мышление» // География в школе. 1938. № 2. С. 122–127.
  23. Баранский Н.Н. О методике лекций по районному курсу экономической географии СССР // Известия Всесоюзного географического общества. 1941. № 1. С. 16–22.
  24. Костинский Г.Д. Идея пространственности в географии // Известия РАН. Серия географическая. 1992. № 6. С. 31–40.
  25. Исаченко А.Г. В поисках методологических основ географии (обзор точек зрения) // Известия Всесоюзного географического общества. 1986. Вып. 5. С. 377–386.
  26. Смирнягин Л.В. Судьба географического пространства в социальных науках // Известия РАН. Серия географическая. 2016. № 4. С. 7–19.
  27. Трофимов А.М., Чистобаев А.И., Шарыгин М.Д. Общегеографические категории. I. Территориальность // Известия Русского географического общества. 1995. № 6. С. 1–10.
  28. Алаев Э.Б. Географическое мышление и геопространственная парадигма // Известия Всесоюзного географического общества. 1981. № 5. С. 419–422.
  29. Решение Второго съезда Географического общества СССР // Известия Всесоюзного географического общества. 1955. № 2. С. 96–104.
  30. Буяновский М.С. К вопросу о методологических основах экономической географии // Известия Всесоюзного географического общества. 1954. № 6. С. 526–531.

31. Грицай О.В., Котляков В.М., Преображенский В.С. Меняющийся мир и эволюция географической мысли // Известия РАН. Серия географическая. 1994. № 6. С. 5–23.
32. Саушкин Ю.Г. Введение в экономическую географию. 1958. М.: МГУ. 449 с.
33. Пробст А.Е. Региональная экономика и экономическая география // Теоретические аспекты экономической географии. Л.: ГО СССР. 1975. С. 32–41.
34. Покшишевский В.В. «Экономизированная» экономическая география или что-то совсем новое // Известия АН СССР. Серия географическая. 1975. № 6. С. 18–24.
35. Агранат Г.А. География и экономика: связи и зависимости // Известия АН СССР. Серия географическая. 1977. № 6. С. 13–24.
36. Агафонов Н.Т., Алаев Э.Б., Воробьёв В.В., Ковалёв С.А., Паламарчук М.М., Хорев Б.С. Пути развития социально-экономической географии СССР (по итогам работы VII Съезда Географического общества СССР) // Известия Всесоюзного географического общества. 1981. № 2. С. 97–104.
37. Трешников А.Ф., Жекулин В.С., Лавров С.Б. Советская география: некоторые итоги и перспективы // Известия Всесоюзного географического общества. 1982. № 6. С. 465–474.
38. Константинов О.А. Новое направление географических исследований // Известия Всесоюзного географического общества. 1979. № 4. С. 293–298.
39. Теоретические проблемы региональной экономики. Материалы научной конференции. М.: СОПС. 1972. 315 с.
40. Анимидца Е.Г., Шарьгин М.Д. Социально-экономическая география и региональная экономика: проблемы взаимоотношений // Географический вестник. 2013. № 1 (24). С. 4–12.
41. Агранат Г.А. Об изучении влияния географических условий на экономические показатели производства // Известия АН СССР. Серия географическая. 1969. № 2. С. 60–68.
42. Шарьгин М.Д. Современные задачи социально-экономической географии // Известия Всесоюзного географического общества. 1984. № 2. С. 97–104.
43. Шарьгин М.Д., Столбов В.А. Географическое мышление: новые грани проявления // Известия Всесоюзного географического общества. 1991. № 3. С. 239–246.
44. Исаченко А.Г. Географический детерминизм — конструктивная научно-мировоззренческая концепция // Известия РГО. 2006. № 3. С. 3–14.
45. Голубчиков Ю.Н., Горбанёв В.А. Современная география в преодолении междисциплинарных барьеров // Известия РГО. 2016. С. 80–89.
46. Лавров С.Б. Геополитика: возрождение запретного направления // Известия РГО. 1993. № 4. С. 36–41.

**RUSSIAN (SOVIET) HUMAN GEOGRAPHY:  
THE MOST IMPORTANT STRUCTURAL METAMORPHOSES  
OF THE XX – EARLY XXI CENTURIES**

*Druzhinin A. G.*

*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation  
Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation  
Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation  
E-mail: alexdru9@mail.ru*

The article is devoted to the historiography of Russian economic (human) geography, the identification and analysis of the key (structure-forming) metamorphoses inherent in it since the beginning of the XX century. At the same time, the main attention is paid to four interrelated trends: "de-economization" (including the change of economic geography of its "economic identity" to a geographical identity, followed by the "cession" of part of the

former subject to the regional economy and, at the same time, a significant weakening of attention to the economic aspects of spatial development proper), "geographization" (as a subject, manifested in the rooting of the horological approach, supplemented, then, by the methodology of geosystem analysis and an emphasis on environmental topics, and institutional, connected with the established structure of the national Academy of Sciences, as well as higher educational institutions), "humanization" (embodied in the transformation of economic geography into human geography, as well as in theoretical and methodological borrowings from other humanities) and, as a consequence, "differentiation". The actualization of the "geopoliticization" of social geography is emphasized, potentially enhancing its social science content and, at the same time, producing new structural "faults". The increasing (methodological, organizational, personnel) risks of the "spread" of human geography and its probabilistic "dissolution" in related research disciplines are shown. The mitigation of such risks is seen to be associated with the further consolidation of the professional community of human-geographers scientists, including within the framework of the joint solution of fundamental tasks of practical reconstruction of the spatial organization of Russia, as well as the formation of an updated, adequate geo-economic and geopolitical realities of the third decade of the XXI "Russian-oriented" geographical picture of the World.

**Keywords:** human geography, economic geography, development of science, Russia, structural changes, scientific identity, interdisciplinary interactions.

#### References

1. Druzhinin A.G. Razvitiye rossiyskoy obshchestvennoy geografii: sovremennyye vyzovy i opyt proshlogo [Development of Russian public geography: modern challenges and experience of the past]// Geograficheskiy vestnik = Geographical bulletin. 2022. № 2(61). S. 17–33. (in Russian)
2. Treyvish A.I. Kak nas teper' nazyyvat' (o sodержanii i naimenovanii nashey nauki) [How to call us now (about the content and name of our science)]// Sotsial'no-ekonomicheskaya geografiya. Vestnik ARGO. 2012 (1). S.5-19. (in Russian)
3. Druzhinin A.G. Sovremennaya rossiyskaya obshchestvennaya geografiya: potentsial i priority razvitiya v menyayushchemsya mire [Modern Russian public geography: potential and priorities of development in a changing world]// Tendentsii prostranstvennogo razvitiya sovremennoy Rossii i priority ego regulirovaniya / pod red. A.G. Druzhinina i D.A. Dirina.Tyumen' : TyumGU-Press, 2022. S. 42-43. (in Russian)
4. Konstantinov O.V. Ekonomicheskaya geografiya v SSSR. K 50-y godovshchine Sovetskoy vlasti [Economic geography in the USSR. On the 50th anniversary of Soviet power]// Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva. 1967. № 5. S. 403-409. (in Russian)
5. Saushkin Yu.G. Geograficheskaya nauka v proshlom, nastoyashchem, budushchem [Geographical science in the past, present, and future]. M.: Prosveshchenie. 1980. 269 s. (in Russian)
6. Agafonov N.T., Alaev E.B., Lavrov S.B., Mezhevich M. N., Khorev B.S. O sovremennom sostoyanii i perspektivnykh vozmozhnostyakh ekonomicheskoy i sotsial'noy geografii [About the current state and promising opportunities of economic and social geography]// Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva. 1988. № 5. S. 393-402. (in Russian)
7. Saushkin Yu.G. Istoriya i metodologiya geograficheskoy nauki [History and methodology of geographical science]. Kurs lektsiy. M.: Izd-vo MGU. 1976. 423 s. (in Russian)
8. Lavrov S.B. Integratsionnye tendentsii v geografii [Integration trends in geography]// Sovetskaya geografiya. L.: Nauka. Leningradskoe otделение. 1984. S. 28-41. (in Russian)
9. Chistobaev A.I., Sharygin M.D. Ekonomicheskaya i sotsial'naya geografiya: novyy etap [Economic and social geography: new stage]. L. 1990. 317 s. (in Russian)

10. Isachenko A.G. Istoriya geograficheskoy nauki kak estafeta pokoleniy uchenykh [The history of geographical science as a relay race of generations of scientists]. *Stat'ya I // Izvestiya RGO*. 2012. № 1. S. 3-16. (in Russian)
11. Mashbits Ya.G. Tendentsii razvitiya geograficheskoy mysli [Trends in the development of geographical thought]// *Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya*. 1990. № 4. S. 17-27. (in Russian)
12. Saushkin Yu.G. Ekonomicheskaya geografiya: istoriya, teoriya, metody, praktika [Economic geography: history, theory, methods, practice]. M.: Mysl', 1973. 559 s. (in Russian)
13. Isachenko A.G. Istorizm v geografii i polyarizatsiya osnovnykh napravleniy ee evolyutsii [Historicism in geography and polarization of the main directions of its evolution]// *Izvestiya RGO*. 2011. № 3. S. 2-16. (in Russian)
14. Nikitin N.P. Zarozhdenie ekonomicheskoy geografii v Rossii [The origin of economic geography in Russia]// *Voprosy geografii*. 1950. № 17. S. 50-67. (in Russian)
15. German K. F. Vseobshchaya teoriya statistiki: dlya obuchayushchikh sey nauke [Universal theory of statistics: for teaching this science] / izdannaya ot Glavnogo pravleniya uchilishch. Sankt-Peterburg. 1809. 107 s. (in Russian)
16. Dmitrevskiy Yu.D. Shkola V.E. Dena – estafeta uchenykh [Den's school – the relay race of scientists]// *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*. 1994. № 2. S. 75- 79. (in Russian)
17. Den V.E. Ocherki po ekonomicheskoy geografii [Essays on economic geography]. T. 1. Sel'skoe khozyaystvo. SPb. 1908. 386 s. (in Russian)
18. Konstantinov O.A. Ekonomicheskaya geografiya i regional'naya ekonomika [Economic geography and regional economy]// *Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva*. 1974. № 6. S. 449-456. (in Russian)
19. Chistobaev A.I. V.E. Den – lider nauchnoy shkoly [Den – leader of the scientific school]// *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*. 2002. № 2. S. 47-55. (in Russian)
20. Gladkiy Yu.N., Razumovskiy V.M. Mezhdru ekonomicheskoy geografiei i regional'noy ekonomikoy [Between economic geography and regional economy]// *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*. 2007. T. 139. № 6. S. 1-6. (in Russian)
21. Gettner A. Geografiya, ee istoriya, sushchnost' i metody [Geography, its history, essence and methods], 1930. 416 s. (in Russian)
22. Baranskiy N.N. Chto ponimat' pod vyrazheniem «geograficheskoe myshlenie» [What is meant by the expression "geographical thinking"]// *Geografiya v shkole*. 1938. № 2. S. 122-127. (in Russian)
23. Baranskiy N.N. O metodike lektsiy po rayonnomu kursu ekonomicheskoy geografii SSSR [On the methodology of lectures on the regional course of economic geography of the USSR]// *Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva*. 1941. № 1. S.16-22. (in Russian)
24. Kostinskiy G.D. Ideya prostranstvennosti v geografii [The idea of spatiality in geography]// *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*. 1992. № 6. S.31-40. (in Russian)
25. Isachenko A.G. V poiskakh metodologicheskikh osnov geografii (obzor toчек zreniya) [In search of methodological foundations of geography (review of points of view)]// *Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva*. 1986. Vyp. 5. S.377-386. (in Russian)
26. Smirnyagin L.V. Sud'ba geograficheskogo prostranstva v sotsial'nykh naukakh [The fate of geographical space in social sciences]// *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*. 2016. № 4. S. 7-19. (in Russian)
27. Trofimov A.M., Chistobaev A.I., Sharygin M.D. Obshchegeograficheskie kategorii. I. Territorial'nost' [General geographical categories]// *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*. 1995. № 6. S.1-10. (in Russian)
28. Alaev E.B. Geograficheskoe myshlenie i geoprostranstvennaya paradigma [Geographical thinking and geospatial paradigm]// *Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva*. 1981. № 5. S. 419-422. (in Russian)
29. Reshenie Vtorogo s"ezda Geograficheskogo obshchestva SSSR [The decision of the Second Congress of the Geographical Society of the USSR]// *Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva*. 1955. № 2. S.96-104. (in Russian)
30. Buyanovskiy M.S. K voprosu o metodologicheskikh osnovakh ekonomicheskoy geografii [On the question of methodological foundations of economic geography]// *Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva*. 1954. № 6. S. 526-531. (in Russian)

**РОССИЙСКАЯ (СОВЕТСКАЯ) ОБЩЕСТВЕННАЯ ГЕОГРАФИЯ:  
ВАЖНЕЙШИЕ СТРУКТУРНЫЕ МЕТАМОРФОЗЫ XX – НАЧАЛА XXI ВЕКОВ**

---

31. Gritsay O.V., Kotlyakov V.M., Preobrazhenskiy V.S. Menyayushchiysya mir i evolyutsiya geograficheskoy mysli [The changing world and the evolution of geographical thought]// Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 1994. № 6. S. 5-23. (in Russian)
32. Saushkin Yu.G. Vvedenie v ekonomicheskuyu geografiyu [Introduction to economic geography]. 1958. M.: MGU. 449 s. (in Russian)
33. Probst A.E. Regional'naya ekonomika i ekonomicheskaya geografiya [Regional economy and economic geography]// Teoreticheskie aspekty ekonomicheskoy geografii. L.: GO SSSR. 1975. S. 32-41. (in Russian)
34. Pokshishevskiy V.V. «Economizirovannaya» ekonomicheskaya geografiya ili chto-to sovsem novoe ["Economized" economic geography or something completely new]// Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya. 1975. № 6. S. 18-24. (in Russian)
35. Agranat G.A. Geografiya i ekonomika: svyazi i zavisimosti [Geography and economics: connections and dependencies]// Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya. 1977. № 6. S. 13-24. (in Russian)
36. Agafonov N.T., Alaev E.B., Vorob'ev V.V., Kovalev S.A., Palamarchuk M.M., Khorev B.S. Puti razvitiya sotsial'no-ekonomicheskoy geografii SSSR (po itogam raboty VII S"ezda Geograficheskogo obshchestva SSSR) [Ways of development of socio-economic geography of the USSR (based on the results of the VII Congress of the Geographical Society of the USSR)]// Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva. 1981. № 2. S. 97-104. (in Russian)
37. Treshnikov A.F., Zhekulin V.S., Lavrov S.B. Sovetskaya geografiya: nekotorye itogi i perspektivy [Soviet geography: some results and prospects]// Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva. 1982. № 6. S. 465-474. (in Russian)
38. Konstantinov O.A. Novoe napravlenie geograficheskikh issledovaniy [New direction of geographical research]// Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva. 1979. № 4. S. 293-298. (in Russian)
39. Teoreticheskie problemy regional'noy ekonomiki. Materialy nauchnoy konferentsii [Theoretical problems of regional economy]. M.: SOPS. 1972. 315 s. (in Russian)
40. Animitsa E.G., Sharygin M.D. Sotsial'no-ekonomicheskaya geografiya i regional'naya ekonomika: problemy vzaimootnosheniy [Socio-economic geography and regional economy: problems of mutual relations] //Geograficheskii vestnik. 2013. № 1 (24). S. 4-12. (in Russian)
41. Agranat G.A. Ob izuchenii vliyaniya geograficheskikh usloviy na ekonomicheskie pokazateli proizvodstva [On studying the influence of geographical conditions on economic indicators of production]// Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya. 1969. № 2. S. 60-68. (in Russian)
42. Sharygin M.D. Sovremennye zadachi sotsial'no-ekonomicheskoy geografii [Modern tasks of socio-economic geography]// Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva. 1984. № 2. S. 97-104. (in Russian)
43. Sharygin M.D., Stolbov V.A. Geograficheskoe myshlenie: novye grani proyavleniya [Geographical thinking: new facets of manifestation]// Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva. 1991. № 3. S. 239-246. (in Russian)
44. Isachenko A.G. Geograficheskii determinizm – konstruktivnaya nauchno-mirovozzrencheskaya kontseptsiya [Geographical determinism – a constructive scientific and ideological concept]// Izvestiya RGO. 2006. № 3. S. 3-14. (in Russian)
45. Golubchikov Yu.N., Gorbanev V.A. Sovremennaya geografiya v preodolenii mezhdistsiplinarnykh bar'erov [Modern geography in overcoming interdisciplinary barriers]// Izvestiya RGO. 2016. S.80-89. (in Russian)
46. Lavrov S.B. Geopolitika: vozrozhdenie zapretnogo napravleniya [Geopolitics: the revival of the forbidden direction]// Izvestiya RGO. 1993. № 4. S.36-41 (in Russian).

*Поступила в редакцию 21.12.2022 г.*

УДК 379.85

## ДАЙВИНГ С АКУЛАМИ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ МОРСКОГО ТУРИЗМА

*Сарафанова А. Г.<sup>1</sup>, Сарафанов А. А.<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», Москва, Российская Федерация*

*E-mail: <sup>1</sup>anastasyast@yandex.ru, <sup>2</sup>alexsarafanov@mail.ru*

В последнее время экстремальные виды отдыха завоевывают все большую популярность среди туристов, особое место занимает дайвинг с акулами, так как морское биоразнообразие становится все более дефицитным ресурсом. С момента изобретения подводного плавания с аквалангом в 1942 году дайвинг-туризм превратился из нишевой деятельности в процветающую отрасль, которая заманивает практиков обещанием испытать нетронутые встречи с дикой природой. Исследование проводилось на основе комбинированной методологии, включающей сбор, обработку и анализ информации о развитии дайвинг туризма с акулами на примере биогеографического региона Макаронезия и Мексики. Дайвинг-туризм с акулами очень разнообразен с точки зрения видов, культур и правил. Авторами произведен сбор и систематизация теоретической базы подводного туризма. Цель исследования: изучение тенденций развития экстремальных видов досуга на примере дайвинга с акулами в контексте смены ориентиров, экологизации.

**Ключевые слова:** туризм, дайвинг, акула, Макаронезия, подводное плавание с аквалангом.

### ВВЕДЕНИЕ

Прибрежные среды содержат от 40% до 70% оценочной ценности экосистем нашей планеты [1]. Они экономически важны из-за их высокого туристического потенциала, представляя собой источник дохода для большинства жителей прибрежных сообществ. Однако, как морское биоразнообразие, так и прибрежные экосистемы находятся в опасности из-за растущего человеческого давления. Прибрежная среда принимает около половины мировой человеческой популяции. Например, в то время как рыболовство имеет важное значение для поддержания существования местных сообществ, антропогенная деградация способна нанести урон так, что рыболовство потеряет доход в размере до 10 млрд долларов США во всем мире к 2050 г. [2].

Морской туризм потенциально может способствовать сохранению биоразнообразия и экономическому развитию. Подводное плавание с аквалангом превратилось в глобальную индустрию с оборотом в миллиард долларов.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Центральными элементами системы подводного туризма считаются: морская среда, аквалангисты, индустрия подводного туризма и принимающее сообщество (рис. 1). Морская среда находится в центре дайв туризма, поскольку она является ключевым элементом, на который ориентируются все заинтересованные стороны в системе.

Тем не менее, индустрия подводного туризма также зависит от широкого ряда сопутствующих услуг (такие как маркетинг, средства размещения, транспорт, услуги

## ДАЙВИНГ С АКУЛАМИ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ МОРСКОГО ТУРИЗМА

питания, розничные услуги, медицинские услуги). Рынок подводного плавания неоднороден, он варьируется в зависимости от имеющегося опыта, возраста потребителя, стремления и потребностей.



Рис. 1. Ключевые элементы индустрии подводного туризма [3].

Дайвинг занимает 22 место по числу несчастных случаев в расчете на 10 тысяч человек, занимающихся им. Возможно, самая большая и самая противоречивая проблема, связанная с дайвингом с акулами - проблема с безопасностью в воде. Причиной инцидентов становятся неадекватное поведение дайверов из-за недостаточной или некачественной подготовки, безответственность самого инструктора [4]. Несмотря на то, что ежегодно совершаются миллионы погружений с акулами, во всем мире очень мало случаев, когда люди пострадали от акул во время специальных погружений.

По целям погружения рекреационный дайвинг может быть:

- Рифовый;
- Кельп-дайвинг (от слова «kelp» - гигантская водоросль);
- Сафари, сюда относится погружение с акулами;
- Археологический;
- Спелеологический;
- Глубоководный;
- Ледяной (температура окружающей среды 0°) [5].

Дайвинг с акулами определяется как подводное плавание с аквалангом или снорклинг, основное внимание в котором уделяется наблюдению за акулами в их естественной среде обитания [6]. Существует два вида погружения: в клетке и свободным плаванием.

В последние годы акулы стали играть важную роль во многих дайв направлениях по всему миру, способствуя развитию местной, региональной и национальной экономики в Северной Америке, Центральной и Южной Америке, Европе, Большом Карибском бассейне, Океании, Северной Африке, Среднем Востоке, Азии и Индонезии, Южной и Восточной Африке. В Австралии и Французской Полинезии ныряние с акулами ежегодно приносит выручку в размере 25,5 и 5,4 млн долларов США в год соответственно, в то время как около небольшого архипелага Фернанду-де-Норонья, Бразилия, эта деятельность ежегодно генерирует 2,6 млн долларов США. Во всем мире самая ценная индустрия охоты на акул находится на Багамах, она генерирует годовой доход более 109 млн долларов США [7].

Во Французской Полинезии, Палау, Австралии и Багамских островах отрасль приносит десятки миллионов долларов поступлений в местную и региональную экономику. Кроме того, выгоды переходят к другим отраслям экономики за счет расходов водолазов на гостиницы, транспорт и питание. Ныряние с акулами приносит около 10 000 рабочих мест по всему миру и генерирует налоговые поступления, которые позволяют правительствам улучшить социальное благосостояние сообществ.

Многие из акул, на которых основана эта индустрия туризма, подвержены экстенсивному глобальному промыслу с оценкой вылова не менее 100 млн особей в год [8]. Так как у акул низкие темпы роста и воспроизводства, это привело к снижению популяции многих видов. Сокращение обилия акул представляет угрозу для индустрии охоты на акул и имеет серьезные последствия для местной экономики стран, вовлеченных в эту деятельность. Кроме того, истощение популяций акул также может иметь негативное воздействие на экологическую целостность морских систем, где акулы играют важную регулирующую роль.

В период с 2009 по 2017 годы по крайней мере 13 стран и территорий по всему миру запретили лов акул и/или торговля продуктами из акул в их водах путем реализации заповедников для акул. Например, на Мальдивах неустойчивый промысел акул в начале 1990-х годов привел к уменьшению количества акул на дайв-курортах, что, в свою очередь, вызвало падение туристского спроса и значительные экономические потери для местной индустрии дайв-туризма. В ответ правительство Мальдивских островов объявило общенациональный запрет на любой промысел акул и экспорт продукции и создало заповедник акул в 2010 году [9].

Дайвинг-туризм с акулами очень разнообразен с точки зрения видов, культур и правил. По оценкам, индустрия обслуживает более полумиллиона участников ежегодно. Развит примерно в 85 странах.

Биогеографический регион Макаронезия (Азорские острова, Мадейра, Канарские острова и Кабо-Верде) содержит одни из самых высоких показателей морского биоразнообразия на Северо-Востоке Атлантического океана, благодаря чему встречаются виды из разных географических районов. Он характеризуется

## ДАЙВИНГ С АКУЛАМИ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ МОРСКОГО ТУРИЗМА

---

наличием мигрирующих видов пелагических акул с умеренным или высоким риском исчезновения, например, акула-ангел. Тем не менее, рыболовство в регионе по-прежнему страдает от отсутствия эффективного мониторинга и наблюдения, что затрудняет сдерживание незаконного рыболовства.

Экономический вклад индустрии ловли акул в региональную экономику Азорских островов в 2019 г. оценивался в чуть более 1 млн долларов США. Введение дополнительной платы за охрану окружающей среды за каждое дайв-путешествие, которую должны платить дайв-туристы, может увеличить потенциальный доход более чем на 103 тыс. долларов США в год.

Тем не менее, расширение этой отрасли и превращение ее в крупный источник дохода экономики архипелага потребует одновременного усиления отраслевого регулирования и поддержки со стороны правительства, чтобы защитить бизнес и инвестиции.

Структура экономики Макаронезии ориентирована на услуги, где туризм играет значительную роль, особенно на Мадейре и Канарских островах. Туризм является основным видом экономической деятельности на Канарских островах, примерно 15 млн посетителей в год, что составляет 31% от общей валовой добавленной стоимости и 35% от общей занятости населения. Для Мадейры туризм также является самым важным сектором региональной экономики, на долю которого приходится почти 21% валовой добавленной стоимости и 20% занятости [10].

Азорские острова становятся все более популярным местом для отдыха на природе, ежегодно принимают более 600 000 посетителей. Туристов в основном привлекают ландшафты архипелага и мероприятия, связанные с морем, как парусный спорт, серфинг, наблюдение за китами и дельфинами, подводное плавание с аквалангом и акулами. На Азорских островах дайвинг с акулами проявляется в летний сезон. Экспериментальное погружение с акулами на Азорском архипелаге началось в 2009–2010 гг. с экспедиций вокруг островов Пику и Фаял [11]. На Азорских островах есть единственная специализированная индустрия охоты на акул в Макаронезийском регионе [12], на такие виды пелагических акул, как короткопалые акулы-мако и, в первую очередь, синие акулы.

На Пику стоимость поездки для дайвинга с акулами варьируется в зависимости от опыта дайвера и от дайвинг-клуба от 194 доллара США до 216 долларов США. В то время как в Фаяле стоимость одного погружения колеблется в пределах от 183 долларов США до 188 долларов США [13].

Несмотря на определенные правила ловли акул, установленные Европейским Союзом, запрещающие ловлю и торговлю некоторыми видами акул (например, акулами-молотами или глубоководными акулами), а также полный запрет на вылов акульих плавников с 2003 г. [14], их уловы на Азорских островах до сих пор в значительной степени не регулируются. Во всем мире увеличивается количество охраняемых морских территорий, предназначенных для акул, многие из которых, по видимому, происходят в ключевых местах для ныряния с акулами [15]. Эти меры были предложены в качестве инструментов для защиты и восстановления популяций акул во всем мире.

Среди Канарских островов популярными для дайвинга являются Иерро, Фуэртевентура, Гран-Канария, Лансароте и Тенерифе [16]. Акулы и скаты являются главной достопримечательностью дайвинг-туризма на архипелаге. Пластиножаберные рыбы часто встречаемые, и акула-ангел, в частности, является одним из наиболее частых видов, обнаруженных аквалангистами-любителями на Кабо-Верде. У побережья Кабо-Верде так же можно встретить усатую акулу-няньку, темную акулу, лимонную акулу, гладкую акулу-молот, тигровую акула, Галапагосскую акулу, китовую акулу и песчаную тигровую акулу [17]. Одной из туристических достопримечательностей Кабо-Верде является смотровая площадка лимонных акул в заливе Шарк (Санта-Мария, остров Сал).

На Мадейре наблюдается рост морской деятельности: наблюдение за китами, подводное плавание с аквалангом, серфинг, бодибординг, виндсерфинг, гребля стоя, рекреационная рыбалка, подводная археология и другие виды отдыха.

Согласно Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, основными субъектами лова акул в этих водах являются Испания, Франция, Великобритания и Португалия [18]. Испания - третья в мире страна по ловле акул и одна из крупнейших производителей и экспортеров акульих плавников - в основном на восток и рынки Юго-Восточной Азии. Более того, Испания является основным торговцем акульего мяса в Европе и отвечает за импорт и экспорт большей части акульих плавников [19].

С береговой линией протяженностью 11 122 км и четко выраженными морскими обитателями потенциал Мексики для морского туризма довольно высокий. Характерен высокий уровень эндемизма и биологическое разнообразие, а также различные геоморфологические и гидрографические особенности. Мексиканские места для дайвинга с аквалангом: о. Косумель, курорт Кабо-Сан-Лукас, о. Гуадалупе.

Индустрия подводного плавания в Мексике генерирует валовую выручку в размере 725,16 млн долларов США (2019 г.). Эти цифры представляют собой доходы, непосредственно связанные с платежами за подводное плавание с аквалангом и снорклингом, при этом цифры не учитывают экономическую деятельность прямо или косвенно связанную с подводным туризмом, такую как проживание, питание, развлечения и т. д. [1].

Ярко выраженные тенденции подводного туризма связаны с:

- усложнением используемого оборудования (для определенных задач производят специализированные изделия, например, погружение с буксировщиком);
- практикой погружения в специализированных дайв-центрах (в Москве, например, RuDive, АльфаЦентр, Акванавт, ОпенДайв, Спас-Каменка, Русский дайвинг центр, Альтернатива и другие);
- разработкой методик предоставления услуг для детей и инвалидов (Международная организация для людей с ограниченными возможностями IAHN, Дания; DiveHeart, Иллинойс; клуб «Аква-Глобус», Анапа);
- особенностями погружения в соответствии с различными специализациями (ночное, на течении, с судна, в гроты, глубоководное, на обогащенном воздухе, с акулами и т.д.).

## ДАЙВИНГ С АКУЛАМИ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ МОРСКОГО ТУРИЗМА

---

Экологизацией и формированием спроса на познавательные археологические туры (погружения на затонувшие объекты, цифровая фото- и видеосъемка морских объектов) [20].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глобальная прибрежная среда очень уязвима к деградации из-за антропогенного давления, поскольку в ней находится около половины населения мира в дополнение к богатому морскому и наземному биоразнообразию. Увеличение числа туристов приводит к ухудшению состояния окружающей среды при плохом управлении местами для дайвинга. Любители подводного плавания представляют собой неоднородную категорию, к ней трудно применять экологические нормы, и они, как правило, выбирают подводное плавание на основе других факторов. Деградация прибрежной среды приводит к тому, что морское биоразнообразие становится все более дефицитным ресурсом.

Большая конкурентоспособность в индустрии подводного плавания, бедное законодательство, проблемы управления, плохая дорожная сеть и отсутствие у дайверов понимания морской среды создают проблемы для индустрии подводного плавания. В литературе по подводному плаванию также подчеркивается безответственное поведение аквалангистов и любителей подводного плавания [21]. Эффективность подводного плавания с аквалангом состоит из трех важнейших элементов: охрана окружающей среды, роль операторов подводного плавания и удовлетворение дайверов [22]. Социально-экономические выгоды от индустрии дайвинга с акулами велики, однако они намного ниже, чем те, которые создаются другими отраслями туризма дикой природы, более привлекательными для более широкой аудитории пользователей, таких как наблюдение за китами.

Прямые доходы от индустрии охоты на акул повлияли на сдвиг в социально-экономическом значении акул от продуктов рыболовства до непотребительского ресурса во многих туристических направлениях по всему миру. Кроме того, финансовые выгоды от туризма с участием акул могут способствовать защите акул и/или мест их обитания посредством стратегии сохранения и управления. Охраняемые морские районы являются широко используемым инструментом защиты биоразнообразия и все чаще пропагандируются как стратегия защиты или восстановления популяций акул по всему миру.

### Список литературы

1. Arcos-Aguilar R., Favoretto F., Kumagai J.A., Jim'enez-Esquivel V., Martínez-Cruz A.L., Aburto-Oropeza O. Diving tourism in Mexico – Economic and conservation importance // *Marine Policy*. 2021. Vol. 126. DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104410.
2. Lam V.W.Y., Cheung W.W.L., Reygondeau G., Rashid Sumaila U. Projected change in global fisheries revenues under climate change // *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. DOI: 10.1038/srep32607.
3. Dimmock K., Musa G. Scuba Diving Tourism System: A framework for collaborative management and sustainability // *Marine Policy*. 2015. Vol. 54. Pp. 52–58. DOI: 10.1016/j.marpol.2014.12.008.
4. Кицис В.М., Карпов Д.В. Проблемы развития дайвинг-туризма в России // *География и туризм*. 2020. №2. С. 112–115.

5. Насташенко В.А. Рекреационный дайвинг, как вид активного туризма // Наука-2020. 2020. №4 (40). С. 149–156.
6. Zimmerhackel J.S., Kragt M.E., Rogers A.A., Ali K., Meekan M.G. Evidence of increased economic benefits from shark-diving tourism in the Maldives // *Marine Policy*. 2019. Vol. 100. DOI: 10.1016/j.marpol.2018.11.004.
7. Vianna G.M.S., Meekan M.G., Rogers A.A., Kragt M.E., Alin J.M., Zimmerhackel J.S. Shark-diving tourism as a financing mechanism for shark conservation strategies in Malaysia // *Marine Policy*. 2018. Vol. 94. DOI: 10.1016/j.marpol.2018.05.008.
8. Worm B., Davis B., Kettener L., Ward-Paige C.A., Chapman D., et al. Global catches, exploitation rates, and rebuilding options for sharks // *Marine Policy*. 2013. Vol. 40. Pp. 194–204. DOI: 10.1016/j.marpol.2012.12.034.
9. National Plan of Action for the Conservation and Management of Sharks in the Maldives. 2015 // Ministry of Fisheries and Agriculture [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mrc.gov.mv/assets/Uploads/Sharks-Plan-Maldives.pdf> - (Дата обращения: 03.01.2023).
10. Realising the potential of the Outermost Regions for sustainable blue growth. Final report. 2017 // European Commission [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/ea0417815enn.en1\\_0.pdf](https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/ea0417815enn.en1_0.pdf) (дата обращения: 13.01.2023).
11. Ressurreição A., Giacomello E. Quantifying the direct use value of Condor seamount // *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2013. Vol. 98. Pp. 209–217. DOI: 10.1016/j.dsr2.2013.08.005.
12. Gonzales-Mantilla P.G., Gallagher A.J., Leon C.J., Vianna G.M.S. Challenges and conservation potential of shark-diving tourism in the Macaronesian archipelagos // *Marine Policy*. 2021. Vol. 131. DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104632.
13. Gonzales-Mantilla P.G., Gallagher A.J., Leon C.J., Vianna G.M.S. Economic impact and conservation potential of shark-diving tourism in the Azores Islands // *Marine Policy*. 2022. Vol. 135. DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104869.
14. Torres P., da Cunha R.T., dos Santos Rodrigues A. The elasmobranch fisheries of the Azores // *Marine Policy*. 2016. Vol. 73. Pp. 108–118. DOI: 10.1016/j.marpol.2016.07.027.
15. Gallagher J., Amon D., Bervoets T., Shipley O.N., Hammerschlag N., Sims D.W. The Caribbean needs big marine protected areas // *Science*. 2020. Vol. 367 (6479). Pp. 749.
16. Meyers E.K., Tuya F., Barker J., Jimenez Alvarado D., Castro-Hernandez J.J., Haroun R., Rodder D. Population structure, distribution and habitat use of the Critically Endangered Angelshark, *Squatina squatina*, in the Canary Islands // *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*. 2017. Vol. 27 (6). Pp. 1133–1144. DOI: 10.1002/aqc.2769.
17. Wirtz P., Brito A., Falcon J.M., Freitas R., Fricke R., Monteiro V., Reiner F., Tariche O. The coastal fishes of the Cape Verde Islands – new records and an annotated check-list (Pisces) // *Spixiana*. 2013. Vol. 36 (1). Pp. 113–142.
18. Gibson C., Valenti S.V., Fowler S.L., Fordham S.V. The conservation status of Northeast Atlantic chondrichthyans // Report of the IUCN Shark Specialist Group Northeast Atlantic Regional List Workshop, 2006 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.sharkadvocates.org/conservation\\_status\\_northeast\\_atlantic\\_chondrichthyans\\_summary.pdf](https://www.sharkadvocates.org/conservation_status_northeast_atlantic_chondrichthyans_summary.pdf) (дата обращения: 08.01.2023).
19. Lehr H. Traceability study in shark products // Report prepared for the CITES Secretariat. 2015 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cites.org/sites/default/files/eng/prog/shark/docs/BodyofInf11.pdf> (дата обращения: 28.12.2022).
20. Фазлуллин С.М. Подводный туризм в России как часть международного дайвинга // *Современные проблемы сервиса и туризма*. 2021. Т. 15. № 2. С. 81–92. DOI: 10.24412/1995-0411-2021-2-81-92.
21. Dimopoulos D., Queiros D., van Zyl C. Sinking deeper: The most significant risks impacting the dive tourism industry in the East African Marine Ecoregion // *Ocean & Coastal Management*. 2019. Vol. 181. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2019.104897.
22. Gerungan A., Chia K.W. Scuba diving operators' perspective of scuba diving tourism business in Nusa Penida, Indonesia // *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*. 2020. Vol. 31. DOI: 10.1016/j.jort.2020.100328.

**DIVING WITH SHARKS AS A DIRECTION OF DIVERSIFICATION OF  
MARINE TOURISM**

*Sarafanova A. G.<sup>1</sup>, Sarafanov A. A.<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation  
E-mail: <sup>1</sup>anastasyast@yandex.ru, <sup>2</sup>alexсарafanov@mail.ru*

Recently, extreme recreational activities are gaining more and more popularity among tourists, diving with sharks occupies a special place, as marine biodiversity is becoming an increasingly scarce resource. The marine environment is at the center of dive tourism as it is the key element that all stakeholders in the system are guided by. Shark diving tourism is very diverse in terms of species, cultures and regulations. The purpose of the study: to study the trends in the development of extreme leisure activities on the example of diving with sharks in the context of changing landmarks, ecologization. Since the invention of scuba diving in 1942, diving tourism has evolved from a niche activity to a thriving industry that lures practitioners with the promise of experiencing pristine wildlife encounters. The study was conducted on the basis of a combined methodology, including the collection, processing and analysis of information on the development of diving tourism with sharks on the example of the biogeographic region of Macaronesia and Mexico. The biogeographic region of Macaronesia (Azores, Madeira, Canary Islands and Cape Verde) contains some of the highest marine biodiversity in the Northeast Atlantic Ocean, with species from different geographic areas occurring. It is particularly characterized by the presence of migratory species of pelagic sharks with a moderate to high risk of extinction. Experimental diving with sharks in the Azores began in 2009-2010. from expeditions around the islands of Pico and Faial. The economic contribution of the shark fishing industry to the regional economy of the Azores in 2019 was estimated at just over US\$1 million. Among the Canary Islands, Hierro, Fuerteventura, Gran Canaria, Lanzarote and Tenerife are popular for diving. Madeira has seen a steady increase in marine activities: whale watching, scuba diving, surfing, bodyboarding, windsurfing, stand-up rowing, recreational fishing, underwater archeology and other recreational activities. Mexico is characterized by a high level of endemism and biological diversity, as well as various geomorphological and hydrographic features. Mexican Scuba Diving Sites: Fr. Cozumel, resort of Cabo San Lucas, Fr. Guadalupe. The decline in shark abundance poses a threat to the shark hunting industry and has serious consequences for the local economies of the countries involved in this activity, special reserves for sharks are being created. These measures have been proposed as tools to protect and restore shark populations around the world. Greater competitiveness in the diving industry, poor legislation, governance problems, poor road networks and divers' lack of understanding of the marine environment create sustainability issues for the diving industry.

**Keywords:** tourism, diving, shark, Macaronesia, scuba diving.

## References

1. Arcos-Aguilar R., Favoretto F., Kumagai J.A., Jim'enez-Esquivel V., Martínez-Cruz A.L., Aburto-Oropeza O. Diving tourism in Mexico – Economic and conservation importance. *Marine Policy*. 2021, vol. 126, DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104410.
2. Lam V.W.Y., Cheung W.W.L., Reygondeau G., Rashid Sumaila U. Projected change in global fisheries revenues under climate change. *Scientific Reports*. 2016, vol. 6, DOI: 10.1038/srep32607.
3. Dimmock K., Musa G. Scuba Diving Tourism System: A framework for collaborative management and sustainability. *Marine Policy*. 2015, vol. 54, pp. 52–58, DOI: 10.1016/j.marpol.2014.12.008.
4. Kitsis V.M., Karpov D.V. Problemy razvitiya dayving-turizma v Rossii (Problems of development of diving tourism in Russia). *Geografiya i turizm*. 2020, №2, pp. 112–115 (in Russian).
5. Nastashenko V.A. Rekreatsiyonnyy dayving, kak vid aktivnogo turizma (Recreational diving as a type of active tourism). *Nauka-2020*. 2020, №4 (40), pp. 149–156 (in Russian).
6. Zimmerhackel J.S., Kragt M.E., Rogers A.A., Ali K., Meekan M.G. Evidence of increased economic benefits from shark-diving tourism in the Maldives. *Marine Policy*. 2019, vol. 100, DOI: 10.1016/j.marpol.2018.11.004.
7. Vianna G.M.S., Meekan M.G., Rogers A.A., Kragt M.E., Alin J.M., Zimmerhackel J.S. Shark-diving tourism as a financing mechanism for shark conservation strategies in Malaysia. *Marine Policy*. 2018, vol. 94, DOI: 10.1016/j.marpol.2018.05.008.
8. Worm B., Davis B., Kettner L., Ward-Paige C.A., Chapman D., et al. Global catches, exploitation rates, and rebuilding options for sharks. *Marine Policy*. 2013, vol. 40, pp. 194–204, DOI: 10.1016/j.marpol.2012.12.034.
9. National Plan of Action for the Conservation and Management of Sharks in the Maldives. 2015 // Ministry of Fisheries and Agriculture. URL: <http://mrc.gov.mv/assets/Uploads/Sharks-Plan-Maldives.pdf> (accessed on 03.01.2023).
10. Realising the potential of the Outermost Regions for sustainable blue growth. Final report. 2017 // European Commission. URL: [https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/ea0417815enn.en1\\_\\_0.pdf](https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/sites/default/files/ea0417815enn.en1__0.pdf) (accessed on 13.01.2023).
11. Ressurreiçao A., Giacomello E. Quantifying the direct use value of Condor seamount. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2013, vol. 98, pp. 209–217, DOI: 10.1016/j.dsr2.2013.08.005.
12. Gonzales-Mantilla P.G., Gallagher A.J., Leon C.J., Vianna G.M.S. Challenges and conservation potential of shark-diving tourism in the Macaronesian archipelagos. *Marine Policy*. 2021, vol. 131, DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104632.
13. Gonzales-Mantilla P.G., Gallagher A.J., Leon C.J., Vianna G.M.S. Economic impact and conservation potential of shark-diving tourism in the Azores Islands. *Marine Policy*. 2022, vol. 135, DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104869.
14. Torres P., da Cunha R.T., dos Santos Rodrigues A. The elasmobranch fisheries of the Azores. *Marine Policy*. 2016, vol. 73, pp. 108–118, DOI: 10.1016/j.marpol.2016.07.027.
15. Gallagher J., Amon D., Bervoets T., Shipley O.N., Hammerschlag N., Sims D.W. The Caribbean needs big marine protected areas. *Science*. 2020, vol. 367 (6479), pp. 749.
16. Meyers E.K., Tuya F., Barker J., Jimenez Alvarado D., Castro-Hernandez J.J., Haroun R., Rodder D. Population structure, distribution and habitat use of the Critically Endangered Angelshark, *Squatina squatina*, in the Canary Islands. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*. 2017, vol. 27 (6), pp. 1133–1144, DOI: 10.1002/aqc.2769.
17. Wirtz P., Brito A., Falcon J.M., Freitas R., Fricke R., Monteiro V., Reiner F., Tariche O. The coastal fishes of the Cape Verde Islands – new records and an annotated check-list (Pisces). *Spixiana*. 2013, vol. 36 (1), pp. 113–142.
18. Gibson C., Valenti S.V., Fowler S.L., Fordham S.V. The conservation status of Northeast Atlantic chondrichthyans // Report of the IUCN Shark Specialist Group Northeast Atlantic Regional List Workshop, 2006. URL: [https://www.sharkadvocates.org/conservation\\_status\\_northeast\\_atlantic\\_chondrichthyans\\_summary.pdf](https://www.sharkadvocates.org/conservation_status_northeast_atlantic_chondrichthyans_summary.pdf) (accessed on 08.01.2023).
19. Lehr H. Traceability study in shark products // Report prepared for the CITES Secretariat. 2015. URL: <https://cites.org/sites/default/files/eng/prog/shark/docs/BodyofInf11.pdf> (accessed on 28.12.2022).

ДАЙВИНГ С АКУЛАМИ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ  
МОРСКОГО ТУРИЗМА

---

20. Fazlullin S.M. Podvodnyy turizm v Rossii kak chast' mezhdunarodnogo dayvinga (Underwater tourism in Russia as part of international diving). *Sovremennye problemy servisa i turizma*. 2021, vol. 15. № 2, pp. 81–92, DOI: 10.24412/1995-0411-2021-2-81-92.
21. Dimopoulos D., Queiros D., van Zyl C. Sinking deeper: The most significant risks impacting the dive tourism industry in the East African Marine Ecoregion. *Ocean & Coastal Management*. 2019, vol. 181, DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2019.104897.
22. Gerungan A., Chia K.W. Scuba diving operators' perspective of scuba diving tourism business in Nusa Penida, Indonesia. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*. 2020, vol. 31, DOI: 10.1016/j.jort.2020.100328.

*Поступила в редакцию 21.01.2023 г.*

УДК 911; 528.9; 004.9

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО- ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

*Требушкова И. Е.<sup>1</sup>, Маковнева А. С.<sup>2</sup>, Полякова Н. О.<sup>3</sup>*

*<sup>1,2,3</sup>ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», Курск, Российская Федерация  
E-mail: <sup>1</sup>irinatrebushkova@ya.ru, <sup>2</sup>a\_makovneva23@mail.ru, <sup>3</sup>natashapolyak@yandex.ru*

В статье произведен анализ и оценка дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с помощью ГИС-технологий, позволяющие выявить причины возникновения ДТП, а также определить очаги концентрации автомобильных аварий на территории Курской области. Авторами собрана и проанализирована информация статистических баз данных, официальной статистики Министерства внутренних дел Российской Федерации, открытых статистических данных, опубликованных на сайте ГИБДД, федеральные и региональные целевые программы развития транспортных систем, материалы федеральных и региональных органов власти, управлений, ведомств и других специализированных источников. Геоинформационный анализ позволил визуализировать наиболее опасные участки дорог общего пользования, участки улично-дорожной сети с точки зрения возникновения дорожно-транспортных происшествий и аварийности. Полученные результаты могут быть использованы в работах по дальнейшему проведению исследований в области пространственного распространения дорожно-транспортных происшествий в г. Курске и Курской области.

**Ключевые слова:** ГИС–технологии, пространственно-временной анализ, дорожно-транспортные происшествия, картографирование, Курск, Курская область.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время дорожно-транспортный травматизм в России, как и во всем мире, является основной причиной потерь здоровья населения. Так если 5% населения умирает естественной смертью, то 1% от дорожно-транспортных происшествий [1].

Стебловский А.С. в своем исследовании отмечает, что «... более 1/4 погибших в результате ДТП в России составляет трудоспособное молодое и здоровое население в возрасте 26–40 лет, а также наиболее активная часть общества в социальном, экономическом и репродуктивном контексте» [2, с. 12].

По данным статистики от несчастных случаев на дороге по разным странам мира Российская Федерация в 2020 году из 175 стран занимала 72 место [3].

В результате дорожно-транспортных происшествий ежегодно в Российской Федерации погибают и получают ранения различной тяжести более 200 тыс. человек. Крайне редко ДТП могут быть объяснены одной причиной, чаще всего они являются результатом воздействия целого ряда факторов: вождение в нетрезвом состоянии, плохое техническое состояние автомобиля, погодные условия, несоблюдение дистанции, превышение скорости, некачественное дорожное покрытие и т. д.

Согласно статистике Министерства внутренних дел РФ в 2020 году на улицах и дорогах России произошло более 145 тыс. (-11,7% по отношению к 2019 году) дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими (каждая девятая авария – со смертельным исходом). За 2020 год на дорогах страны погибло свыше 16 тыс. человек

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

(-4,9%) и получили травмы различной тяжести более 183 тыс. человек (-13,2%). По вине пьяных водителей произошла каждая седьмая авария, в которых погибли 4515 человек – это почти четверть всех смертей на дорогах [1].

По данным Росстата основной причиной возникновения ДТП является нарушение правил дорожного движения водителями – 136,3 тыс., из них в 54,4 тыс. случаях виной всему послужило неудовлетворительное состояние улиц и дорог. Различные источники указывают на то, что некачественное состояние дорожного покрытия является причиной каждого пятого происшествия [4].

Для снижения аварийности на дорогах в области безопасности дорожного движения МВД России активно развивается и внедряется новая геоинформационная система (ГИС) для Центра специального назначения (ЦНС). ЦНС решает задачи формирования единых показателей в сфере обеспечения безопасности дорожного движения, мониторинга аварийности и деятельности подразделений Госавтоинспекции, выполняет аналитические функции (например, анализ мест концентрации ДТП, выявление наиболее проблемных направлений аварийности и др.), а также обеспечивает информационную поддержку региональных подразделений Госавтоинспекции.

Технологии представления пространственной информации постоянно развиваются, и одной из сфер применения ГИС является анализ дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Основные показатели состояния безопасности дорожного движения в Российской Федерации на сегодняшний день в несколько раз превышают аналогичные показатели других стран.

На основе данных в автоматическом режиме создаются тематические карты, на которых отображается количество ДТП различных видов, число погибших и раненых, административные правонарушения и нарушения ПДД, а также динамика изменения многочисленных показателей. Тематические карты используются для оперативной оценки и выявления закономерностей в пространственном распределении происшествий и нарушений, а также и для анализа динамики изменения показателей по сравнению с предыдущими отчетными периодами [5].

В настоящее время в РФ активно реализуется еще один проект — «Карта ДТП» по визуализации официальных данных ГИБДД, где на карту местности, в соответствующих точках по мере регистрации наносят условными обозначениями каждое дорожное происшествие, что позволяет выявлять очаги ДТП [6].

До настоящего времени целенаправленных и детальных исследований дорожно-транспортных происшествий с помощью ГИС технологий в Курской области не проводилось, поэтому данная социально-значимая проблема слабо разработана и представлена.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Картографический метод исследования с использованием ГИС-технологий был выбран в качестве основного метода, поскольку является самым достоверным и эффективным инструментом в области сбора данных и визуализации дорожно-транспортных происшествий в исследуемом регионе.

Исходными данными послужили статистические базы данных, данные официальной статистики МВД Российской Федерации, открытые статистические данные, содержащие сведения о месте ДТП, дате, времени, погодных условиях, видах происшествий, количестве пострадавших и погибших участников дорожного движения.

Программой основой анализа послужил пакет ГИС QGIS 3.22 «Białowieża», обладающий необходимой функциональностью для редактирования, конвертирования базы данных и обработки пространственной информации.

## **ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА**

Геоинформационный анализ дорожных происшествий является важной частью работы по организации и обеспечению безопасности дорожного движения. Основная задача заключается в том, что на основе анализа данных о дорожной аварийности ведется изучение причин возникновения ДТП, прогноза аварийности, улучшение организации дорожного движения и обоснование комплекса мер по совершенствованию дорожных условий и т.д.

Каждое ДТП одновременно обусловлено несколькими действующими факторами. Для более полного изучения причин возникновения ДТП, а также для выработки предложений по устранению этих причин, целесообразно воспользоваться средствами пространственного анализа, которые предоставляли бы не только информацию о точном местоположении ДТП в пространстве [7].

В качестве объекта исследования авторами была выбрана Курская область, располагающаяся на границе государства и имеющая важное геополитическое и экономическое значение для России.

Регион расположен на пересечении важнейших торгово-экономических путей, которые связывают центральную часть России с Поволжьем, а также автомагистрали и авиалинии, идущие из Москвы в Крым, на Кавказ и другие районы России [8].

Коварда В.В. и Безуглая Е.В. отмечают, что «развитие транспортной инфраструктуры является не только желаемым, но и необходимым условием долгосрочного устойчивого развития» [9].

Кравченко А.А. указывает на «усиление экономической активности населения, ежегодный рост автомобилизации, увеличение протяженности улично-дорожной сети, соответствующей нормативам, увеличивает и спрос на перевозки, тем самым увеличивая интенсивность движения, что на прямую способствует возникновению ряда транспортных проблем, в том числе одной из самых значимых – дорожно-транспортных происшествий (ДТП)» [10].

В 2020 г. в Курском регионе зарегистрировано более 404 тыс. единиц автотранспорта (из них: легковых автомобилей – 369 тыс., грузовых автомобилей – 294 тыс., автобусов – 5,3 тыс.) [11].

По данным Госавтоинспекции по Курской области в регионе количество ДТП уменьшилось на 9,5% (с 1652 до 1495), число погибших в авариях людей снизилось на 13% (с 192 до 167), число получивших ранения также сократилось на 10,9% (с 2137 до 1903), тяжесть последствий снизилась с 8,2% до 8,1% [12].

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В пяти регионах РФ, в том числе и Курской, наблюдается снижение числа дорожно-транспортных происшествий. Снижение показателей ДТП объясняется не только введенными ограничениями и общим замедлением дорожного трафика, а также результатом комплекса мер, реализованных на территории Курской области в рамках повышения безопасности дорожного движения в 2019 году.

С учетом анализа статистических данных, и исходя из рисков чрезвычайных ситуаций, на трассах федерального значения отмечается наибольшая вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий (рис. 1):

– трасса М–2 (Фатежский (участки 500–546 км), Курский (участки 457–500 км), Обоянский (участки 574–603 км) районы), транспортный трафик составляет 9820 машин за сутки;

– трасса А–142 «Гросна–Калиновка» (Железнодорожный (участки 17–51 км), Дмитриевский (участок 51–98 км) за сутки проходит 4407 машин;

– трасса А–144 «Курск–Борисоглебск» Курский (участок 42–48 км), Тимский (участки 8–38 км), Щигровский (участки 73–94 км), Советский (участки 95–108 км) районы (600 машин за сутки), обусловленных нарушением скоростного режима, технической неисправностью, нарушением эксплуатации транспортных средств, погодными явлениями [13].

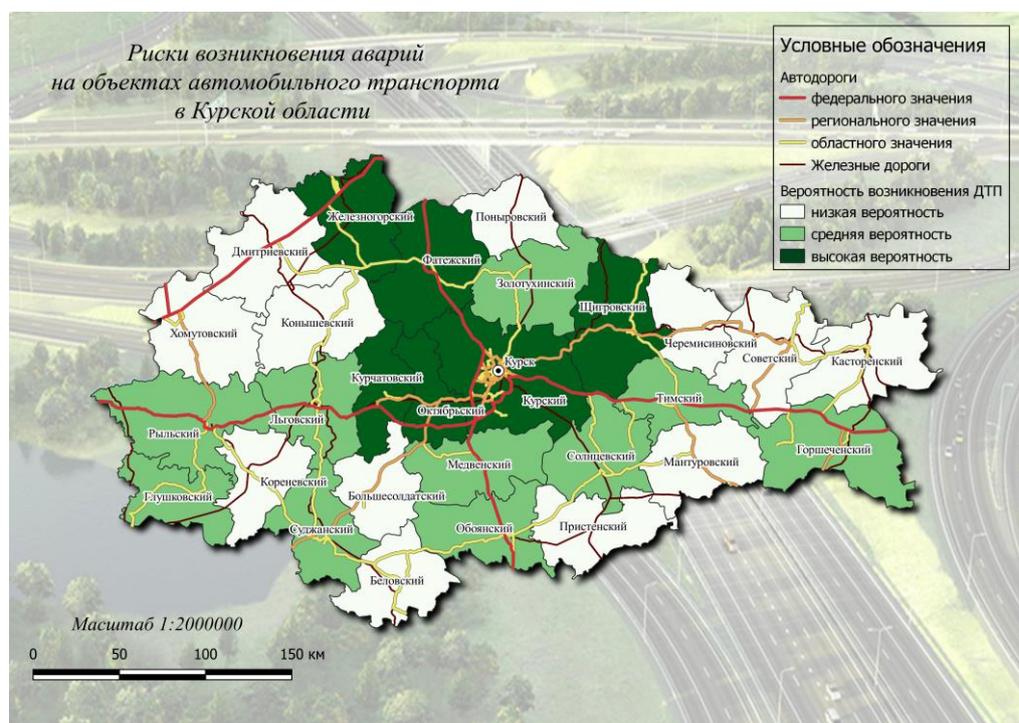


Рис. 1. Риски возникновения аварий на объектах автомобильного транспорта в Курской области

Составлено авторами по [12, 13].

Анализ рис. 1 показывает, что наибольшую вероятность аварий можно проследить: в Курском, Октябрьском, Курчатовском, Фатежском, Железнодорожном и Щигровском районах. Наименьшая вероятность аварий на объектах дорожного транспорта наблюдается в Хомутовском, Дмитриевском, Кореневском, Коньшевском, Беловском, Большесолдатском, Поньровском, Пристенском, Мантуровском, Черемисиновском, Советском, Касторенском районах. Это связано с разницей в транспортном потоке, качестве дорожного покрытия, наличии или отсутствии опасных участков дороги.

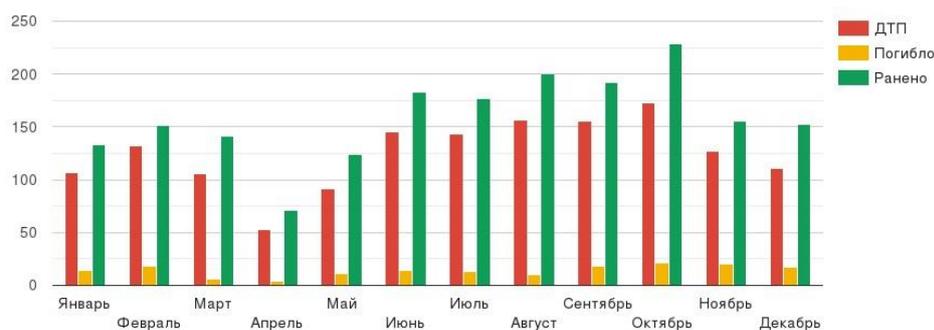


Рис. 2. Дорожно-транспортная аварийность в Курской области за январь–декабрь 2020 года.

Составлено авторами по [1].

В 2020 году существенное влияние на дорожно-транспортные происшествия оказало распространение новой коронавирусной инфекции COVID-19. Установленные в соответствии с указами Президента Российской Федерации в апреле и мае нерабочие дни, а также особый порядок передвижения людей и транспортных средств в этот период привели к значительному сокращению вовлечения в дорожное движение населения, вследствие чего наблюдаем снижение основных показателей аварийности (рис. 2). На этот период пришлось наибольшее число ежедневных заражений, а также возобновление ранее действующих ограничений и дополнение их новыми мерами, что способствовало снижению передвижения населения, как на автомобильном транспорте, так и в качестве пешеходов [1]. Высокие показатели аварийности отмечены с августа по октябрь. Снижение основных показателей отмечено в ноябре и декабре 2020 года (рис. 2).

По мнению Мартынюка С. Н. основными причинами аварий на автомобильном транспорте в течение года в первую очередь являются: недисциплинированность водителей и пешеходов, вождение в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, недостаточная квалификация водителя, грубые нарушения ПДД, плохое состояние автомобильных дорог, неудовлетворительное состояние улиц и дорог, неудовлетворительное техническое состояние транспортного средства [14].

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

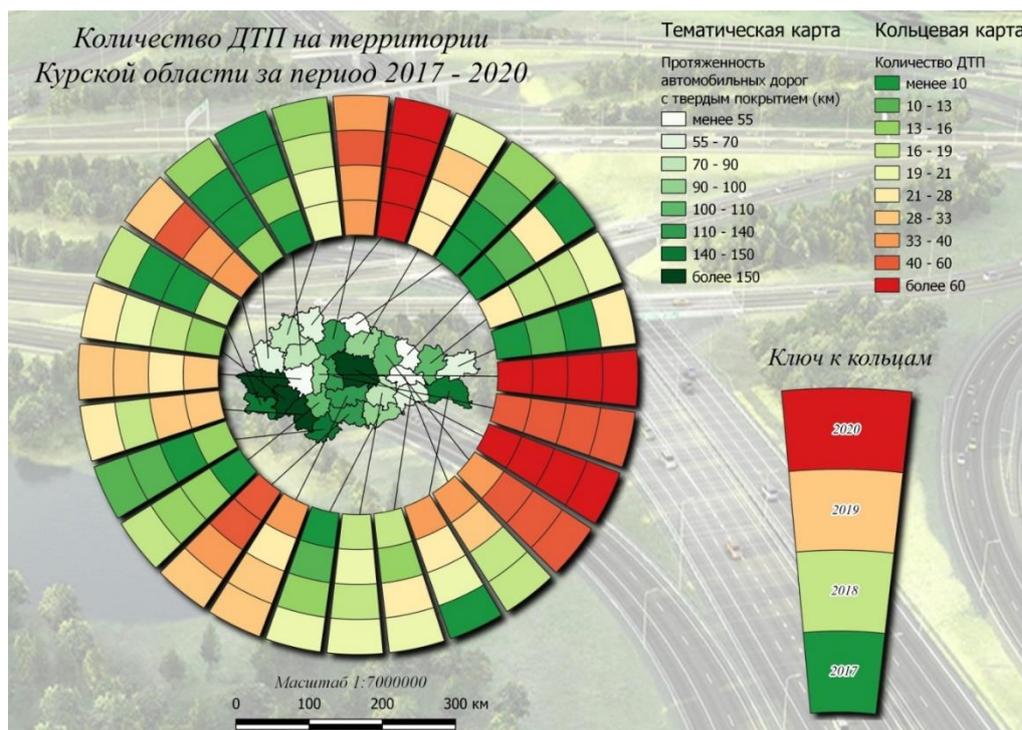


Рис. 3. Динамика дорожно-транспортных происшествий в Курской области за период 2017–2020 гг.

Составлено авторами по [11, 12].

Из рисунка 3 видно, что за период с 2017 года по 2020 год аварийность на дорогах сохраняется достаточно высокая в Курском, Октябрьском, Курчатовском, Фатежском, Железнодорожном и Щигровском районах. За период 2020 года во многих районах области ситуация значительно улучшилась. Заметно снизилось количество ДТП в таких районах, как Коньшевском, Суджанский, Большесолдатский, Обоянский, Горшеченский, Черемисиновском, Тимский. Стабильно тяжелой обстановка осталась в следующих районах области: Курском, Октябрьском, Щигровском, Курчатовском, Железнодорожном. Наиболее опасными с точки зрения дорожно-транспортных происшествий являются дороги федерального и регионального значения.

Анализируя аварийность, следует отметить, что уровень дорожно-транспортного травматизма в области остаётся высоким и требует принятия дополнительных мер во всех направлениях: дорожное строительство, поддержание надлежащего содержания дорог, обучение кандидатов в водители и усиление пропаганды безопасности дорожного движения [10].

В настоящее время территория города Курска составляет 19,1 тыс. га, площадь – 208 км<sup>2</sup>, население – около 453 тыс. человек [11]. В административном отношении Курск делится на 3 округа (Центральный, Сеймский, Железнодорожный).

Согласно статистике общая протяженность автомобильных дорог города Курска по состоянию на 2020 г. составила 715,9 км: из них с твердым покрытием составляет 622 км, с усовершенствованным покрытием – 595,3 км [11]. В черте города находится 29 железнодорожных переездов, принадлежащих разным ведомствам.

В г. Курске по данным ГИБДД насчитывается свыше 152 тыс. автомобилей: это приходится более 350 автомобилей на 1000 жителей, при этом улично-дорожная сеть областного центра рассчитана на 200–250 автомобилей.

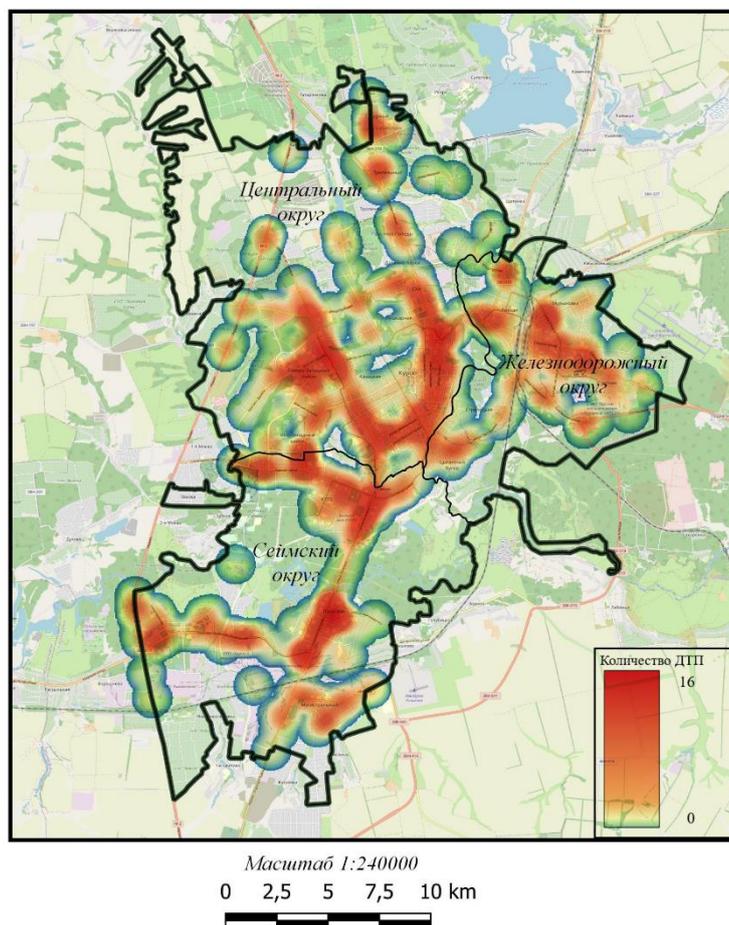


Рис. 4. Распределение плотности общего количества дорожно-транспортных происшествий в г. Курске за 2020 год.

Составлено авторами по [3].

Проанализируем аварийность на дорогах и регистрацию ДТП г. Курска. На долю г. Курска приходится 38,7% всех ДТП, произошедших на территории Курской области: 14,2 % погибших и 36,2 % травмированных людей. В 2020 году на территории города Курска зарегистрировано 466 ДТП, в результате которых погибло 20 человек и было ранено 584 человека. Наиболее опасными участками в г. Курске

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

являются: перекресток ул. Ленина – ул. Марата; перекресток ул. Ленина – ул. Садовая; площадь Перекальского; Московская площадь; перекресток ул. К. Маркса – ул. Ямская; пр-т Дружбы; проспект Энтузиастов; проспект Н. Плевацкой, пр-т В. Клыкова; перекресток ул. К. Маркса – ул. Кавказская; перекресток ул. 50 лет Октября – ул. Запольная; ул. Студенческая; ул. Сумская; ул. Энгельса, «Соловьиная Роща»; пр-т Кулакова, ост. «Черняховского»; Льговский поворот; перекресток ул. Дубровинского – ул. Интернациональная и др. [15] (рис. 4).

Высокий уровень аварийности зафиксирован в Центральном районе города, где максимальное количество аварий наблюдается на участках пересечения дорог с интенсивным автомобильным трафиком и на сложных перекрестках возле торговых центров (ТЦ) и т.д. (рис. 5).

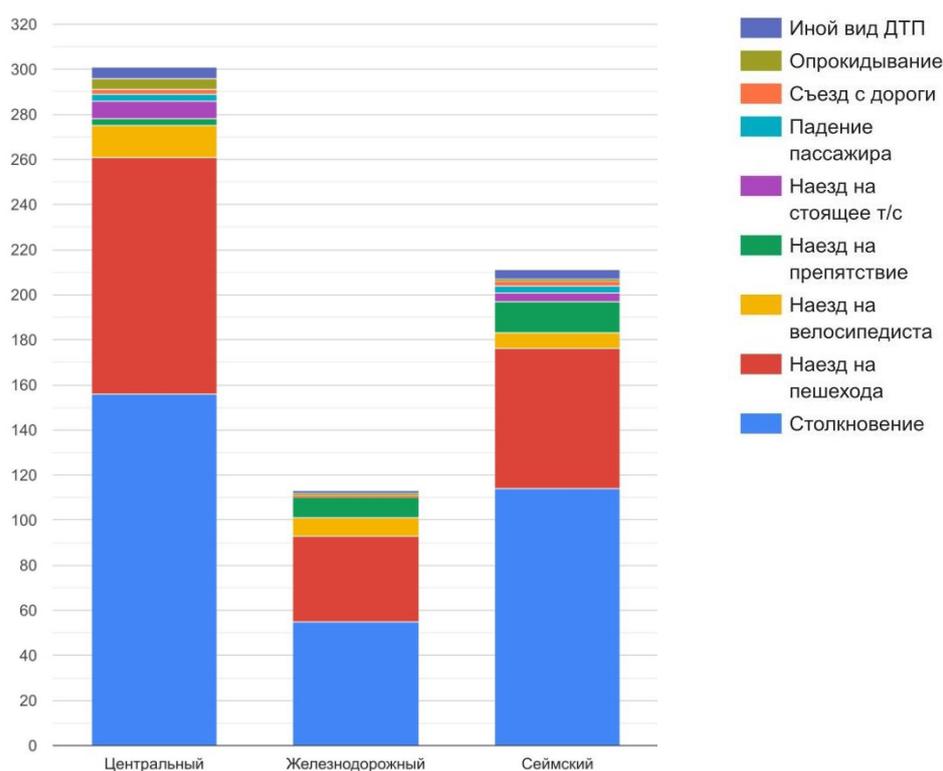


Рис. 5. Количество аварий по видам дорожно-транспортных происшествий в округах г. Курска в 2020 году.

Составлено авторами по [16].

Основными причинами происшествий, как правило, являются, несоблюдение правил дорожного движения в частности, несоблюдение знаков приоритета на перекрестке, несоблюдение дистанции между транспортными средствами, нарушение правил на пешеходных переходах, отвлечения от управления транспортным средством и др. (рис. 6).

В последнее время можно выделить и внутренние факторы, влияющие на аварийность: отвлечение на гаджеты, громкая музыка в салоне, незакрепленные вещи в салоне, отвлечение на пассажира и др. Несмотря на снижение дорожно-транспортных происшествий в течение последних пяти лет аварийная обстановка в г. Курске складывается крайне напряжённая.

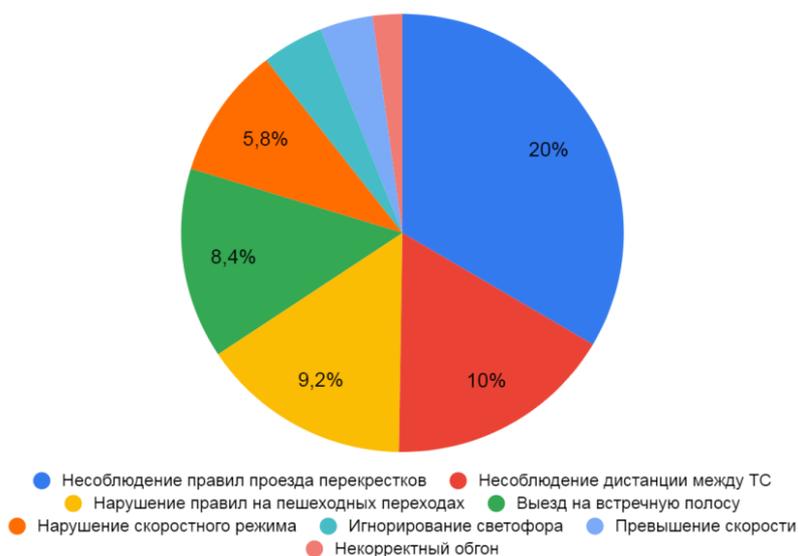


Рис. 6. Основные причины дорожно-транспортных происшествий в Курской области.

Составлено авторами по [16].

Распределение аварий по дням недели в 2020 году соответствовало тенденции последних лет. Большинство ДТП приходится на выходные дни в воскресенье (531 ДТП) и субботу (527 ДТП), так как в субботу и воскресенье у большинства россиян – выходные дни, а это подразумевает большее количество встреч, людей в состоянии алкогольного опьянения, выезд за город и т.д. [17]. Наибольшее число погибших в регионе приходилось – в среду – четверг: в среду (68 ДТП) и четверг (67 ДТП). Наряду с общим снижением количества ДТП во все дни недели, число погибших в пятницу увеличилось на 3,9% относительно 2019 г. [6].

Суточное распределение дорожно-транспортных происшествий в г. Курске (рис. 7) подчинено графику человеческой деятельности и суточных миграций в городе.

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ



Рис. 7. Динамика аварийности в Курской области за период с 2015 по 2020 гг. [6]

Время наименьшего риска возникновения дорожно-транспортных происшествий приходится на отрезок времени с 00:00 до 07:00 (меньше всего аварий отмечено в 05:00). Этот диапазон соответствует наименьшей физической и социальной активности людей. С 07:00 до 09:00 наблюдается резкий всплеск числа ДТП, совпадающий с массовым передвижением людей к месту работы.

К 10:00 наблюдается некоторое снижение, после чего кривая постепенно растет и достигает до своего максимума в 13:00. До 15:00–16:00 наступает незначительное снижение количества ДТП с последующим локальным максимумом в 18:00–19:00.

Самым аварийно-опасным временем суток можно считать период с 17:00 до 20:00. Главной причиной повышенной аварийности на дорогах является человеческий фактор: усталость, расслабленность и ухудшение видимости на дорогах.

Таким образом, наибольшее количество ДТП случается в светлое время суток и составляет 65,3%, а на темное время суток с включенным освещением приходится – 28,3% ДТП. В ясную погоду ДТП регистрируется в 77,6% случаев, в пасмурную – 15,7%, из этого следует, что погода существенного влияния на аварийность не оказывает, во время выпадения осадков водители и пешеходы более сконцентрированы и допускают меньшее количество конфликтов [10] (рис. 8).

В соответствии с нормативными документами МВД РФ ДТП подразделяются на следующие виды: столкновение, опрокидывание, наезд на стоящее транспортное средство (ТС), наезд на препятствие, наезд на пешехода, наезд на велосипедиста, наезд на гужевой транспорт, наезд на животное, прочие происшествия [18, 2].

Как и в предыдущие годы, в 2020 году наиболее частыми и распространенными видами ДТП являлись столкновение с движущимся ТС (39%) и наезд на пешехода (24,5%); другие типы фиксируются значительно реже: наезд на препятствие – 9%, наезд на стоящее ТС – 4,5%, наезд на велосипедиста – 3%. На оставшиеся виды происшествий приходится менее 1% ДТП [1].



Рис. 8. Распределение количества ДТП в зависимости от времени суток и от погодных условий.

Составлено авторами по [16].

Одной из наиболее распространенных причин ДТП является нарушение обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог и железнодорожных переездов по условиям обеспечения безопасности дорожного движения (БДД). Так, на территории Курской области в 2017 году, до момента начала реализации проекта «Безопасные качественные автомобильные дороги», в ДТП погибли 199 человека, ранено – 2045 человек. Недочеты зимнего содержания дорог стали сопутствующей первопричиной 87 ДТП, в результате которых погибли 10 и получили травмы 135 человек. Сотрудниками ГИБДД было выявлено 260 нарушений ПДД.

С целью повышения безопасности движения и обеспечения качественно нового уровня дорожной инфраструктуры в 2017 году в Российской Федерации был создан и утверждён долгосрочный федеральный приоритетный проект по реализации программ приведения в нормативное транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог и развития дорожной сети крупнейших городских агломераций «Безопасные и качественные дороги». На начало проекта протяженность дорог в нормативном транспортно-эксплуатационном состоянии составляло 38%, уже в первый год реализации этот показатель был повышен до 52%. В 2017 году

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

участниками программы стали 38 городских агломераций с населением более 500 тысяч человек. Деятельность национального проекта направлена на снижение количества мест концентрации ДТП и снижение смертности в результате ДТП.

Проект «Безопасные и качественные дороги» является своеобразным прототипом национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», который реализуется в России с декабря 2018 года. Основными целями проекта являются: приведение автомобильных дорог регионального значения в нормативное состояние, приведение дорожной сети городских агломераций в нормативное состояние, снижение смертности в результате ДТП, сокращение мест концентрации ДТП, сокращение протяженности автодорог федерального и регионального значения, работающих в режиме перегрузки. Деятельность проекта на данный момент активно распространяется на различные регионы страны, в том числе и Курскую область.

Основной целью проекта в Курской области является строительство новых и реконструкция старых автодорог, повышение качества дорожных работ и применение новых технологий. По итогам реализации национального проекта доля автомобильных дорог регионального значения, находящихся в нормативном состоянии, должна увеличиться до 51%, автомобильных дорог Курской области – до

На начало реализации национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» в 2018 году протяженность автомобильных дорог общего пользования на территории Курской области составляла 17351,4 км, из них около 60% не соответствовали нормативным требованиям. Количество ДТП в регионе в 2018 году насчитывало 1600 случаев. Худшая ситуация складывалась в Курском и Железногорском районах.

По данным Росстата в 2020 году протяженность автомобильных дорог в Курской области составила 17817,7 км, в том числе общего пользования – 17463,1 км, необщего – 354,6 км [20]. Из общей протяженности автомобильных дорог – дороги с твердым покрытием – 11718,4 км, в том числе общего пользования 11392,2 км (из них федерального значения – 417,1 км, регионального или межмуниципального значения – 6544,5 км, местного значения – 4430,6 км, необщего пользования – 326,2 км). Удельный вес дорог с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог составляет 65,8%.

Дополнительной информацией служит показатель «Плотность автомобильных дорог с твердым покрытием», с помощью которой выявлен самый низкий показатель плотности дорожной сети в таких районах как: Железногорский, Фатежский, Черемисиновский, Льговский, Мантуровский (рис. 9).

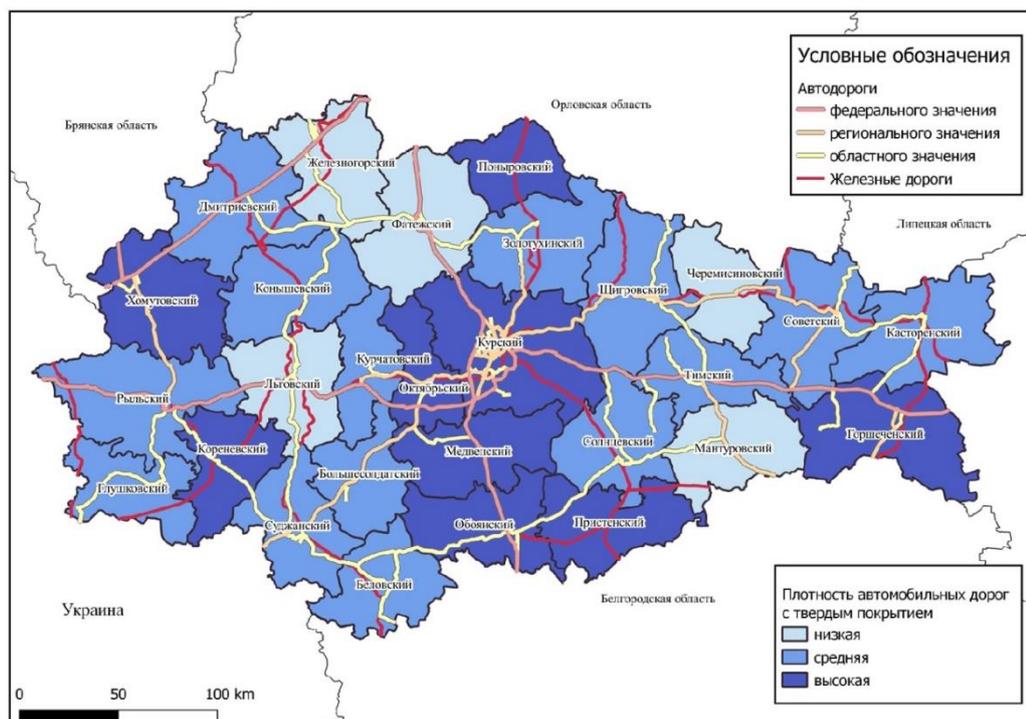


Рис. 9. Плотность автомобильных дорог с твердым покрытием по состоянию на 2021 год.

Составлено авторами по [11, 13].

На территории региона 2019 год был объявлен «Годом дорог». По данным комитета транспорта и дорог Курской области в течение года было отремонтировано и приведено в нормативное состояние более 88 км дорог, установлено 3091 пог. м пешеходных ограждений, 4590 пог. м барьерных ограждений. Однако, ситуация с ДТП осталась прежней (количество ДТП в 2019 года на территории Курской области насчитывало 1652 случая). Это говорит о том, что количество мест с концентрацией ДТП на территории Курской области было уменьшено незначительно, либо осталось прежним.

В целом в области наблюдается тенденция к усовершенствованию дорожного покрытия, проводится ремонт старых дорог и прокладываются новые. В рамках реализации проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» в Курской области в 2020 г. было введено в эксплуатацию 116,33 км дорог. Установлено 1235 пог. м пешеходных ограждений, 1198 пог. м барьерных ограждений, а также устроено 64 светофора, 5802 пог. м освещения.

В 2021 году в рамках реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги» на территории Курской области в общей сложности отремонтировано более 91,6 км автомобильных дорог регионального, межмуниципального и местного значения. В 2021 году в ходе реализации

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

регионального проекта «Региональная и местная дорожная сеть» укладка дорожного покрытия должна составлять 791 870,37 м<sup>2</sup>, по состоянию на 01.12.2021 г. укладка дорожного покрытия составляет 734 690,07 м<sup>2</sup>.

В 2021 году утвержден обновленный паспорт национального проекта «Безопасные качественные дороги» (ранее «Безопасные и качественные автомобильные дороги»). Срок его реализации продлен до 2030 г., кроме того расширена структура федеральных проектов, входящих в состав нацпроекта. На территории Курской области продолжится реализация проекта «Региональная и местная дорожная сеть» (предыдущее название – «Дорожная сеть»). Он предполагает приведение в нормативное состояние региональных дорог и дорожной сети городских агломераций.

Таким образом, на государственном уровне принимаются меры по снижению аварийности на дорогах. Целью Правительства является уменьшение числа погибших и пострадавших в ДТП, а к 2030 году достижение нулевой смертности. Упомянутые в статье Федеральные целевые программы являются эффективным способом повышения безопасности дорожного движения и сокращения числа пострадавших и погибших в результате дорожно-транспортных происшествий [21].

Одним из приоритетов государственной политики в области обеспечения безопасности дорожного движения можно назвать снижение смертности в результате дорожно-транспортных происшествий. Анализ основных и относительных показателей дорожно-транспортной аварийности, а также причин и условий, которые способствуют возникновению дорожно-транспортных происшествий, позволяет систематизировать информацию о состоянии безопасности дорожного движения и определять векторы дальнейших профилактических мероприятий, касающихся дорожно-транспортного травматизма.

Благодаря принятым мерам, связанным с последовательной реализацией программно-целевого и проектно-целевого методов, наблюдается тенденция снижения основных и относительных показателей аварийности. В 2020 году также отмечено сокращение всех основных показателей аварийности в г. Курске и Курской области. Все предпринятые меры должны способствовать принятию соответствующих управленческих решений для снижения дорожно-транспортных происшествий на дорогах, так как снижение аварийности на дорогах области – одна из основных задач всех органов исполнительной власти и решается в комплексе по нескольким направлениям [22].

### ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволило сделать выводы о том, что геоинформационные технологии позволяют эффективно выполнять всесторонний пространственно-временной анализ дорожно-транспортных происшествий в городе Курске и Курской области, выявлять основные тенденции и закономерности распределения ДТП.

Анализ пространственной структуры ДТП с помощью ГИС-технологий позволил выявить особенности распределения в регионе дорожных происшествий

[23]. Высокие показатели аварийности сохраняются на трассах федерального значения и на территории г. Курска в пределах сложных перекрестков, с интенсивным транспортным трафиком, на перекрестках возле торговых центров и ряде улиц. Несмотря на некоторые положительные изменения, уровень дорожно-транспортных происшествий в Курской области остается достаточно высоким. Из всех ДТП с пострадавшими каждое одиннадцатое (9,6%) привело к смертельному исходу [1].

Пик аварийности на дорогах приходится: по дням недели – на выходные дни, и по месяцам – на август–октябрь. Самым аварийно-опасным временем выявлен диапазон времени с 07:00 до 09:00 и с 17:00 до 20:00 – это соответствует графику человеческой деятельности и суточных миграций в городе и совпадает с увеличением интенсивности движения транспортных средств.

Таким образом, применение ГИС-технологий в транспортной сфере поможет значительно повысить эффективность мер обеспечения дорожной безопасности, визуализировать наиболее аварийно-опасные и проблемные участки дорог и сделать транспортную систему в целом более безопасной.

### Список литературы

1. Дорожно–транспортная аварийность в Российской Федерации за 2020 год. Информационно–аналитический обзор. М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2021. 79 с.
2. Стебловский А.С. Пространственное распределение и временная изменчивость дорожно–транспортных происшествий в городе Краснодаре: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Краснодар, 2014. 24 с.
3. Статистика ДТП в России за 2019, 2020 год и прошлые периоды [Электронный ресурс]. URL: <https://rosinfostat.ru/dtp/> (дата обращения: 17.02.2022).
4. Регионы России. Социально–экономические показатели. 2021: Стат. сб. / Росстат. М., 2021. 1112 с.
5. «ДАТА+» внедряет ГИС в ЦСН БДД МВД РФ [Электронный ресурс]. URL: <http://dist-cons.ru> (дата обращения: 03.03.2022).
6. Карта ДТП [Электронный ресурс]. URL: <https://dtp-stat.ru/pages/dashboard> (дата обращения: 21.02.2022).
7. Бойков В.Н., Субботин С.А. Анализ дорожно–транспортных происшествий с использованием ГИС IndorRoad // САПР И ГИС автомобильных дорог. №1 (2). 2014. С. 74–76 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21581962> (дата обращения: 26.02.2022).
8. Требушкова И.Е. География пищевой промышленности Курской области. Курск: Курск. гос. ун–т, 2013. 197 с.
9. Коварда В.В., Безуглая Е.В. Роль и значение транспортной инфраструктуры для социально–экономического развития Курской области // Известия Юго–Западного государственного университета. 2012. № 2 (Ч. 1). С.110–113.
10. Кравченко А.А. Совершенствование методики определения мест возникновения дорожно–транспортных происшествий: дис. ...канд. техн. наук. Белгород, 2021. 183 с.
11. Статистический ежегодник Курской области. 2021: Стат. сб./Курскстат. Курск, 2021. 424 с.
12. Официальный сайт ГИБДД РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--90adear.xn--p1ai> (дата обращения: 15.01.2022).
13. Федеральное дорожное агентство: ФДА: Росавтодор [Электронный ресурс]. URL: <https://rosavtodor.gov.ru/about/upravlenie-fda/nacionalnyj-proekt-bezopasnye-i-kachestvennye-avtomobilnye-dorogi> (дата обращения: 17.01.2022).
14. Мартынюк С.Н. Проблемы классификации и анализа дорожно–транспортных происшествий // Общество: политика, экономика, право. 2016. №3. С. 134–136 [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25730682> (дата обращения: 26.02.2022).

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

15. Карта плотности ДТП [Электронный ресурс]. URL: <https://2gis.ru/kursk?layer=roadAccident> (дата обращения: 22.02.2022).
16. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 18.02.2022).
17. Есипова А.А., Лисовая А.А. К вопросу о взаимосвязи дорожно-транспортных происшествий, днях недели и времени суток // Педагогика высшей школы. 2016. № 3.1 (6.1). С. 76–79 [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/th/3/archive/43/1438/> (дата обращения: 26.02.2022).
18. Погорелов А.В., Стебловский А.С. Использование средств геоинформационных систем в исследовании дорожно-транспортных происшествий // Геология, география и глобальная энергия. 2014. №1. С. 165–178.
19. Национальный проект «Безопасные качественные дороги» [Электронный ресурс]. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11524> (дата обращения: 22.02.2022).
20. Россия в цифрах. 2020: Крат. стат. сб./Росстат. М., 2020. 550 с. [Электронный ресурс]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/GOyirKPV/Rus\\_2020.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/GOyirKPV/Rus_2020.pdf) (дата обращения: 21.02.2022)
21. Мережко М. Ю., Комаров Ю.Я., Колодий В.А., Шарантаев А.Г. Аварийность на дорогах и учет ДТП // Молодой ученый. 2021. № 10 (352). С. 29–31 [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/352/79054/> (дата обращения: 26.02.2022).
22. Государственная программа развития транспортной системы, обеспечение перевозки пассажиров в Курской области и безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. URL: [https://adm.rkursk.ru/index.php?id=1172&mat\\_id=101692](https://adm.rkursk.ru/index.php?id=1172&mat_id=101692) (дата обращения: 10.01.2022)
23. Горбунов Р.Н. Мониторинг дорожного движения на основе геоинформационных данных. Иркутск, 2020. 20 с.

### SPATIAL AND TEMPORAL ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS IN THE KURSK REGION USING GIS TECHNOLOGIES

*Trebushkova I. E.<sup>1</sup>, Makovneva A. S.<sup>2</sup>, Polyakova N. O.<sup>3</sup>*

*<sup>1,2,3</sup>Kursk state University, Kursk, Russian Federation*

*E-mail: <sup>1</sup>irinatrebushkova@ya.ru, <sup>2</sup>a\_makovneva23@mail.ru, <sup>3</sup>natashapolyak@yandex.ru*

The article analyzes and evaluates road accidents using GIS technologies, which allow to identify the causes of accidents, as well as to determine the foci of concentration of car accidents on the territory of the Kursk region. The authors collected and analyzed information from statistical databases, official statistics of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, open statistical data published on the website of the traffic Police, federal and regional targeted programs for the development of transport systems, materials of federal and regional authorities, departments and departments and other specialized sources. Geoinformation analysis made it possible to visualize the most dangerous sections of public roads, sections of the road network from the point of view of the occurrence of road accidents and accidents. The obtained results can be used in the work on further research in the field of spatial distribution of road accidents in Kursk and the Kursk region. The main task is to analyze data on road accidents, study the causes of accidents, forecast accidents, improve traffic management and substantiate a set of measures to improve road conditions, etc.

The cartographic method using GIS technologies was chosen as the main method of research, since thematic maps provide a more complete and visual picture of identifying the most dangerous sections of roads and the concentration of accidents. This made it possible

to visualize the main trends and patterns of the distribution of accidents in order to take the necessary measures to reduce accidents on the roads of Kursk and the Kursk region.

Mapping of the spatial structure of road accidents using GIS technologies indicates high accident rates that persist on federal highways and on the territory of Kursk: within complex intersections, with heavy traffic, at intersections near shopping centers and a number of streets.

The peak of accidents on the roads falls on certain days of the week – weekends, and by month – on August–October. The time range with the most emergency–dangerous time intervals from 07:00 to 09:00 and from 17:00 to 20:00 was revealed, which coincides with the intensity of human activity and daily migrations in the city, leading to an increase in traffic on the streets of the city, thereby increasing the intensity of vehicle traffic.

The widespread use of GIS technologies in the transport sector will help to significantly increase efficiency, make the transport system as a whole safer.

**Keywords:** GIS technologies, spatial–temporal analysis, traffic accidents, mapping, Kursk, Kursk region.

### References

1. Dorozhno–transportnaya avarijnost' v Rossijskoj Federacii za 2020 god. Informacionno–analiticheskij obzor. M.: FKU «NC BDD MVD Rossii», 2021. 79 s. (in Russian).
2. Steblovskij A.S. Prostranstvennoe raspredelenie i vremennaya izmenchivost' dorozhno–transportnyh proisshestvij v gorode Krasnodare: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Krasnodar, 2014. 24 s. (in Russian).
3. Statistika DTP v Rossii za 2019, 2020 god i proshlye periody [Elektronnyj resurs]. URL: <https://rosinfostat.ru/dtp/> (data obrashcheniya: 17.02.2022).
4. Regiony Rossii. Social'no–ekonomicheskie pokazateli. 2021: Stat. sb. / Rosstat. M., 2021. 1112 s. (in Russian).
5. «DATA+» vnedryaet GIS v CSN BDD MVD RF [Elektronnyj resurs]. URL: <http://dist-cons.ru> (data obrashcheniya: 03.03.2022).
6. Karta DTP [Elektronnyj resurs]. URL: <https://dtp-stat.ru/pages/dashboard> (data obrashcheniya: 21.02.2022).
7. Bojkov V.N., Subbotin S.A. Analiz dorozhno–transportnyh proisshestvij s ispol'zovaniem GIS IndorRoad // SAPR I GIS avtomobil'nyh dorog. №1 (2). 2014. S. 74–76 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21581962> (data obrashcheniya: 26.02.2022).
8. Trebushkova I.E. Geografiya pishchevoj promyshlennosti Kurskoj oblasti. Kursk: Kursk. gos. un–t, 2013. 197 s. (in Russian).
9. Kovarda V.V., Bezuglaja E.V. Rol' i znachenie transportnoj infrastruktury dlya social'no–ekonomicheskogo razvitiya Kurskoj oblasti // Izvestiya YUgo–Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2012. № 2 (CH. 1). S.110–113. (in Russian).
10. Kravchenko A.A. Sovershenstvovanie metodiki opredeleniya mest vozniknoveniya dorozhno–transportnyh proisshestvij: dis. ...kand. tekhn. nauk. Belgorod, 2021. 183 s. (in Russian).
11. Statisticheskij ezhegodnik Kurskoj oblasti. 2021: Stat. sb./Kurskstat. Kursk, 2021. 424 s. (in Russian).
12. Oficial'nyj sajt GIBDD RF [Elektronnyj resurs]. URL: <https://xn--90adear.xn--p1ai> (data obrashcheniya: 15.01.2022).
13. Federal'noe dorozhnoe agentstvo: FDA: Rosavtodor [Elektronnyj resurs]. URL: <https://rosavtodor.gov.ru/about/upravlenie-fda/nacionalnyj-proekt-bezopasnye-i-kachestvennye-avtomobilnye-dorogi> (data obrashcheniya: 17.01.2022).
14. Martynyuk S.N. Problemy klassifikacii i analiza dorozhno–transportnyh proisshestvij // Obschestvo: politika, ekonomika, pravo. 2016. №3. S. 134–136 [Elektronnyj resurs] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25730682> (data obrashcheniya: 26.02.2022).
15. Karta plotnosti DTP [Elektronnyj resurs]. URL: <https://2gis.ru/kursk?layer=roadAccident> (data obrashcheniya: 22.02.2022).

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

---

16. Pokazateli sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Elektronnyj resurs]. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (data obrashcheniya: 18.02.2022).
17. Esipova A.A., Lisovaya A.A. K voprosu o vzaimosvyazi dorozhno–transportnyh proisshestvij, dnyah nedeli i vremeni sutok // Pedagogika vysshej shkoly. 2016. № 3.1 (6.1). S. 76–79 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://moluch.ru/th/3/archive/43/1438/> (data obrashcheniya: 26.02.2022).
18. Pogorelov A.V., Steblovskij A.S. Ispol'zovanie sredstv geoinformacionnyh sistem v issledovanii dorozhno–transportnyh proisshestvij// Geologiya, geografiya i global'naya energiya. 2014. №1. S. 165–178. (in Russian).
19. Nacional'nyj proekt «Bezopasnye kachestvennye dorogi» [Elektronnyj resurs]. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11524> (data obrashcheniya: 22.02.2022).
20. Rossiya v cifrah. 2020: Krat.stat.sb./Rosstat. M., 2020. 550 s. [Elektronnyj resurs]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/GOyirKPV/Rus\\_2020.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/GOyirKPV/Rus_2020.pdf) (data obrashcheniya: 21.02.2022)
21. Merezko M. YU., Komarov YU. YA., Kolodij V. A., SHarantaev A.G. Avarijnost' na dorogah i uchet DTP // Molodoj uchenyj. 2021. № 10 (352). S. 29–31 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://moluch.ru/archive/352/79054/> (data obrashcheniya: 26.02.2022).
22. Gosudarstvennaya programma razvitiya transportnoj sistemy, obespechenie perevozki passazhirov v Kurskoj oblasti i bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Elektronnyj resurs]. URL: [https://adm.rkursk.ru/index.php?id=1172&mat\\_id=101692](https://adm.rkursk.ru/index.php?id=1172&mat_id=101692) (data obrashcheniya: 10.01.2022)
23. Gorbunov R.N. Monitoring dorozhnogo dvizheniya na osnove geoinformacionnyh dannyh. Irkutsk, 2020. 20 s. (in Russian).

*Поступила в редакцию 15.09.2022 г.*

## РАЗДЕЛ 2.

### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 911.52

#### СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЛАНДШАФТЫ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН НА ОСНОВЕ ТРУДОВ И. П. КАДИЛЬНИКОВА

Галеева Э. М.<sup>1</sup>, Саттаров В. В.<sup>2</sup>, Хизбуллина Р. З.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Башкирский государственный университет, Уфа, Российская Федерация

E-mail: <sup>1</sup>elya.galeewa2012@yandex.ru, <sup>2</sup>s\_valera891@mail.ru, <sup>3</sup>hizbullina@yandex.ru

В статье проведен анализ схемы физико-географического районирования Республики Башкортостан 1964 года в пределах левобережья реки Белая. Представлена характеристика современных природных условий изучаемой территории. В работе рассматривается физико-географическая дифференциация ландшафтных комплексов южной лесостепи. Выделяются основные физико-географические округа и районы южной лесостепи Республики Башкортостан, впервые представленные в трудах выдающегося ландшафтоведа и географа И. П. Кадильникова.

**Ключевые слова:** Республика Башкортостан, физико-географическое районирование, лесостепной округ, лесостепной район, растительные сообщества.

#### ВВЕДЕНИЕ

В практике географических исследований важное место принадлежит характеристике природно-экологической обстановки конкретных территорий, поскольку значение процессов, протекающих на локальной территории способствует более глубокому пониманию противоречивости отношений природы и общества в целом. Рациональное природопользование должно базироваться на комплексном изучении природных особенностей регионов, которые отражаются в схемах физико-географического районирования.

Изучаемая в данной статье территория ярко демонстрирует «кооперацию» человека и природы. В пределах лесостепной зоны наблюдается оптимальное (или близкое к нему) соотношение увлажнения и испаряемости, к данному региону приурочены наиболее плодородные типы почв, здесь наблюдается самая высокая плотность населения, расположена большая часть крупных населенных пунктов, сосредоточено основное промышленное и сельскохозяйственное производство. Поэтому очень важна правильная оценка сложной дифференциации природной среды данного региона и правильное выделение таксономических единиц, составляющих основу физико-географического районирования.

Фундаментальная работа по районированию Республики Башкортостан в целом впервые была проведена в 1964 году коллективом кафедры физической географии и гидрологии суши Башкирского государственного университета [1]. Позднее, в изданиях атласов Республики 1976 [2], 1992 [3], 2005 [4] гг., схемы районирования

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЛАНДШАФТЫ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН НА ОСНОВЕ  
ТРУДОВ И. П. КАДИЛЬНИКОВА

---

были пересмотрены и уточнены. В основном это относилось к западной части республики. В связи с этим существует необходимость детального анализа каждой из этих схем. В данной работе проведен обзор работы 1964 года, а также приводится подробная характеристика современных природных условий рассматриваемого региона с учетом изменения климатических условий последних десятилетий.

Лесостепная зона занимает значительную часть территории Республики Башкортостан, она протягивается широкой полосой (около 400 км) и в пространственном отношении располагается:

- от низовьев реки Белая в южном направлении;
- от хребта Кара-Тау и до самых южных границ Республики Башкортостан, там лесостепь подходит к Южноуральским горам;
- в северном направлении лесостепная зона внедряется в лесную зону в правобережье реки Белая, между её низовьями и Уфимским плато, почти доходя до границы с Пермской областью [5].

В исследовании использованы такие общенаучные и специальные методы, как анализ и синтез, описательный, сравнительно-географический, метод группировки, картографический, а также геоинформационный.

Авторы статьи опирались на труды И. П. Кадильникова и на цикл научных публикаций по «Физико-географическому районированию Башкирской АССР».

Практическая часть исследования представлена оценкой современного состояния природных условий физико-географических единиц подзоны южной лесостепи Республики Башкортостан. Авторами была составлена карта «Подзоны южной лесостепи Республики Башкортостан» (по варианту районирования 1964 г), представленная на рисунках 1 и 2.

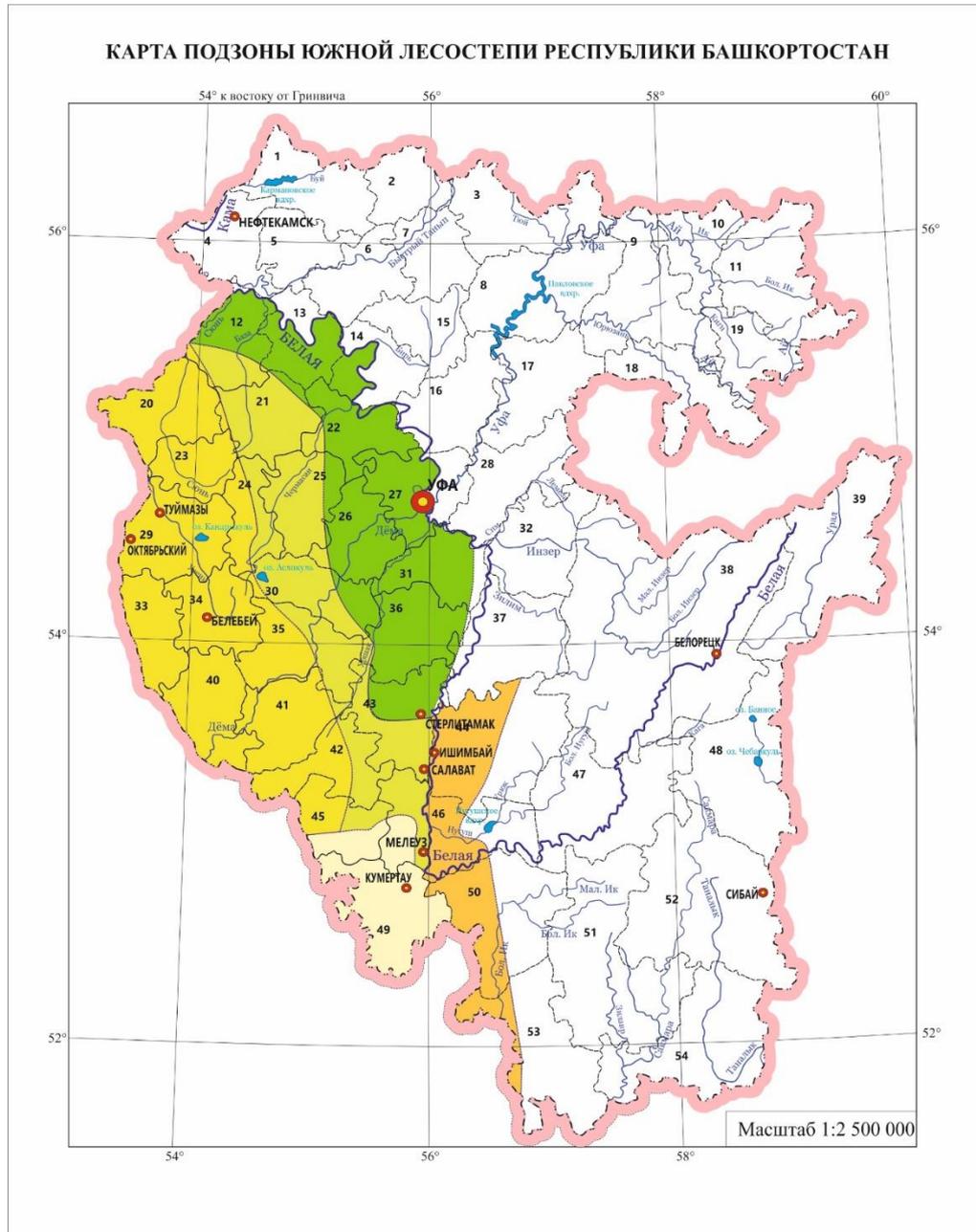


Рис. 1 Карта подзоны южной лесостепи Республики Башкортостан (составлена авторами по [5]).

**СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЛАНДШАФТЫ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН НА ОСНОВЕ  
ТРУДОВ И. П. КАДИЛЬНИКОВА**



Рис. 2 Легенда к карте подзоны южной лесостепи Республики Башкортостан (составлена авторами по [4]).

**ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА**

Климат лесостепной зоны Республики Башкортостан – умеренно-континентальный. Для данной зоны характерны резкие колебания температуры воздуха, как суточные, так и годовые. Также наблюдается резко выраженная

неустойчивость климатических особенностей по годам. Резкие отклонения метеорологических показателей от средних данных — основная климатическая особенность данной зоны. Средняя годовая температура — от -2 до -3 градусов. В первой декаде мая температура воздуха достигает +10 градусов, а уже в июне +20 градусов. Понижение температуры воздуха наблюдается в последнюю неделю лета. Среднегодовое количество осадков около 400 мм, до 1/3 осадков выпадает зимой. Наименее увлажнено левобережье реки Белая, северо-восток от Белебеевской возвышенности. Наиболее увлажнена предгорная лесостепь.

В лесостепной зоне Республики Башкортостан преобладают различные черноземные почвы: типичные, выщелоченные, оподзоленные, а также серые-лесные и темно-серые лесные почвы. В большинстве случаев почвы залегают на мощных рыхлых отложениях.

Основными типами растительности являются хвойно-широколиственные, широколиственные леса и степи. Преобладающие типы степей — злаково-разнотравные и ковыльно-разнотравные. Разнотравье уменьшается при продвижении на юг Республики. Поймы рек представлены луговой растительностью, а также в районах с избыточным увлажнением — болотной растительностью. В настоящее время происходит активное обезлесение, связано это в первую очередь с активной деятельностью человека, а также с недостаточным увлажнением в юго-западной части Республики. Наименьшее облесение наблюдается на левобережных прибельских равнинах: бассейны реки Дема, Уршак, Черемсан, Ашкадар. Южная лесостепная подзона Республики Башкортостан представлена пятью округами, в пределах которых выделяются свои районы.

### **1. Белебеевский возвышенноравнинный округ**

Включает территории следующих административных районов Республики Башкортостан: Белебеевский, Бакалинский, Стерлибашевский, Альшеевский, Туймазинский, Шаранский, а также часть Чекмагушевского и Илишевского районов. Округ расположен в западной части Республики Башкортостан. Он занимает Белебеевскую возвышенность, которая располагается между рекой Ик и верхним течением реки Ашкадар. Стерлибашевско-Фёдоровская возвышенность отделена от Белебеевской возвышенности долиной реки Дёма. На юго-востоке Белебеевская возвышенность переходит в восточную окраину общего Сырта, их отделяет долина реки левого притока Белой – Ашкадара [5]. На территории округа преобладает рельеф возвышенно-денудационных равнин (рис. 3).

Климат области характеризуется континентальностью, а также невысоким уровнем увлажнения. Речная сеть представлена реками: Ик, Чермасан, Дёма, Курсак, Менеуз, Кидаш, Идяш, Тюрюш, Тарказы, Нугуш.

Наиболее распространённым типом почв являются выщелоченные, типичные и оподзоленные чернозёмы, а также темно-серые лесные почвы.



Рис. 3 Ландшафты южной лесостепи. Белебеевский возвышенноравнинный округ, Республика Башкортостан (фото Саттарова В.В.).

Лесная растительность округа представлена берёзовыми, дубовыми, берёзово-осиновыми и смешанными лесами из липы, дуба, клёна и ильмы. Подлесок представлен черёмухой, лещиной и бересклетом, встречается рябина. В травяном покрове преобладает сныть, борец и купальница. Ковыли встречаются на опушках. Степи здесь являются в значительной степени окультуренными.

Степная растительность представлена луговыми и разнотравно-ковыльными видами. Крутые склоны покрыты каменистыми степями [6]. На склонах преобладают степные кустарники. В пределах округа выделяется семь районов.

Бакалинско-Шаранский район. Характеризуется пониженными высотами, хорошим увлажнением, а также облесённостью более 30%. Здесь преобладают широколиственные и берёзовые леса с примесью дуба, также здесь встречается сосна. Преобладающим видом почв здесь являются серые лесные и дерново-подзолистые, иногда встречаются чернозёмы выщелоченные.

Кандрыкульско-Усеньский район. Охватывает бассейн реки Усень и озеро Кадры-Куль. Увлажнение здесь слабое, облесённость – менее 15%. Преобладают степи на типичных и карбонатных чернозёмах.

Усельско-Ряский район занимает северо-западную часть Белебеевской возвышенности. Высоты здесь более 300 м, а увлажнение среднее. На склонах южной экспозиции встречаются наветренные пригорные ландшафты с повышенным увлажнением [7]. Облесенность территории около 55%. Преобладают дубовые и дубово-берёзовые леса на темно-серых лесных почвах, встречаются выщелоченные чернозёмы.

Ряско-Икский район практически полностью безлесен, облесённость менее 3%. Занимает южную от реки Ик часть Белебеевской возвышенности. Увлажнён район средне, здесь преобладают степи на выщелоченных чернозёмах. Абсолютные высоты здесь не более 250 м.

Икско-Дёмский район занимает наиболее приподнятую юго-восточную часть Белебеевской возвышенности. Высота рельефа здесь 300–400 м. Облесенность высокая, около 42%. Водораздел между реками Черемсан, Дёма, Ик, занят дубовыми и берёзовыми лесами на темно-серых и серых лесных почвах. На юге преобладают выщелоченные чернозёмы.

Придемский район. Занимает долину реки Дёма в среднем течении. Район представлен поймой высотой до 4 м, а также надпойменной террасой высотой до 11 м. На пойме преобладают черёмухово-вязовые леса, а также разнотравно-злаковые луга на бурых зернистых почвах.

Стерлибашевско-Федоровский район. Здесь наиболее высокий, платообразный рельеф. Район сильно облесён, преобладающие типы почв – выщелоченные чернозёмы, а также тёмно-серые лесные почвы.

## **2. Чермасанско-Ашкадарский округ**

Включает территории следующих административных районов Республики Башкортостан: Чекмагушевский, Чишминский, Альшеевский, Стерлитамакский, Мелеузовский, Туймазинский.

Округ располагается в юго-восточной части Камско-Бельского понижения, где примыкает к Бугульминско-Белебеевской возвышенности, а также к Общему Сырту на юге. Длина округа 300 км, а ширина всего 40 км. Общая площадь округа около 12300 километров квадратных. Абсолютная высота в округе – 310 м. Округу характерен пологоувалистый характер рельефа. Отроги Бугульминско-Белебеевской возвышенности представлены междуречными денудационными увалами (рис. 4).



Рис. 4 Ландшафты южной лесостепи. Чермасанско-Ашкадарский округ, Республика Башкортостан (фото Саттарова В.В.).

Климат округа умеренно-континентальный с недостаточным увлажнением. Речная сеть представлена левыми притоками реки Белая: База, Чермасан, Уршак, Дёма, Ашкадар, Кармасан. Почвенный покров округа представлен типичными тучными чернозёмами, встречаются также выщелоченные и карбонатные чернозёмы. Тучные чернозёмы занимают участки повышенных междуречий. В южной части тучные чернозёмы развиты в комплексе с выщелоченными чернозёмами. На поймах рек распространены дерново-аллювиальные и дерново-глеевые почвы. На крутых склонах — скелетные почвы [8].

Территория данной области очень слабо облесена. Здесь высокий уровень остепнённости. Естественная растительность представлена различными типами степей. Многие степные площади являются распаханными и используются под выгоны и сенокосы, однако встречаются территории с разнотравно-злаковым и лугово-степным разнотравьем. Опушки леса представлены пестрыми луговыми степями с ковылём и обилием бобовых. Леса преобладают на повышенных участках водоразделов. Они представлены в основном средневозрастным дубом, с примесью липы, берёзы, клёна и вяза. На поймах преобладают ольховые леса. Наиболее развитым ярусом в лесу является кустарниковый. Он представлен лещиной, бересклетом, черёмухой, калиной, малиной, шиповником, жимолостью. На поймах рек кустарниковая растительность представлена зарослями ивы и черёмухи. На

склонах балок встречаются заросли чилиги и степной вишни. В пределах Чермасанско-Ашкадарского округа выделяется 3 района.

Безинско-Кармасанский район. Ему характерен увалисторавнинный тип рельефа, наибольшая степень облесенности. Район пересекается срединными течениями рек Чермасан, База, Кармасан. Здесь преобладают в лесах серые лесные почвы, а степи представлены типичными тучными и выщелоченными чернозёмами [8].

Чермасанско-Дёмский район. Он пересекается верхним течением реки Чермасан и течением реки Дёма. Здесь преобладает увалисторавнинный рельеф с незначительной облесенностью. В районе преобладают карбонатные чернозёмы.

Уршакско-Бельский район. Располагается между долинами рек Уршак, Белая, Ашкадар [9]. Рельеф здесь преимущественно равнинный. Преобладают тучные чернозёмы, в некоторых местах преобладают выщелоченные чернозёмы.

### **3. Левобережный Прибельский округ**

Включает территории следующих административных районов Республики Башкортостан: Илишевский, Стерлитамакский, Уфимский, Чекмагушевский, Кармаскалинский, Чишминский. На территории округа преобладают обширные низменные и полугоувалистые денудационные равнины. Длина округа около 880 км, а ширина до 80 км в самом широком месте. Площадь округа около 11600 километров квадратных. Показатели абсолютных высот колеблются в пределах 80–200 м [5]. Основным крупным элементом рельефа является долина реки Белая, водораздельная левобережная равнина, которая представляет собой плиоценовую поверхность с абсолютной высотой до 200 м. На ней присутствуют различные элементы холмистоувалистого рельефа. Климат в округе умеренно-континентальный с умеренным увлажнением. Среднегодовая температура — +3 градуса по шкале Цельсия. Средняя температура января –15 градусов, а абсолютный минимум –45 градусов. В зимний период наблюдается устойчивая морозная погода со снегопадами, редко бывают оттепели [4]. Речная сеть представлена притоками реки Белая: Дёма, Уршак, Кармасан, Чермасан, Куганак, Куваш, База. На территории округа преобладают серые и тёмно-серые лесные почвы, а также выщелоченные чернозёмы. Некоторые выровненные пространства и пологие склоны представлены серыми оподзоленными почвами с содержанием гумуса в своём верхнем горизонте до 5%, мощность гумусового горизонта в них 30 см. Тёмно-серые слабоподзолистые лесные почвы формируются на более повышенных формах рельефа, они комбинируются с серыми лесными почвами [10].

Степень облесённости округа — 15 %, наиболее облесенной является южная часть округа, там леса покрывают до 25% площади. Лесостепь носит европейский характер [11]. Лесная растительность представлена дубовыми, дубово-берёзовыми, липовыми и осиновыми лесами. Второй ярус леса представлен подростом из дуба, липы, берёзы, клёна. Подлесок представлен черёмухой, рябиной, лещиной и крушиной. Травянистый покров занимает сныть, папоротник, ясменник, фиалка, бор резвистый, вейик, купена и подмаренник. Крутые склоны и опушки леса представлены степной вишней и чилигой. В поймах рек преобладают осокоревые и ольховые леса с липой, дубом и осинкой. Подлесок состоит из черёмухи, ивы, малины

и шиповника. Травяной покров занимает борщевик, крапива, сныть, чистотел и таволга. Степная растительность представлена типчаково-разнотравно-ковыльными ассоциациями. Ближе к лесным полянам развиты бобово-злаково-разнотравные леса. На поймах рек преобладают костровые и злаково-разнотравные луга. В пределах Левобережного Прибельского округа выделяется 3 района.

Базинско-Сюньский район имеет равнинный рельеф и маленькую степень облесенности, а также здесь прослеживается наличие типичных чернозёмов. Район пересекается тремя левыми притоками реки Белая: Куваш, База, Сюнь.

Чермасанско-Уршакский район имеет увалистый тип рельефа с эрозионной расчлененностью. Район пересекается такими реками как Чермасан, Дёма, Уршак, Кармасан. Облесенность здесь значительна, преобладают типичные чернозёмы и темно-серые лесные почвы, также присутствуют дерновые почвы [8].

Уршакско-Бельский район. Характеризуется увалистым рельефом и значительной облесенностью. В пределах данного района было проведено описание лесного сообщества в Кармаскалинском районе вблизи с. Новый Бишаул (таб. 1).

В таблице 1 представлено описание растительности лесного сообщества Уршакско-Бельского района Левобережного Прибельского округа южной лесостепной подзоны Республики Башкортостан [12]. Данная лесная экосистема находится в Кармаскалинском районе вблизи с. Новый Бишаул. Было выделено пять ярусов лесной растительности:

- I ярус — полог, кроны самых высоких деревьев;
- II ярус — сформирован также деревьями, однако меньшей величины;
- III ярус — преобладающие кустарники;
- IV ярус — травянистый покров;
- V ярус — мхи и лишайники.

На исследуемой территории на I ярусе растительности преобладает дуб черешчатый в наиболее осветленных местах, липа мелколистная и берёза пушистая, которые имеют сплошной характер размещения. II ярус представлен осиной обыкновенной и черёмухой обыкновенной, реже встречается ольха черная и рябина обыкновенная. III кустарниковый ярус представлен лещиной обыкновенной и бересклетом бородавчатым, они встречаются не так часто и имеют точечный характер размещения. Травяной IV ярус представлен папоротником мужским, снытью обыкновенной, подмаренником душистым, менее часто встречаются ясенник душистый и бор развесистый. V ярус представлен лишайником уснеей бородатой, а также мхом Брахитециумом ручейным. На исследуемой территории преобладают тёмно-серые лесные почвы с толщиной лесной подстилки около 4,4 см в среднем.

#### **4. Общесыртский возвышенноравнинный округ**

Включает территории следующих административных районов Республики Башкортостан: Мелеузовский и Кугарчинский. Располагается на юге Республики Башкортостан. Округ охватывает северо-восточную часть возвышенности Общий Сырт. Длина округа с северо-запада на юго-восток около 70 км, а ширина 30–35 км. Рельеф местности представлен грядовохолмистыми и увалистыми равнинами [5].

Таблица 1.

Описание растительности лесного сообщества вблизи с. Новый Бишаул, Кармаскалинский район Республики Башкортостан

Левобережный Прибельский округ Кармаскалинский район Республики Башкортостан, описание растительности лесного сообщества вблизи с. Новый Бишаул. Расположение: N 54.162950; E 56.181501						
Ярус	Порода	Ср. высота	Ср. диаметр	Обилие	Характер размещения	Сомкнутость кроны
I	Дуб черешчатый	22 м	60 см	Средне	Островками	0,6
	Липа мелколистная	15 м	20 см	Часто	Сплошной	0,5
	Берёза пушистая	16 м	21 см	Средне	Сплошной	0,6
II	Осина обыкновенная	13 м	19 см	Средне	Сплошной	0,3
	Ольха чёрная	13 м	20 см	Редко	Островками	0,2
	Рябина обыкновенная	5,6 м	3 см	Редко	Островками	-
	Черёмуха обыкновенная	7 м	6 см	Часто	Сплошной	-
III	Лещина обыкновенная	3 м	8 см	Редко	Точечный	-
	Бересклет бородавчатый	1,4 м	0,3 см	Средне	Точечный	-
IV	Папоротник мужской	31 см	-	Часто	Островками	-
	Сныть обыкновенная	49 см	-	Часто	Сплошной	-
	Ясменник душистый	23 см	-	Редко	Точечный	-
	Подмаренник душистый	20 см	-	Средне	Островками	-
V	Бор развесистый	67 см	-	Редко	Точечный	-
	Уснея бородатая	-	-	Средне	-	-
	Брахитециум ручейный	-	-	Редко	-	-

Составлено авторами.

Климат континентальный с умеренным увлажнением. Средняя годовая температура воздуха +2,6 градусов по шкале Цельсия. Средняя температура января -15 градусов, абсолютный зимний минимум -47 градусов. Зимой преобладает ясная морозная погода, изредка прерываемая метелями и снегопадами [4]. Средняя глубина промерзания почвы к концу зимы около 70 см. Продолжительность периода

с устойчивым снежным покровом — 145 дней. Средняя температура июля +20 градусов, абсолютный летний максимум +40 градусов по шкале Цельсия. Речная сеть области незначительна, она протягивается от долины реки Ашкадар и до долины Восточного Юшатыря. Реки имеют ширину русла всего 2–3 метра и неглубокие. На территории области преобладают выщелоченные и типичные чернозёмы. Встречаются тёмно-серые лесные почвы схожие по составу с почвами на Белебеевской возвышенности. Чернозёмы в данном округе имеют черно-бурый цвет, а по содержанию гумуса близки к тучным чернозёмам [13].

Облесенность здесь слабая, почти все леса сосредоточены на водоразделе реки Большой Юшатырь, а также на притоках реки Белой. Здесь произрастают берёзовые и дубово-берёзовые леса на тёмно-серых лесных почвах, которые сочетаются с зарослями степных кустарников. Каменистые склоны покрыты кустарниками караганы и степной вишни. Большие пространства степей распаханы и активно используются для зернового хозяйства и животноводства [14]. В пределах округа выделяется 3 района.

Ашкадарско-Сухайлинский район, который характеризуется пониженным и расчленённым рельефом и сильным остепнением. Он расположен между рекой Ашкадар и его правым притоком рекой Сухайля. Здесь преобладают тучные чернозёмы.

Ермолаевский район, который является водоразделом между притоками рек Белая и Сакмара. Здесь наблюдается расчленённость рельефа, а также высокий уровень облесенности. На территории района преобладают тёмно-серые лесные почвы и выщелоченные чернозёмы.

Юшатырский район располагается в бассейне реки Большой Юшатырь. Рельеф здесь сниженный, а леса отсутствуют. На территории района преобладают тучные и солонцеватые чернозёмы.

#### **5. Селеукско-Икский округ**

Включает территории следующих административных районов Республики Башкортостан: Мелеузовский, Кугарчинский, Зианчуринский. Длина округа с севера на юг – 160 км, а ширина всего от 10 до 45 км [5]. Площадь округа около 5,9 тыс. километров квадратных. Рельеф области представлен низкогорными хребтами и грядами, и предгорными равнинами увалистого характера [15]. Абсолютные высоты колеблются от 100 до 650 м.

Климат области умеренно-континентальный со средней увлажнённостью. Среднегодовая температура воздуха +2,5 градуса по шкале Цельсия. Средняя июльская температура +19 градусов, а средняя январская температура –15 градусов. Абсолютный минимум –48 градусов. Среднее годовое количество осадков 400-550 мм. На территории округа преобладают южные и юго-западные ветра, в летний сезон — северные. Речная сеть представлена правыми притоками реки Белая: Нугуш и Селеук, а также притоки реки Большой Ик. Реки имеют хорошо-проработанный продольный профиль. Почвенный покров представлен различными типами чернозёмов и тёмно-серыми лесными почвами. Чернозёмы преобладают на выровненных поверхностях террас, а также на пологих склонах. Выщелоченные и оподзоленные чернозёмы развиты севернее реки Белая. Тёмно-серые лесные почвы

распространены на повышенных элементах рельефа. На крутых склонах преобладают грубоскелетные и эродированные чернозёмы, а в поймах рек — аллювиальные почвы. На территории данного округа присутствуют запечатанные почвы [16].

Степная растительность представлена злаково-разнотравными и ковыльно-разнотравными ассоциациями. Наиболее богатые степи распространены на пологих склонах и в ложбинах. На крутых склонах степи бедные, они сочетаются с кустарниками: карагана, степная вишня. Лесная растительность приурочена к более повышенным элементам рельефа и представлена островками. Леса представлены липой с примесью дуба, клена, берёзы и осины на тёмно-серых лесных почвах. Также встречаются водораздельные леса с дубом и берёзой. Область представлена шестью районами.

Приселеукский район с холмисто-равнинным рельефом и слабой остепнённостью. Степень облесённости более 40%. Встречаются оподзоленные почвы. Данный район отличается большим уровнем антропогенной нагрузки на природные экосистемы [17].

Торский район является более приподнятым и облесенным. Здесь также встречаются оподзоленные почвы.

Нугушско-Бельский район представлен равнинными пространствами. Он значительно остепнен и слабо облесён. Здесь развиты типичные чернозёмы, а также аллювиальные почвы [8].

Наказский район представлен низкогорным рельефом. Район значительно остепнен, степень облесённости около 40%. В данном районе преобладают чернозёмы разного типа и тёмно-серые лесные почвы.

Приикский район представлен выравненными остепнёнными пространствами, которые сильно распаханы. Лесов здесь нет, преобладают выщелоченные и типичные чернозёмы.

Ташлинско-Чебеньский район представлен междуречьем Большого Ика и Сакмары, которое сильно остепнено. Рельеф представлен равнинными поверхностями, которые практически все распаханы, и холмисто увалистыми склонами. Лесная растительность здесь байрачного типа. Почвы представлены чернозёмами обыкновенными и эродированными.

## **ВЫВОДЫ**

При оценке современного состояния какого-либо природного объекта очень важно уделять внимание его физико - географическим характеристикам, что позволит выстроить чёткую структуру территориальной дифференциации и в дальнейшем создать наиболее выгодную стратегию мониторинга на данных территориях. Сохранение лесостепей Башкортостана — сложнейшая экологическая и хозяйственная проблема, поэтому изучение современного состояния этих территорий важно для её решения.

Ландшафты южной лесостепи, рассмотренные в данной статье, имеют высокую степень воздействия на них промышленных и сельскохозяйственных предприятий;

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЛАНДШАФТЫ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН НА ОСНОВЕ  
ТРУДОВ И. П. КАДИЛЬНИКОВА

---

для сельского хозяйства данной подзоны характерно преимущественно растениеводческое направление использования территории. Подзона южной лесостепи Республики Башкортостан занимает особое положение, основанное на оптимальном сочетании природных условий, важных для современного природопользования. Необходимо выделить, что в этой подзоне относительно небольшие площади заняты условно-естественными ландшафтами, также для неё характерно присутствие природных объектов включенных в список особо охраняемых природных территорий.

Подзона южной лесостепи Республики Башкортостан занимает особое положение, основанное на оптимальном сочетании природных условий, важных для современного природопользования. Для изучаемой территории характерна сложная дифференциация природных условий, что привело к неоднократному пересмотру сложившихся ранее схем комплексного физико – географического районирования.

### Список литературы

1. Усманова А.Р., Хизбуллина Р.З., Фахретдинова Г.А. Физико-географическая наука в Башкирском государственном университете через призму лет // Вестник Забайкальского государственного университета. Том 20. №6. 2019. С. 46–54.
2. Атлас Башкирской АССР. М.: ГУГК. 1976. 31 с.
3. Атлас Республики Башкортостан. М.: Комитет по геодезии и картографии РФ, 1992. 40 с.
4. Атлас Республики Башкортостан. Уфа: Китап, 2005. 419 с.
5. Кадильников И.П. и др. Физико-географическое районирование Башкирской АССР. Уфа, 1964. 210 с.
6. Попов Г.В. Леса Башкирии. Уфа: Башкиргиздат, 1980. 248 с.
7. Бигильдина Э.Р., Бакиева Э.В., Вильданов И.Р., Галеева Э.В., Нигматуллин А.Ф. Современный взгляд на ландшафты барьерного подножья Южного Урала на основе трудов Ф.М. Максютова // Астраханский вестник экологического образования, выпуск №3. 2022. С. 63–71.
8. Акбиров Р.А. Зонально-экологические особенности и оценка воспроизводства плодородия почв лесостепной зоны Республики Башкортостан. Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. сельскохозяйственных наук. Уфа, БГАУ, 2005. 325 с.
9. Усманова А.Р. Физико-географические исследования Южного Урала и Приуралья в XX веке. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Уфа: БашГУ, 2013. 212 с.
10. Сулейманов Р.Р. и др. Введение в изучение почв: учебное пособие. Уфа: РИЦ БашГУ, 2021. 124 с.
11. Шакиров А.В. Физико-географическое районирование Урала. Екатеринбург: Уро РАН, 2011. 617 с.
12. Япаров И.М., Усманова А.Р., Вильданов И.Р., Музафаров Р.Р., Латыпов Т.А. Современное состояние южноуральских ландшафтов барьерного подножья // Астраханский вестник экологического образования, выпуск №3. 2021. С. 87–91.
13. Миндибаев Р.А. Особенности формирования почв северо-восточной лесостепи Башкортостана и оценка их плодородия как основы земельного кадастра. Уфа: материалы диссертации, БГАУ, 2005. 52 с.
14. Максютов Ф.А. Барьерный эффект гор и ландшафты Южного Урала и Приуралья // Вопросы физической географии и геоморфологии Урала и сопредельных территорий; Ученые записки Башк. гос. ун-та, Вып. 68. Сер. геогр. наук. №5. 1974. С. 18–37.
15. Мильков Ф.Н. К вопросу о ландшафтной асимметрии Среднерусской возвышенности // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 1963. С. 67–69.
16. Мещеряков П.В., Шлюндт С.А. Организационно-методические особенности изучения почв и их функций во время учебной тематической экскурсии // Вестник ТГУ, 2014. С. 1535–1537.
17. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Ибатуллин У.Г. Экология Башкортостана. Уфа: Табигат, 2005. 239 с.

18. Сайт Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан. [Электронный ресурс] URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/activity/27330/> (дата обращения: 19.10.2021).

**MODERN VIEW OF THE LANDSCAPES OF THE SOUTHERN FOREST-  
STEPPE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN BASED  
ON THE WORKS OF I. P. KADILNIKOV**

*Galeeva E. M.<sup>1</sup>, Sattarov V. V.<sup>2</sup>, Hizbullina R. Z.<sup>3</sup>*

*<sup>1,2,3</sup>Bashkir State University, Ufa, Russian Federation*

*E-mail: <sup>1</sup>elya.galeewa2012@yandex.ru, <sup>2</sup>s\_valera891@mail.ru, <sup>3</sup>hizbullina@yandex.ru*

In the practice of geographical research an important place belongs to the characterization of natural and ecological conditions of specific territories, since the importance of processes occurring in the local area contributes to a deeper understanding of the contradictory relations between nature and society as a whole. Rational use of natural resources should be based on a comprehensive study of natural features of regions, which are reflected in the schemes of physical and geographic zoning.

The territory studied in this article vividly demonstrates the "cooperation" of man and nature. Within the forest-steppe zone there is an optimal (or close to it) ratio of moisture and evaporation, the most fertile types of soils are confined to this region, the highest population density is observed here, most of the large settlements are located, the main industrial and agricultural production is concentrated. Therefore, it is very important to correctly assess the complex differentiation of the natural environment of the region and to correctly identify the taxonomic units that form the basis of physical and geographical zoning.

Fundamental work on zoning the Republic of Bashkortostan as a whole was first carried out in 1964 by a team of the Department of Physical Geography and Terrestrial Hydrology at Bashkir State University. Later, in editions of Atlases of the Republic published in 1976, 1992 and 2005, the zoning schemes were revised and clarified. This mainly applied to the western part of the republic. There is therefore a need for a detailed analysis of each of these schemes. This paper reviews the 1964 work and provides a detailed description of the current natural conditions of the region in question, taking into account changes in climatic conditions in recent decades.

The study used such general scientific and special methods as analysis and synthesis, descriptive, comparative geographical, grouping method, cartographic, and geoinformation. The authors of the article relied on the works of P.I. Kadilnikova, a series of articles on "Physical-geographical zoning of the Bashkir ASSR".

The practical part of the study is represented by the assessment of the current state of natural conditions of physical-geographical units of the southern forest-steppe subzone of the Republic of Bashkortostan. The authors made a map "Subzones of the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan" (according to the zoning variant of 1964).

The study describes the main natural components of the southern sub-zone of the forest-steppe of the Republic of Bashkortostan. The southern forest-steppe subzone of the Republic of Bashkortostan is represented by five area, within which their own districts are

distinguished: 1) the Belebey Upland area; 2) Chermasansko-Ashkadarsky area; 3) the Left shore Pribelskiy area; 4) Obshchesyrtta upland area; 5) Seleuško-Ik area.

The conservation of forest-steppes in Bashkortostan is a complex ecological and economic problem, so the study of the current state of these territories is important for its solution. When assessing the current state of any natural object, it is very important to pay attention to its physical and geographical characteristics, which will allow to build a clear structure of territorial differentiation and further to create the most profitable monitoring strategy on these territories.

**Keywords:** Republic of Bashkortostan, physical-geographical zoning, forest-steppe area, forest-steppe district, plant communities.

#### References

1. Usmanova A.R., Hizbullina R.Z., Fahretdinova G.A. Fiziko-geograficheskaya nauka v Bashkirskom gosudarstvennom universitete cherez prizmu let // Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tom 20. №6. 2019. S. 46–54. (In Russian).
2. Atlas Bashkirskoj ASSR. M.: GUGK. 1976. 31 s. (In Russian).
3. Atlas Respubliki Bashkortostan. M.: Komitet po geodezii i kartografii RF, 1992. 40 s. (In Russian).
4. Atlas Respubliki Bashkortostan. Ufa: Kitap, 2005. 419 s. (In Russian).
5. Kadil'nikov I.P. i dr. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie Bashkirskoj ASSR. Ufa, 1964. 210 s.
6. Popov G.V. Lesa Bashkirii. Ufa: Bashknigoizdat, 1980. 248 s. (In Russian).
7. Bigil'dina E.R., Bakieva E.V., Vil'danov I.R., Galeeva E.V., Nigmatullin A.F. Sovremennyy vzglyad na landshafty bar'ernogo podnoz'hya YUzhnogo Urala na osnove trudov F.M. Maksyutova // Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya, vypusk №3. 2022. S. 63–71. (In Russian).
8. Akbirov R.A. Zonal'no-ekologicheskie osobennosti i ocenka vosproizvodstva plodorodiya pochv lesostepnoj zony Respubliki Bashkortostan. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni dokt. sel'skohozyajstvennyh nauk. Ufa, BGAU, 2005. 325 s. (In Russian).
9. Usmanova A.R. Fiziko-geograficheskie issledovaniya YUzhnogo Urala i Priural'ya v XX veke. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata geograficheskikh nauk. Ufa: BashGU, 2013. 212 s. (In Russian).
10. Sulejmanov R.R. i dr. Vvedenie v izuchenie pochv: uchebnoe posobie. Ufa: RIC BashGU, 2021. 124 s. (In Russian).
11. SHakirov A.V. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie Urala. Ekaterinburg: Uro RAN, 2011. 617 s. (In Russian).
12. Yaparov I.M., Usmanova A.R., Vil'danov I.R., Muzafarov R.R., Latypov T.A. Sovremennoe sostoyanie yuzhnoural'skih landshaftov bar'ernogo podnozhiya // Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya, vypusk №3. 2021. S. 87–91. (In Russian).
13. Mindibaev R.A. Osobennosti formirovaniya pochv severo-vostochnoj lesostepi Bashkortostana i ocenka ih plodorodiya kak osnovy zemel'nogo kadastra. Ufa: materialy dissertacii, BGAU, 2005. 52 s. (In Russian).
14. Maksyutov F.A. Bar'ernyy effekt gor i landshafty YUzhnogo Urala i Priural'ya // Voprosy fizicheskoy geografii i geomorfologii Urala i sopredel'nyh territorij; Uchenye zapiski Bashk. gos. un-ta, Vyp. 68. Ser. geogr. nauk. №5. 1974. S. 18–37. (In Russian).
15. Mil'kov F.N. K voprosu o landshaftnoj asimmetrii Srednerusskoj vozvysheynosti // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5. Geografiya. 1963. S. 67–69. (In Russian).
16. Meshcheryakov P.V., SHlyundt S.A. Organizacionno-metodicheskie osobennosti izucheniya pochv i ih funkciy vo vremya uchebnoj tematicheskoy ekskursii // Vestnik TGU, 2014. S. 1535–1537. (In Russian).
17. Mirkin B.M., Naumova L.G., Ibatullin U.G. Ekologiya Bashkortostana. Ufa: Tabigat, 2005. 239 s. (In Russian).
18. Sajt Ministerstva prirodopol'zovaniya i ekologii Respubliki Bashkortostan. [Elektronnyj resurs] URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/activity/27330/> (data obrashcheniya: 19.10.2021).
- 19.

*Поступила в редакцию 25.07.2022 г.*

УДК 551.512

## ПРОГНОЗ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

*Кузнецов И. Е.<sup>1</sup>, Черепанов Д. В.<sup>2</sup>, Насонов А. А.<sup>3</sup>, Дорофеев В. В.<sup>4</sup>*

*<sup>1,2,3,4</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация  
E-mail: <sup>3</sup>alexeynasonov@list.ru*

В статье представлен способ прогноза высоты нижней границы облачности в различных синоптических ситуациях характерных для весенне-летнего периода прибрежных районов юга Приморского края.

**Ключевые слова:** синоптические ситуации, высота нижней границы облачности, прогноз, сложные метеорологические условия, безопасность полётов.

### ВВЕДЕНИЕ

Высота нижней границы облачности (ВНГО) и видимость являются основными факторами определяющими степень сложности метеорологических условий при выполнении полётов авиацией. К сложным метеорологическим условиям (СМУ) относятся визуальные полёты, выполняемые воздушными судами (ВС) под низкими облаками (ВНГО менее 600 метров) Для каждого типа ВС определены значения ВНГО и видимости, при которых полеты считаются выполненными в СМУ [1].

ВНГО определяет тип распределения горизонтальной видимости под облаками, являющиеся наклонной полетной видимостью из кабины ВС.

Поэтому при прогнозировании метеорологических условий (ВНГО и видимости) при полетах авиации по правилам визуальных полётов возникает противоречие, заключающиеся в отождествлении метеорологической дальности видимости (видимости у земли на фоне неба) с полётной видимостью (видимостью из кабины ВС). Представленное противоречие в особенности актуально для прибрежных районов Приморского края, где в весенне-летний период характерен муссонный климат.

Методы, разработанные для Европейской территории, практически полностью не удовлетворяют требованиям потребителей метеорологической информации.

Разрешить противоречие возможно с помощью решения научной задачи, заключающейся в прогнозировании ВНГО в муссонном климате и выявлении при этом связей и закономерностей, влияющих на значения полетной дальности видимости.

### 1. СПОСОБ ПРОГНОЗА ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ СИНОПТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ

От точного прогноза ВНГО зависит качество подбора лётного состава, способного, исходя из уровня подготовки, выполнить запланированные авиационные полёты.

В целях повышения безопасности полётов от метеоспециалистов требуется знание условий образования опасных явлений погоды, умение сочетать

## ПРОГНОЗ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

---

возникновение опасных явлений с характерными синоптическими процессами и барическими системами.

Опыт планирования и производства полётов показывает, что только всесторонняя и грамотная оценка метеорологической обстановки на земле и в воздухе гарантирует безопасность полетов в метеорологическом отношении.

Исходя из этого, прогноз ВНГО является одним из основных и значимых прогнозов при планировании и выполнении полётов ВС.

Появление низкой облачности обуславливает:

- высокое влагосодержание воздуха в приземном слое (влажность больше 85 %);
- активный турбулентный обмен, в антициклоне присутствует постоянно, в районах с малоподвижными барическими образованиями наблюдается при вертикальном градиенте температуры в нижнем слое атмосферы  $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ ;
- наличие инверсии оседания, расположенной выше уровня конденсации.

Наличие нисходящих потоков движения и радиационных понижений температуры способствует образованию приподнятой инверсии. В силу этого слой воздуха расположенный под слоем инверсии будет изолирован от влияния вышележащих слоев. Активный турбулентный обмен будет наблюдаться только в слое от земли до нижней границы инверсии ( $Ri < 1$ ). Накопление влаги под слоем инверсии способствует достижению в некотором слое воздуха состояния насыщения, то есть в данном слое образуется облачность [2].

Используемые в настоящее время способы прогноза ВНГО были разработаны для Европейской территории страны, а их оправдываемость составляет не более 75 % (способы Абрамовича Г.К., Гоголевой Е.И., Волконского В.Н., Спарышкиной З.А., Швеца М.Е., Лугченко А.К., Рубинштейна М.В.) [3].

Апробация указанных способов в южных районах Приморского края, не даёт требуемой точности прогнозов, а некоторые из них не применялись, в связи с отсутствием значений метеорологических величин используемых в качестве предикторов. Следовательно, рассматриваемый метеорологический параметр необходимо прогнозировать иными способами [4].

При разработке способа прогноза высоты нижней границы внутримассовой облачности, рассматривался весенне-летний период, в котором наблюдается максимальная повторяемость внутримассовой низкой облачности (таблица 1) [4,5].

Из таблицы 1 видно, что повторяемость внутримассовой облачности с нижней границей менее 300 метров и более 300 метров отличается не значительно, что затрудняет использование синоптического метода прогноза образования низкой облачности в указанный период.

*Целью работы* является улучшение качества прогнозов ВНГО ниже 300м в различных синоптических ситуациях и получения точной метеорологической информации, необходимой потребителю [6, 7].

Таблица 1.

Тип синоптической ситуации	Количество случаев со значениями ВНГО	
	ВНГО менее 300м	ВНГО более 300 м
Передняя часть Zп (циклона)	91	55
Тёплый сектор Zп (циклона)	78	64
Западная периферия Az (антициклона)	69	77
Всего	238	196

## 2. ПРОГНОЗ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ВНУТРИМАССОВОЙ ОБЛАЧНОСТИ В ПЕРЕДНЕЙ ЧАСТИ ЦИКЛОНА

В основу способа на первом этапе для прогноза высоты нижней границы менее 300 метров использовался дискриминантный анализ. После формирования выборки, отбора предикторов методом просеивания, для анализа промежуточных результатов на основе непараметрического метода было получено уравнение дискриминантной функции (формула 1) [3,4].

$$\frac{\sqrt{(Td_+ - Td)^2 + (Ri_+ - Ri)^2} + (T_{925+} - T_{925})^2}{\sqrt{(Td_- - Td)^2 + (Ri_- - Ri)^2} + (T_{925-} - T_{925})^2} \quad (1)$$

где  $Td$  – значение температуры точки росы у поверхности земли,  $Ri$  – значение параметра Ричардсона,  $T_{925}$  – значение температуры воздуха на поверхности 925 гПа.

Результаты прогноза высоты нижней границы облаков в передней части циклона менее 300 метров представлены на рис. 1.



Рис.1. Результаты прогноза высоты нижней границы облачности.

Составлено авторами.

**ПРОГНОЗ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД**

Из рис.1 видно, что, число оправдавшихся прогнозов составляет 80%, а число ошибок составляет 20%.

В качестве критериев успешности разработанного прогностического способа были использованы общая оправдываемость, критерий Обухова и Багрова [3,4].

В таблице 2 представлены расчетные значения критериев успешности прогноза.

Таблица 2.

Критерии успешности прогноза			
Тип выборки	Общая оправдываемость	Критерий Багрова	Критерий Обухова
Обучающая	0,81	0,66	0,63
Контрольная	0,79	0,62	0,6

Из анализа расчётных значений, представленных в таблице 2 видно, что данный способ может быть применим для дальнейшего использования.

После анализа первичных результатов, прогнозирование ВНГО, возможно выполнить используя следующее уравнение регрессии (формула 2):

$$H_{+12} = 253,8 + 73,3D + 16,6(T - T_{925}) - 17,3Ri \quad (2)$$

где  $H_{+12}$  – прогностическое значение высоты нижней границы облаков через 12 часов,  $D$  – значение дефицита у поверхности земли,  $T - T_{925}$  – разность температур у поверхности земли на поверхности 925гПа.

На рис. 2 представлены результаты сравнения ошибок прогноза ВНГО разработанным способом и способом Абрамовича.

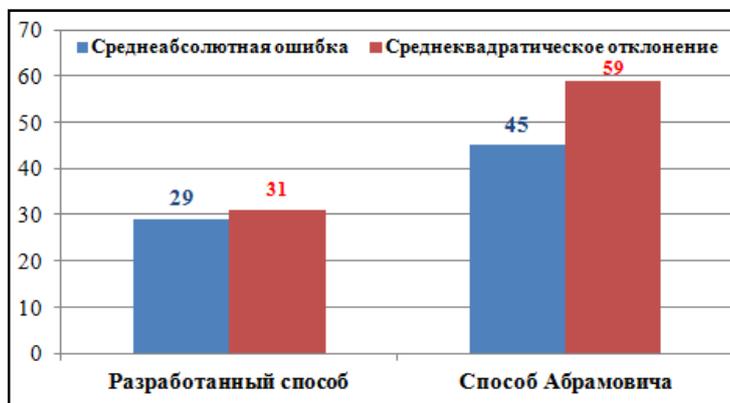


Рис. 2. Значения среднеабсолютных и среднеквадратических ошибок прогнозов высоты нижней границы облаков.

Составлено авторами.

Из рис. 2 видно, что среднеабсолютная ошибка и среднеквадратическая ошибка разработанного способа составляют 29 и 31 метр, а способа Абрамовича 45 и 59 метров. Ошибки разработанного способа прогнозирования ВНГО меньше практически в 2 раза.

### 3. ПРОГНОЗ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ВНУТРИМАССОВОЙ ОБЛАЧНОСТИ В ТЕПЛОМ СЕКТОРЕ ЦИКЛОНА

Промежуточные результаты получены при использовании уравнения 1 (формула 1), представлены на рис. 3.

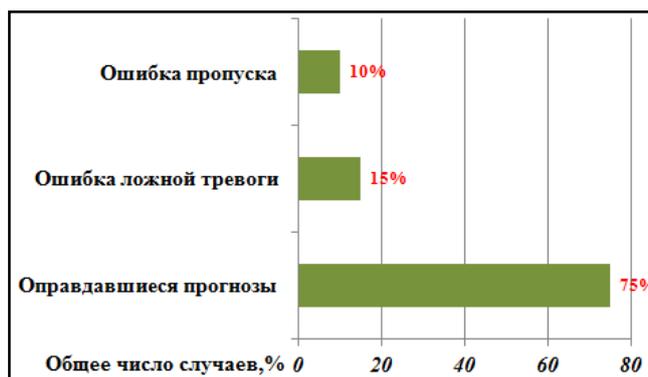


Рис. 3. Результаты прогноза высоты нижней границы облачности.  
Составлено авторами.

Из анализа рисунка 3 видно, что число оправдавшихся прогнозов составляет 75%, а число неоправдавшихся прогнозов составляет 25%, из которых ошибки ложной тревоги 15%, а ошибки пропуска 10%.

В таблице 3 представлены расчетные значения критериев успешности прогноза.

Таблица 3.

Тип выборки	Критерии успешности прогноза		
	Общая оправдываемость	Критерий Багрова	Критерий Обухова
Обучающая	0,80	0,68	0,67
Контрольная	0,75	0,64	0,60

Проанализировав значения критериев успешности, представленных в таблице 3, видим, что уравнение 1(формула 1) возможно использовать и для прогноза ВНГО в теплом секторе циклона.

После анализа первичных результатов, прогнозирование ВНГО, возможно выполнить используя следующее уравнение регрессии (формула 3):

$$H_{+12} = 220,8 + 75,3D + 3,7T - 586,8Ri \quad (3)$$

## ПРОГНОЗ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Разработанный способ более точно прогнозирует ВНГО (рис. 4).

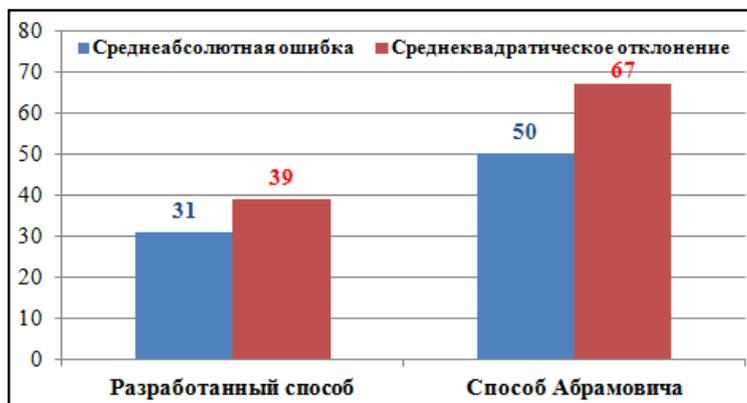


Рис. 4. Значения среднеабсолютных и среднеквадратических ошибок прогнозов высоты нижней границы облаков.

Составлено авторами.

Анализ рис.4 показал, что среднеабсолютная ошибка и среднеквадратическая ошибка разработанного способа составляют 31 и 39 метров, а способа, разработанного Абрамовичем, — 50 и 67 метров.

### 4. ПРОГНОЗ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ВНУТРИМАССОВОЙ ОБЛАЧНОСТИ НА ПЕРИФЕРИИ АНТИЦИКЛОНА

Для получения промежуточных результатов было использовано уравнение дискриминантной функции на основе метода наименьших квадратов (формула 4).

$$L = 0,42 - 0,04D - 0,02D_{925} - 0,01Td_{925} + 0,27Ri \quad (4)$$

где  $L$  – значение функции принадлежности,  $D_{925}$  – дефицит на поверхности 925 гПа,  $Td_{925}$  – температура точки росы на поверхности 925 гПа.

Число оправдавшихся прогнозов составляет 78%, а число неоправдавшихся прогнозов составляет 22%, из которых ошибки ложной тревоги 12%, а ошибки пропуска 10% (рис. 5).

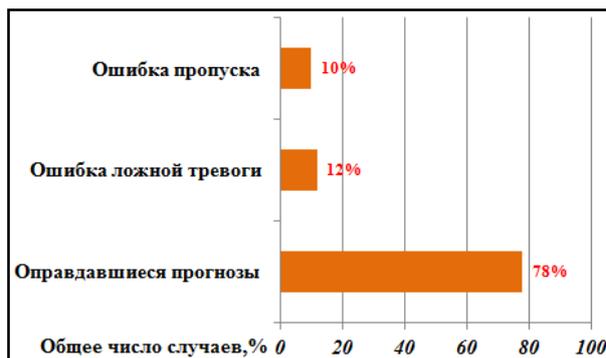


Рис. 5. Результаты прогноза высоты нижней границы облачности.  
Составлено авторами.

В таблице 4 представлены расчетные значения критериев успешности прогноза ВНГО, которые удовлетворяют требованиям предъявляемых к метеорологической информации потребителями [8, 9, 10, 11].

Таблица 4.

Критерии успешности прогноза

Тип выборки	Общая оправдываемость	Критерий Багрова	Критерий Обухова
Обучающая	0,82	0,65	0,68
Контрольная	0,76	0,62	0,65

После получения первичных результатов, применяем уравнение регрессии для уточнения ВНГО (формула 5).

$$H_{+12} = 170 + 114,7D - 16,1D_{925} + 5,3Td_{925} - 29,7Ri \quad (5)$$

Среднеабсолютные и среднеквадратические ошибки представлены на (рис.6).

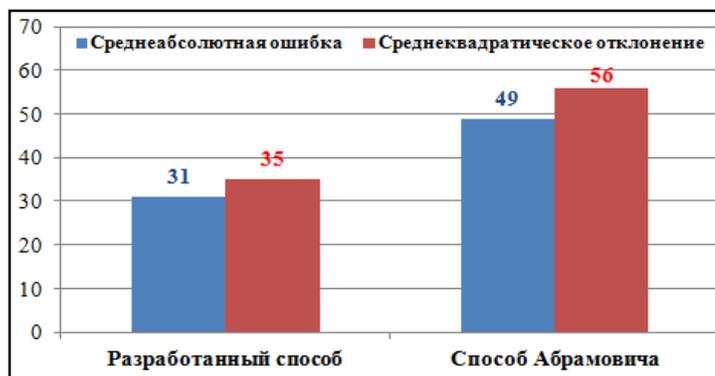


Рис. 6. Значения среднеабсолютных и среднеквадратических ошибок прогнозов ВНГО.  
Составлено авторами.

## ПРОГНОЗ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Анализ рис. 6 показал, что среднеабсолютная ошибка и среднеквадратическая ошибка разработанного способа составляют 31 и 35 метров, а способа Абрамовича 49 и 56 метров.

Разработанный способ по отношению к ранее используемому способу позволяет в 1,5 раза точнее прогнозировать ВНГО, что предоставляет более точные данные значений ВНГО при планировании и выполнении полётов авиации.

### ВЫВОДЫ

Разработанный способ прогноза ВНГО с заблаговременностью до 12 часов в южных районах Приморского края, основанный на использовании методов регрессионного и дискриминантного анализа позволяют точнее спрогнозировать высоту нижней границы внутримассовой облачности, что в свою очередь существенно повлияет на определение полётной видимости и безопасность выполнения спланированных авиационных полётов ВС.

Полученные результаты отражают качество разработанного способа прогнозирования ВНГО и удовлетворяют требованиям потребителей метеорологической информации.

Важным фактором является то, что в ходе разработки прогноза были минимизированы ошибки пропуска по отношению к ошибкам ложной тревоги, что существенно улучшает возможность применения разработанного способа при прогнозировании метеорологических условий (ВНГО и видимости).

### Список литературы

1. Федеральные авиационные правила полетов в воздушном пространстве Российской Федерации (ФАПП – 2002). М.: Воениздат, 2002. 96 с.
2. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 780 с.
3. Баранов А.М. Авиационная метеорология / А.М. Баранов, С.В. Солонин. СПб.: Гидрометеиздат, 1981, 186 с.
4. Швер У.А. Климат Владивостока. Л.: Гидрометеиздат, 1978, 250 с.
5. Полякова О.О., Каплуненко Д.Д. Типы атмосферной циркуляции над северной частью Тихого океана и их изменчивость. // Изучение глобальных изменений на Дальнем Востоке/ ТИГ ДВО РАН. Владивосток, 2007, С. 141–150.
6. Дорофеев В.В., Нахмансон Г.С., Ковалев В.И. Полетная видимость. Воронеж: Воронежский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2013. 280 с.
7. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации России (НМО ГА-95) (1995). М.: Транспорт. 204 с.
8. Федеральное агентство воздушного транспорта Российской авиации: [Электронный ресурс] URL:<https://m.favt.gov.ru> (дата обращения: 12.04.2022).
9. Содружество авиационных экспертов: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aex.ru/docs/4/> (дата обращения: 24.02.2022).
10. Анализ состояния безопасности полётов в гражданской авиации: [Электронный ресурс] URL:<https://aviaforum.ams3.cdn.digitaloceanspaces.com> (дата обращения: 15.04.2022).
11. Межгосударственный авиационный комитет: [Электронный ресурс]. URL:<https://mak-iac.org/rassledovaniya/> (дата обращения: 04.05.2022).

**FORECAST OF THE HEIGHT OF THE LOWER BOUND OF CLOUD IN THE  
SOUTHERN REGIONS OF PRIMORSKY KRAI  
IN THE SPRING-SUMMER PERIOD**

*Kuznetsov I. E.<sup>1</sup>, Cherepanov D. V.<sup>2</sup>, Nasonov A. A.<sup>3</sup>, Dorofeev V. V.<sup>4</sup>*

*<sup>1,2,3,4</sup>Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy, Voronezh, Russian Federation  
E-mail: <sup>3</sup>alexeynasonov@list.ru*

The height of the cloud base (CLB) and visibility are the main factors determining the degree of complexity of meteorological conditions during aviation flights. Severe meteorological conditions (SMC) include visual flights performed by aircraft (AC) under low clouds (VLGO less than 600 meters). For each type of aircraft, the values of VNGO and visibility are determined, at which flights are considered to be performed in SMU.

VNGO determines the type of distribution of horizontal visibility under the clouds, which is oblique flight visibility from the cockpit.

Therefore, when predicting meteorological conditions (VNGO and visibility) during aviation flights according to the rules of visual flights, a contradiction arises, consisting in identifying the meteorological visibility range (visibility near the ground against the sky) with flight visibility (visibility from the aircraft cockpit). The presented contradiction is especially relevant for the coastal regions of Primorsky Krai, where the monsoon climate is typical in the spring-summer period.

It is possible to resolve the contradiction by solving a scientific problem, which consists in forecasting VNGO in a monsoon climate and identifying relationships and patterns that affect the values of the flight visibility range.

**Keywords:** synoptic situations, cloud base height, forecast, difficult meteorological conditions, flight safety.

**References**

1. Federal'nyye aviatsionnyye pravila poletov v vozdušnom prostranstve Rossiyskoy Federatsii (FAPP – 2002). M.: Voenizdat, 2002. 96 s. (in Russian).
2. Matveyev L.T. Fizika atmosfery / L. T. Matveyev. SPb.: Gidrometeoizdat, 2000. 780 s. (in Russian).
3. Baranov A.M. Aviatsionnaya meteorologiya /A.M. Baranov, S.V. Solonin. SPb.: Gidrometeoizdat, 1981, 186 s. (in Russian).
4. Shver U.A. Klimat Vladivostoka. L.: Gidrometeoizdat, 1978, 250 s. (in Russian).
5. Polyakova O.O., Kaplunenko D.D. Tipy atmosfery tsirkulyatsii nad severnoy chast'yu Tikhogo okeana i ikh izmenchivost'. // Izucheniye global'nykh izmeneniy na Dal'nem Vostoke/ TIG DVO RAN. Vladivostok, 2007, S. 141–150. (in Russian)
6. Dorofeev V.V., Nakhmanson G.S., Kovalev V.I. flight visibility. - Voronezh: Voronezh TSNTI - branch of the Federal State Budgetary Institution "REA" of the Ministry of Energy of Russia, 2013. 280 p. (in Russian).
7. Manual on the meteorological support of civil aviation in Russia (NMO GA-95) (1995). M.: Transport. 204 p. (in Russian).
8. . Federal Air Transport Agency of the Russian Aviation: [Electronic resource] URL: <https://m.favt.gov.ru> (date of access: 12/04/2022). (in Russian).
9. Commonwealth of Aviation Experts: [Electronic resource] URL: <https://www.aex.ru/docs/4/> (date of access: 24/02/2022). (in Russian)

ПРОГНОЗ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАЧНОСТИ В ЮЖНЫХ  
РАЙОНАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

---

10. Aviation accidents: causes, analysis, reports, investigations: [Electronic resource] URL: <https://avia.pro/blog/aviacionnye-proisshestviya> (date of access: 15/04/2022). (in Russian).
11. Analysis of the state of flight safety in civil aviation: [Electronic resource] URL: <https://aviaforum.ams3.cdn.digitaloceanspaces.com> (date of access: 04/05/2022). (in Russian).

*Поступила в редакцию 22.01.2023 г.*

УДК 504

**ПИРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ, ВЛИЯЮЩИЕ  
НА РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ  
ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА  
«МАЛАЯ СОСЬВА» ИМ. В. В. РАЕВСКОГО)»**

*Пигарёва А. Е.*

*Тюменский государственный университет, Тюмень, Российская Федерация  
E-mail: Dudoladova25@mail.ru*

В статье изучается влияние водно-физических свойств почв и гранулометрического состава на природную пожарную опасность. В ходе работы проведено морфологическое описание и определены основные типы почв на участках заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского», наиболее часто подвергавшихся лесным пожарам. По результатам исследований составлена карта природной пожарной опасности территории заповедника с учетом водных свойств почв. Пирологические характеристики почв и почвообразующих пород в дальнейшем будут учтены при комплексном районировании природной пожарной опасности ландшафтов заповедника «Малая Сосьва» им. В. В. Раевского». **Ключевые слова:** пожароопасность, тип почв, водопроницаемость, влагоёмкость, лесные пожары, заповедник «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского».

**ВВЕДЕНИЕ**

Ханты-Мансийский автономный округ–Югра (ХМАО–Югра), по данным Российского центра защиты леса, занимает лидирующие позиции по количеству природных возгораний среди субъектов Российской Федерации (РФ) [1]. На территории заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского» (далее - заповедник), расположенного в пределах ХМАО–Югры, главным фактором, влияющим на сокращение площадей таёжных ландшафтов по данным Всемирного фонда дикой природы [2], являются пожары природного характера.

Анализ природной пожарной опасности любого региона складывается из покомпонентной оценки нескольких факторов, к числу которых следует отнести: погодные условия [3], наличие лесных горючих материалов, наличие гидрологической сети (реки, озёра) а также гранулометрический состав и водно-физические свойства почв и почвообразующих пород (ПП) [4; 5]. Изучение свойств почв территории заповедника, которые могут способствовать или сдерживать возгорание и продвижение огня, формируя тем самым пирологические характеристики территории, ранее не проводилось. Много работ посвящено, тому, как лесные пожары влияют на процессы почвообразования [6-12]. Но именно почву, как фактор горимости лесов рассматривают не многие [4; 5]. Следует отметить, что почвы влияют на увлажнение растительных сообществ [13], являющихся при пожаре объектом горения, следовательно, при анализе пожарной обстановки необходимо учитывать гранулометрический состав и водно-физические свойства почв.

Целью представленной работы является оценка степени влияния пирологических характеристик почв на пожарную опасность ландшафтов территории заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского».

## ПИРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «МАЛАЯ СОСЬВА» ИМ. В. В. РАЕВСКОГО)

---

Результаты оценки влияния пирологических характеристик почв на природную пожарную опасность (ППО), во-первых, позволят провести пирологическое районирование территории, при котором будет учтены помимо пирологических особенностей почв, погодные условия, наличие лесных горючих материалов; а во-вторых, полученная информация создаст научно-методическую основу для прогнозирования возникновения и распространения лесных пожаров на территории заповедника.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходными материалами для работы послужили: данные полевых исследований авторов, лесоустройства, архивные материалы заповедника (журнал учета лесных пожаров, летопись природы и пр.), данные Ханты-Мансийской базы авиационной и наземной охраны лесов, ландшафтная (2018) и почвенная карты (1983), которые находятся в фонде заповедника. Дополнительная информация о количестве и локализации лесных пожаров, получена по мультиспектральным разновременным снимкам серии Landsat, с пространственным расширением 30 и 60 м. В работе был изучен большой спектр снимков за летний период с 1987 по 2019 годы. Методом наложения одного снимка на другой была определена давность пожаров. Источником космической информации является сайт Геологической службы США – USGS [14]. При сопоставлении исходных данных была составлена карта пирологических характеристик почв с учетом их влагоемкости и водопроницаемости.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В 2017 году на территории Заповедника проводились ландшафтные исследования, в рамках которых оценивалась почвенно-геохимическая обстановка, в процессе были заложены и описаны почвенные разрезы. Разрезы закладывались на наиболее типичных элементах рельефа. Гранулометрический состав определялся органолептическим методом, часть образцов подвергалась лабораторному зерновому анализу по ГОСТ 12536-2014, влажность почв определялась полевыми методами [15]. Кроме того, одной из задач почвенных исследований являлось приведение названий почв к новой классификации (2004), так как имеющаяся почвенная карта (1983) в фонде заповедника, созданная на основе классификация 1977 г. перестала соответствовать современному объему знаний и представлений о генезисе и географии почв России. Классификация 2004 г. является вариантом, приближенным к Международной классификации почв, опирающейся на субстантивно-генетический принцип, в отличие от эколого-генетического принципа классификации 1977 г.

Пирологическая характеристика почв оценивалась через такие показатели, как водопроницаемость (способность почвы пропускать через себя гравитационную влагу) и влагоемкость, под которой понимают способность поглощать и удерживать наибольшее количество воды. Известно, что грунты по степени влагоемкости делятся: на влагоемкие (торф, глины, суглинки); слабовлагоемкие (супеси) и невлагоемкие (скальные грунты, пески) [16]. Таким образом, гранулометрический состав почв опосредованно регулирует увлажнение произрастающей на них

растительности и влияет на риски начала возгорания. Так, почвы легкого гранулометрического состава — песчаные и супесчаные обладают хорошей водопроницаемостью и имеют низкую водоудерживающую способность, а почвы суглинистые и глинистые отличаются более высокой водоудерживающей способностью (влагоемкостью) и меньшей водопроницаемостью [17, 18]. Ниже в табл. 1 представлены морфологические описания наиболее распространенных типов почв на территории Заповедника.

Таблица 1.

Морфологические характеристики почв Заповедника  
«Малая Сосьва» им. В. В. Раевского»

Горизонт	Глубина, см	Морфологические характеристики
<b>АЛЛЮВИАЛЬНАЯ СЕРОГУМУСОВАЯ ГЛЕЕВАТАЯ</b>		
AУ	<u>0-10</u> 10	Темно-серый, тяжелый суглинок, комковатый с хорошо разложившейся органикой, уплотненный, свежий, встречаются корни, переход постепенный.
Cg	<u>10-50</u> 40	Коричневато-серый с красно-коричневыми и сизыми пятнами, уплотненный тяжелый суглинок, творожистой структуры, свежий, встречаются редкие корни.
<b>ГЛЕЕЗЕМ ТИПИЧНЫЙ</b>		
O	<u>0-13</u> 13	Темно-коричневый, тяжелый суглинок, слаборазложившаяся травянисто-моховая подстилка, сложенная живыми растениями, имеет включения корешков корней и песка, сырая. Переход заметный, неровный. Ниже залегает слой углей, что является следами пожаров.
Gm	<u>13-70</u> 57	Неоднородно окрашенный серовато-сизый с контрастными ржавыми пятнами, иловатый тяжелый суглинок, творожистой структуры, плотный, цементирован мерзлотой. Ярко выраженная морозобойная трещина на глубине 30-40 см.
<b>ПОДЗОЛ ИЛЛЮВИАЛЬНО-ЖЕЛЕЗИСТЫЙ</b>		
O	<u>0-16</u> 16	Темно-коричневый подстильно-торфяной горизонт, внизу слаборазложившийся, со следами пожаров виде прослоев углей.
Opig	<u>16-17</u> 1	Черный горелый слой с остатками углей, рыхлый, влажный. Переход резкий, неровный.
E	<u>17-23</u> 6	Белесый, неоднородной окраски, со светло-серыми пятнами, бесструктурный свежий мелкозернистый рыхлый песок. Переход резкий, неровный
		Железисто-коричневой окраски с желто-охристыми пятнами бесструктурный уплотненный свежий мелкозернистый рыхлый песок

**ПИРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «МАЛАЯ СОСЬВА» ИМ. В. В. РАЕВСКОГО»)**

Горизонт	Глубина, см	Морфологические характеристики
BF	<u>23-50</u> 27	встречаются редкие прогоревшие корни кустраников. С 35 см валуны (имеющий диаметр по длинным осям 80-120 мм)
Cg	<u>50-80</u> 30	Белесый с ржавыми пнями разного размера (в диаметре до 15 см) и формы, мелкозернистый рыхлый песок, бесструктурный, уплотненный, свежий.
<b>ТОРФЯНЫЕ ОЛИГОТРОФНЫЕ ТИПИЧНЫЕ</b>		
O	<u>0-18</u>	Светло-зеленый сверху и бледно-бежевый с глубины 10 см и до низа горизонта с остатками слаборазложившихся мхов, насыщен водой, рыхлый, переход ясный, ровный.
	18	
TO	<u>18-70</u>	Светло-коричневая слабо разложившаяся мохово-травяно-кустарничковая насыщенная водой масса, переход постепенный.
	52	
TT	<u>52-77</u> 25	Темно-бурый не однородный, темно-коричневый внизу, хорошо разложившийся (60-70%), внизу горизонта мажущая торфяная масса, мокрый, переход ровный, ясный.
Gm	<u>77-90</u> 13	Светло-буровато-серый песок, бесструктурный, мокрый, очень твердый, сцементирован мерзлотой.

[Составлено автором].

Наложив очаги возгораний на почвенную карту, можно обнаружить связь между горимостью и типами почв, их пирологическими характеристиками, влияющими на природную пожарную опасность (ППО). На основе анализа, была создана шкала влияния пирологических характеристик почв на риски возникновения пожаров. Для оценки ППО использована балльная шкала, по которой почвы по параметрам водоудерживающей способности (влагоемкости) и водопроницаемости были разделены на 3 группы ППО (табл. 2, составлена автором).

Таблица 2.

Балльная шкала оценки природной пожарной опасности почв Заповедника «Малая Сосьва» им. В. В. Раевского»

Класс ППО	Баллы	Водные свойства почв		Кф * грунтов, м/сут	Наиболее распространенные почвы Заповедника
		Влагоемкость	Водопроницаемость		
3 (низкий)	1 балл	влагоемкие	весьма слабо водопроницаемые	0,005-0,4	Аллювиальные серогумусовые глееватая Аллювиальные торфяно-глеевые
2 (средний)	2 балла	влагоемкие	слабо водопроницаемые	0,005-0,4	Подзолы глеевые Подзолисто-глеевые Торфяно-подзолисто-глеевые

					Торфяно-подзолы Глеезем типичный
1 (высо- кий)	3 балла	влагоемкие	практически водонепроницаемые	0,01-,015	Торфяные олиготрофные типичные
		невлагоемкие	водопроницаемые	2-10	Торфяные олиготрофные глеевые  Подзол иллювиально- железистый

\*примечание ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация

[Составлено автором].

В результате анализа пожарной опасности, на основе балльной оценки влагоемкости и водопроницаемости были выделены районы с высокой (3 балла), средней (2 балла) и низкой (1 балл) ППО.

Анализ почвенного покрова показал, что на высоких надпойменных террасах формируется несколько типов почв – от подзолов до торфяных олиготрофных. Данные почвы отличаются хорошей водопроницаемостью и малой влагоемкостью. На придолинных участках рек формируются подзолы иллювиально-железистые, а в понижениях полугидроморфные подзолы глеевые почвы. В центре водоразделов, сложенных легкими породами, развиты подзолы иллювиально-железистые почвы. В притеррасной и центральной части поймы развиты аллювиальные серогумусовые глееватая [19]. По влагоемкости и водопроницаемости почвы были разделены на следующие группы: влагоёмкие и весьма слабо водопроницаемые, влагоемкие и слабоводопроницаемые, влагоемкие и практически непроницаемые и невлагоемкие водопроницаемые почвы (табл. 2). Согласно рис. 2 видно, что наиболее высокий риск к возгоранию у почв влагоёмких и практически непроницаемых (например, торфяные олиготрофные типичные) и невлагоемких водопроницаемых (например, подзол иллювиально-железистый).

Фактором высокой ППО практически непроницаемых, влагоемких почв (торфяные олиготрофные типичные) является преобладание в напочвенном покрове органогенной породы - торфа, который является проводником горения. Высокая пожароопасность торфа, обусловлена большим содержанием в нем углерода (52—56 % от общей массы) и водорода (5-6 % от общей массы) [19]. Участки болот подвергались пожарам в 1989, 1993, 2007, 2020 годах. Восстанавливая ход основных метеорологических показателей в исследуемый период, следует подчеркнуть, что именно в эти годы отмечаются максимальные значения температуры (Т) пожароопасного сезона свыше 14 °С, (1989 – 14,3 °С, 1993 – 14 °С, 2020 - 14,5 °С.), за исключением 2007 г. (13,7 °С), хотя июльские температуры этого года были самые высокие - 21,7 °С. Анализируя количество осадков и температур пожароопасного

**ПИРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «МАЛАЯ СОСЬВА» ИМ. В. В. РАЕВСКОГО»)**

сезона, мы можем выявить следующую закономерность, что пикам пожаров соответствуют высокие температуры и небольшое количество осадков, за исключением 2012 года. Сформированный дефицит влаги 2010-2011 гг. увеличил риск возгорания в 2012 году.

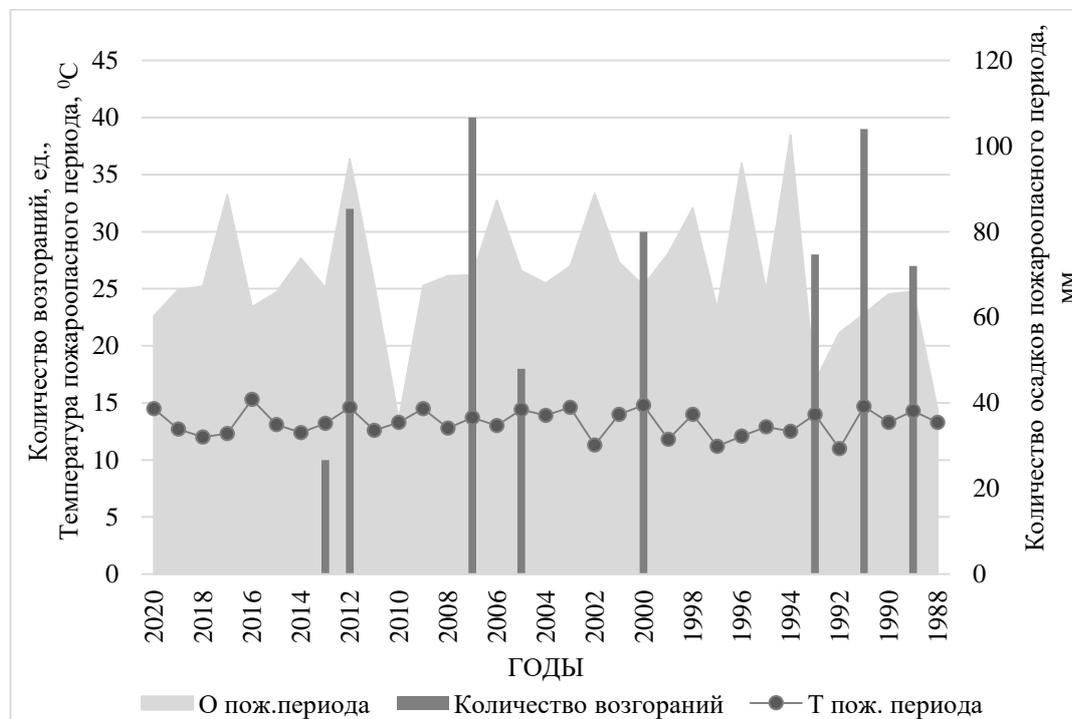
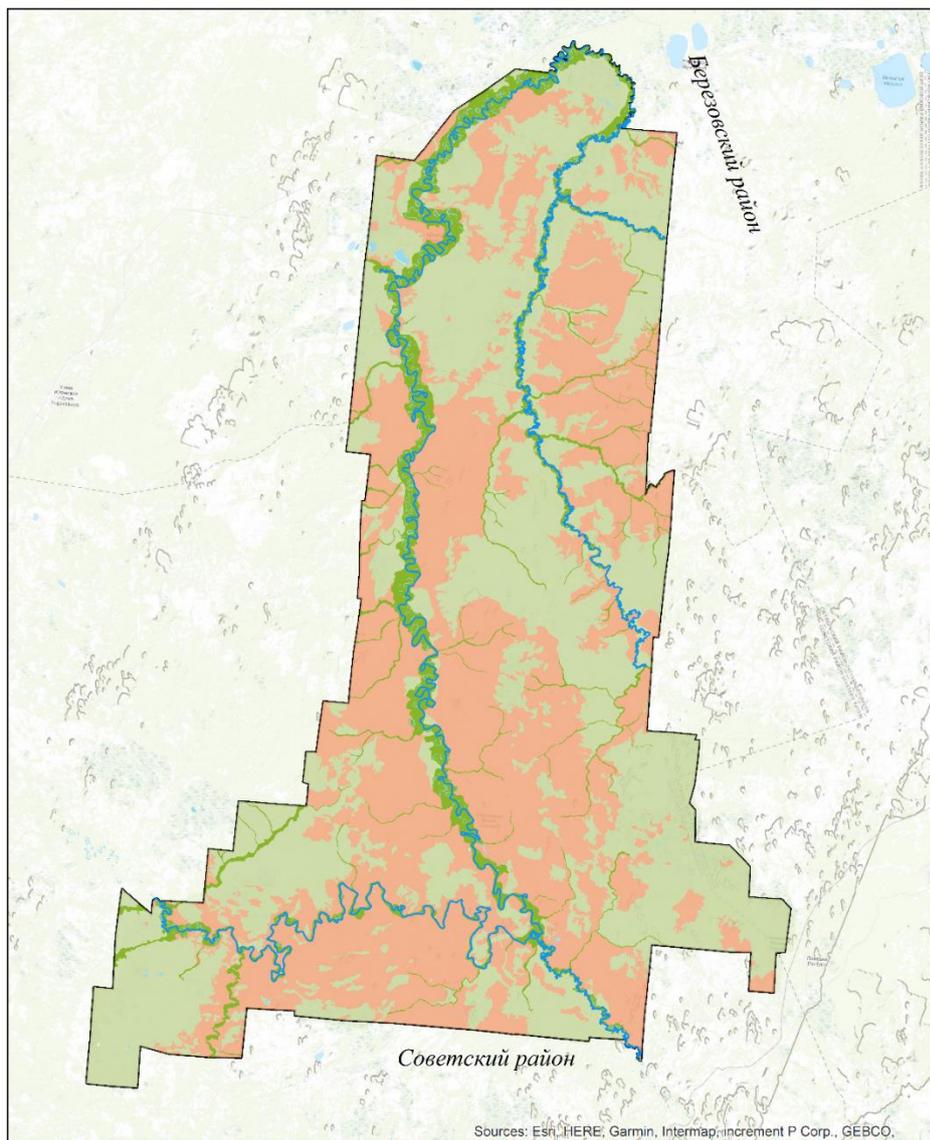


Рис. 1. Изменение температуры воздуха и количества осадков пожароопасного периода по годам в заповеднике «Малая Сосьва»  
[Составлено автором по данным Летописи природы].

Невлагоемкие и водопроницаемые почвы (подзолы иллювиально-железистые) обладают также высокой ППО, это объясняется сложением данных почв, отложениями легкого гранулометрического состава, а именно песками и супесями на которых формируется лишайниковая, бруснично-лишайниковая, зеленомошная группа лесов, для данных почв характерен водный режим промывного типа.

К районам со средней ППО приурочены участки с влагоемкими и слабо водопроницаемыми почвами (подзолы глеевые, подзолисто-глеевые). Это почвы, сформированные на супесчаных и суглинистых породах, в напочвенном покрове которых преобладают кустарничково-зеленомошные типы леса. Растительность данных лесов увлажняется за счет атмосферной влаги, быстро отдавая ее в засушливую погоду и тем самым поддерживает горение. За счет накопления на поверхности значительного количества лесного опада суглинистый состав отложений создает предпосылки для возникновения пожара.



**Условные обозначения:**

- Высокая природная пожарная опасность:**
  - невлагоёмкие, водопроницаемые (подзол иллювиально-железистый)
  - влагоёмкие, практически непроницаемые (торфяные олиготрофные типичные, торфяные олиготрофные глеевые)
- Средняя природная пожарная опасность:**
  - влагоёмкие, слабоводопроницаемые (подзолы глеевые, подзолисто-глеевые, торфяно-подзолисто-глеевые)
- Низкая природная пожарная опасность:**
  - влагоёмкие, весьма слабо водопроницаемые (аллювиальные серогумусовые глесватые, аллювиальные торфянно-глеевые)

Рис. 2 Карта природной пожарной опасности территории заповедника «Малая Сосва» им. В.В. Раевского» с учетом некоторых водных свойств почв (масштаб 1:100 000)

[Составлено автором].

## ПИРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА «МАЛАЯ СОСЬВА» ИМ. В. В. РАЕВСКОГО)

Преимущественно на суглинистых отложениях формируются лиственные и смешанные леса, для которых характерен большой запас подстилки, следовательно, после длительных засух, накопленный лесной опад способен поддерживать горение [20].

Наименьшая ПО отмечена в влагоемких и весьма слабо водопроницаемых почвах, приуроченных к пойменным участкам рек. Это объясняется, во-первых, длительными весенними разливами, затопляющие поймы и соответственно застойным режимом увлажнения; во-вторых, высокой сомкнутостью пойменных лесов и преобладанием в древостое ели, березы, осины.

### ВЫВОДЫ

Представленный комплекс торфяных олиготрофных типичных почв заповедника «Малая Сосьва» им. В. В. Раевского», характеризуется высокой ППО. Особенно подвержены пожарам южные и юго - восточные участки заповедника. В ходе оценки гранулометрического состава и водных свойств почв на территории заповедника были выделены их сочетания при которых наблюдаются наибольшие риски к возгоранию. Наиболее пожароопасные территории приурочены к системе болот на торфяных олиготрофных типичных и др. почвах. Основным фактором, способствующим формированию условий для возникновения пожара, является мощный торфяной горизонт.

Центральная часть заповедника, также характеризуется высокой ППО, так как почвы (подзолы иллювиально-железистые) сформированы на отложениях легкого состава, на которых формируются лишайниковая, бруснично-лишайниковая, зеленомошная группа лесов, в напочвенном покрове которых преобладают лишайники и мхи, являющиеся проводниками горения. Долины рек, сложенные почвами глинистого и суглинистого состава (аллювиальные серогумусовые глееватые, аллювиальные торфяно-глеевые), характеризуются меньшей ППО. Низкая ППО в поймах рек заповедника, обусловлена в первую очередь природными особенностями среднетаёжных ландшафтов. Пойменные ландшафты территории заповедника характеризуются высоким уровнем грунтовых вод и наличием большого числа пойменных болот, для которых характерны застойный режим увлажнения и редкая повторяемость пожаров.

### Список литературы

1. Сведения о лесопожарной обстановке на территории субъектов РФ / Федеральное агентство лесного хозяйства ФБУ "Авиалесоохрана". [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://aviales.ru/files/documents/2020/fds\\_svedeniya/svedeniya%20o%20лесопожарной%20обстановке%20на%20территории%20субъектов%20рф.pdf](https://aviales.ru/files/documents/2020/fds_svedeniya/svedeniya%20o%20лесопожарной%20обстановке%20на%20территории%20субъектов%20рф.pdf) (дата обращения 03.03.2021).
2. Карпачевский М.Л., Кобяков К.Н., Аксенов Д.Е. // Малонарушенные лесные территории России: современное состояние и утраты за последние 13 лет. Прозрачный мир, WWF, 2015. 6 с.
3. Пигарёва А.Е. Влияние погодных условий на возникновение пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского» // Сборник «Географические исследования Сибири и сопредельных территорий»: Материалы Международной географической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика Владимира Васильевича Воробьева. Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. 2019. С. 426–431.

4. Зубарева А.М. Влияние пирологических свойств почвы и растительности на пожарную опасность территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2016. Т.19, №4. С. 84–89.
5. Зубарева А.М., Фетисов Д.М. Использование ландшафтного метода при изучении природной пожарной опасности территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2012. Т.15. №2. С. 34.
6. Буракова Л.М., Морковкин Г.Г., Ананьева Ю.С., Завалишин С.И., Каменский В.А. Влияние лесных пожаров на свойства подзолистых почв (на примере Ханты-Мансийского автономного округа) // Лесное хозяйство. 2012. Т. 2. С. 66–71.
7. Горбунова Ю.С., Девятова Т.А., Григорьевская А.Я. Влияние пожаров на почвенный и растительный покров лесов центра Русской равнины // Вестник ВГУ, серия: химия. биология. Фармация. 2014. № 4. С. 52–56.
8. Дымов А. А., Дубровский Ю. А., Габов Д. Н., Жангуров Е. В., Низовцев Н. А. Влияние пожара в северотаежном ельнике на органическое вещество почв // Лесоведение. 2014. № 6. С. 26–36.
9. Коган Р.М., Зубарева А.М. Комплексная оценка опасности возникновения пожаров растительности // Технологии техносферной безопасности. 2012. Вып. 3. 43 с.
10. Максимова Е.Ю., Абакумов Е.В. Воздействие лесных пожаров на почвенный покров на примере постпирогенных территорий Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3(7). С.2088–2090.
11. Надпорожская М.А., Павлов Б.А., Мирин Д.М., Якконен К.Л., Седова А.М. Влияние лесных пожаров на формирование профиля подзолов // Биосфера. 2020 Т.12 №1-2. С. 32–44.
12. Пискарева В.М., Кошовский Т.С., Бисикалова Е.А., Геннадиев А.Н., Белик А.Д. Влияние пожаров на свойства почв национального парка «Земля Леопарда» (Приморский край) // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2019. № 3. С. 11–24.
13. Янко И.В. Пирологическая характеристика лесов Томской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Томск, 2005. 16 с.
14. USGS. EarthExplorer. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 03.03.2021).
15. Мазиров М.А., Шейн Е.В., Корчагин А.А., Шушкевич Н.И., Дембовецкий А.В. Полевые исследования свойств почв : учеб. пособие к полевой практике для студентов, обучающихся по направлению подготовки 021900 – почвоведение // Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. 72 с.
16. Фонарёв П.А. Геотехнические свойства грунтовои // Москва : МАДИ, 2017. 56 с.
17. Кулагина В.И., Григорьян Б.Р., Грачев А.Н., Рязанов С.С. Влияние внесения биоугля на водопроницаемость и влагоёмкость почв разного гранулометрического состава // Вестник технологического университета. 2017. Т.20, №11. С. 129–133.
18. Роде А.А. Избранные труды. Т. 3. Основы учения о почвенной влаге/ Под ред. Добровольский Г.В. Москва: Издательство Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 666 с.
19. Хренов В.Я. Почвы Тюменской области // Словарь-справочник. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. С. 156.
20. Хорошавин Л.Б., Медведев О.А., Беляков В.А., Михеева Е.В., Руднов В.С., Байтимирова Е.А. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиты // МЧС России. М.: ФГБУВНИИГОЧС (ФЦ), 2013. с. 256.

**PROPERTIES OF SOILS ON FIRE HAZARD OF LANDSCAPES IN THE TERRITORY  
OF RESERVE «MALAYA SOSVA NAMED AFTER V. V. RAEVSKY»**

*Pigaryova A. E.*

*Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation  
E-mail: Dudoladova25@mail.ru*

Forest fires are a significant factor affecting the dynamics of the taiga landscapes of Western Siberia. In some cases, they arise through human fault, in others, nature itself creates the

conditions for their occurrence. Natural causes are more often characteristic of specially protected natural areas (protected areas), areas of which have been withdrawn from economic use, and where access for humans is limited. According to the Federal Forestry Agency, as of 2020, more than 14,000 forest fires were recorded in Russia, including 2,408 in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra (KhMAO-Yugra). The largest reduction in the area of forests in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug is associated with fires and, to a much lesser extent, with logging and mining.

The article studies the influence of water-physical properties of soils and granulometric composition on the natural fire hazard. In the course of the work, a morphological description was carried out and the main types of soils were determined in the areas of the reserve "Malaya Sosva" named after V.V. Rayevsky", which were most often exposed to forest fires. The purpose of the presented work is to assess the degree of influence of pyrologic characteristics of soils on the fire danger of landscapes of the territory of the reserve "Malaya Sosva" named after V.V. Rayevsky".

The initial materials for the work were a map of burnt-out areas, landscape and soil large-scale maps that are in the Reserve's fund, as well as data on the number and localization of forest fires obtained from multispectral multi-time images of the Landsat series, with a spatial extension of 30 and 60 m (for the summer period from 1988 to 2019). The work studied the large number of pictures, and it 1987, 1988, 1989, 1993, 1995, 1996, 1998, 2000, 2002, 2006, 2007, 2009, 2010, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, by layering one image to another has been determined by the passage of fire. The images were obtained from the website of the US Geological Survey – USGS.

Cartographic analysis of the information was performed using ENVI, ArcMap, QGIS software. In addition to the above-listed sources of data on the localization of fires, the work used data from field observations in 2016, 2020, 2021, forest management data, archival materials of the Nature Reserve - chronicles of nature, data from the Khanty-Mansiysk base of aviation and ground protection of forests.

The fire hazard of the Reserve's soils was assessed through their water-physical properties, namely moisture content and granulometric composition. The moisture analysis included such indicators as water permeability (the ability to pass water through itself) and moisture capacity (the ability of soils to retain a certain amount of water). It is these properties that affect the risks of starting a fire, and further determine the wetting of the combustible material. Thus, soils of light granulometric composition — sandy and sandy loam have good water permeability and have low moisture capacity, and loamy and clay soils are characterized by higher moisture capacity, lower water permeability.

According to moisture capacity and water permeability, the soils were divided into the following groups: moisture-intensive and very weakly permeable, moisture-intensive and weakly permeable, moisture-intensive and practically impermeable and non-moisture-permeable soils. During the assessment of the granulometric composition and water properties of soils in the territory of the Reserve, their combinations were identified, in which the greatest risks of ignition are observed. The most fire-hazardous areas are confined to a system of bogs on peat oligotrophic typical soils. The main factor contributing to the formation of conditions for the occurrence of a fire is a powerful peat horizon.

The central part of the Reserve is also characterized by a high fire danger, since the soils

(podzols illuvial-ferruginous) are formed on deposits of light composition, on which lichen, lingonberry-lichen, green moss group of forests are formed, in the ground cover of which lichens and mosses predominate, which are the conductors of gorenje.

River valleys composed of clay and loamy soils (alluvial gray humus gleevate, alluvial peat-gleevye) are characterized by a lower PPO. The low PPO in the floodplains of the reserve's rivers is primarily due to the natural features of the Middle taiga landscapes. The floodplain landscapes of the reserve are characterized by a high level of groundwater and the presence of a large number of floodplain swamps, which are characterized by a stagnant humidification regime and a rare recurrence of fires.

**Keywords:** fire hazard, soil type, water permeability, moisture capacity, forest fires, reserve "Malaya Sosva" named after V.V. Rayevsky".

### References

1. Svedeniya o lesopozharnoj obstanovke na territorii sub"ektov RF / Federal'noe agentstvo lesnogo hozyajstva FBU "Avialesoohrana". [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [https://aviales.ru/files/documents/2020/fds\\_svedeniya/svedeniya%20o%20lesopozharnoj%20obstanovke%20na%20territorii%20sub%20ektov%20rf.pdf](https://aviales.ru/files/documents/2020/fds_svedeniya/svedeniya%20o%20lesopozharnoj%20obstanovke%20na%20territorii%20sub%20ektov%20rf.pdf) (data obrashcheniya 03.03.2021). (in Russian)
2. Karpachevskij M.L., Kobayakov K.N., Aksenov D.E. // Malonarushennyye lesnye territorii Rossii: sovremennoe sostoyanie i utraty za poslednie 13 let. Prozharnyj mir, WWF, 2015. 6 s. (in Russian)
3. Pigaryova A.E. Vliyanie pogodnyh uslovij na vozniknovenie pozharov na territorii zapovednika «Malaya Sos'va» im. V.V. Raevskogo» // Sbornik «Geograficheskie issledovaniya Sibiri i sopredel'nyh territorij»: Materialy Mezhdunarodnoj geograficheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika Vladimira Vasil'evicha Vorob'eva. Institut geografii im. V.B. Sochavy SO RAN. 2019. S. 426–431. (in Russian)
4. Zubareva A.M. Vliyanie pirologicheskikh svojstv pochvy i rastitel'nosti na pozharnuyu opasnost' territorii Evrejskoj avtonomnoj oblasti // Regional'nye problemy. 2016. T.19, №4. S. 84–89. (in Russian)
5. Zubareva A.M., Fetisov D.M. Ispol'zovanie landshaftnogo metoda pri izuchenii prirodnoj pozharnoj opasnosti territorii Evrejskoj avtonomnoj oblasti // Regional'nye problemy. 2012. T.15. №2. S. 34. (in Russian)
6. Burlakova L.M., Morkovkin G.G., Anan'eva YU.S., Zavalishin S.I., Kamenskij V.A. Vliyanie lesnyh pozharov na svojstva podzolistykh pochv (na primere Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga) // Lesnoe hozyajstvo. 2012. T. 2. S. 66–71. (in Russian)
7. Gorbunova YU.S., Devyatova T.A., Grigor'evskaya A.YA. Vliyanie pozharov na pochvennyj i rastitel'nyj pokrov lesov centra Russkoj ravniny // Vestnik VGU, seriya: himiya, biologiya, farmaciya. 2014. № 4. S. 52–56. (in Russian)
8. Dymov A. A., Dubrovskij YU. A., Gabov D. N., ZHangurov E. V., Nizovcev N. A. Vliyanie pozhara v severotaezhnom el'nike na organicheskoe veshchestvo pochv // Lesovedenie. 2014. № 6. S. 26–36. (in Russian)
9. Kogan R.M., Zubareva A.M. Kompleksnaya ocenka opasnosti vozniknoveniya pozharov rastitel'nosti // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2012. Vyp. 3. 43 s. (in Russian)
10. Maksimova E.YU., Abakumov E.V. Vozdejstvie lesnyh pozharov na pochvennyj pokrov na primere postpirogennyh territorij Samarskoj oblasti // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2013. T. 15, № 3(7). S.2088–2090. (in Russian)
11. Nadporozhskaya M.A., Pavlov B.A., Mirin D.M., YAkkonen K.L., Sedova A.M. Vliyanie lesnyh pozharov na formirovanie profilya podzolov // Biosfera. 2020 T.12 №1-2. S. 32–44. (in Russian)
12. Piskareva V.M., Koshovskij T.S., Bisikalova E.A., Gennadiev A.N., Belik A.D. Vliyanie pozharov na svojstva pochv nacional'nogo parka «Zemlya Leoparda» (Primorskij kraj) // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya. 2019. № 3. S. 11–24. (in Russian)
13. YAnko I.V. Pirologicheskaya harakteristika lesov Tomskoj oblasti: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Tomsk, 2005. 16 s. (in Russian)

ПИРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РИСК  
ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ  
ЗАПОВЕДНИКА «МАЛАЯ СОСЬВА» ИМ. В. В. РАЕВСКОГО)»

---

14. USGS. EarthExplorer. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (data obrashcheniya: 03.03.2021). (in Russian)
15. Mazirov M.A., SHein E.V., Korchagin A.A., SHushkevich N.I., Demboveckij A.V. Polevye issledovaniya svojstv pochv : ucheb. posobie k polevoj praktike dlya studentov, obuchayushchihsya po napravleniyu podgotovki 021900 – pochvovedenie // Vladimirskij gosudarstvennyj universitet imeni Aleksandra Grigor'evicha i Nikolaya Grigor'evicha Stoletovyh. Vladimir: Izd-vo VIGU, 2012. 72 s. (in Russian)
16. Fonaryov P.A. Geotekhnicheskie svojstva gruntovie // Moskva : MADI, 2017. 56 s. (in Russian)
17. Kulagina V.I., Grigor'yan B.R., Grachev A.N., Ryazanov S. S. Vliyanie vneseniya biouglya na vodopronicaemost' i vlagoemkost' pochv raznogo granulometricheskogo sostava // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. 2017. T.20, №11. S. 129–133. (in Russian)
18. Rode A.A. Izbrannye trudy. T. 3. Osnovy ucheniya o pochvennoj vlage/ Pod red. Dobrovol'skij G.V. Moskva: Izdatel'stvo Pochvennyj in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2008. 666 s. (in Russian)
19. Hrenov V.YA. Pochvy Tyumenskoj oblasti // Slovar'-spravochnik. Ekaterinburg: UrO RAN, 2002. S. 156. (in Russian)
20. Horoshavin L.B., Medvedev O.A., Belyakov V.A., Miheeva E.V., Rudnov V.S., Bajtimirova E.A. Torf: vozgoranie torfa, tushenie torfyanikov i torfokompozity // MCHS Rossii. M.: FGBUVNIIGOCHS (FC), 2013. s. 256. (in Russian)

*Поступила в редакцию 17.06.2022 г.*

УДК 556.06

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

*Ушаков М. В.*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения РАН, Магадан, Российская Федерация  
E-mail: mvilorich@narod.ru*

В работе выполнен краткий обзор исследований Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института им. Н.А. Шило ДВО РАН в области климатических изменений гидрологического режима рек Северо-Востока России за 2013–2022 гг. Исходные ряды наблюдений за элементами гидрологического режима исследовались на наличие тренда с использованием критерия Стьюдента и Херста. Ряды гидрометеорологических характеристик подвергались низкочастотной фильтрации методом скользящей 30-летней средней. Зафиксировано увеличение стока большинства рек. Изменился термический режим рек Верхней Колымы. Уменьшилась продолжительность ледового сезона на реках Северного Приоохономья. Результаты работы будут полезны гидрологам, занимающимся гидрологическими расчетами и прогнозами и другим специалистам, чья деятельность связана с водными объектами.

**Ключевые слова:** изменения климата, гидрологический режим, речной сток, температура воды, ледоход, ледостав.

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из следствий происходящего глобального потепления климата [1, 2, 3, 4] является трансформация гидрологического режима рек [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Так, в работе [7] были исследованы компоненты гидрологического режима рек Сибири. В термическом режиме не замечены существенные изменения, в то время как продолжительности ледостава и толщины льда уменьшаются. Кроме того, наблюдается увеличение стока подземных вод из таежной зоны. В северных зонах тундр увеличиваются площади озер, а в южных районах тундры и тайги озера теряют площадь. По мнению авторов, ожидается, что сток рек в основных водосборных бассейнах Сибири увеличится, и этот результат согласуется с большинством прогнозов глобальных климатических моделей на XXI век.

В работах [8, 9] установлено, что в 1976–2017 гг. с территории Сибири и Дальнего Востока годовой сток рек в арктические моря увеличился на 7 % по сравнению с предыдущим 30-летием. У рек северо-восточного сектора явный рост отмечен с середины и второй половины 1990-х годов. Больше всего годовой сток вырос у рек Республики Якутии (до 18 %). Рост слоя стока продолжался в течение всех последних лет, о чём свидетельствуют положительные и нередко значимые линейные тренды. Общее уменьшение или «стабильное поведение» стока за этот же период обнаружено у Мезени, рек Обского Севера и крайнего Северо-Востока. Рост температур зимнего периода приводит к повышенному питанию грунтовых вод, что опосредованно влияет на водность межени. Практически во всех исследованиях отмечается рост зимних расходов воды для большинства рек. Так, например, зимний сток Колымы увеличился на 169 %.

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Эти выводы подтверждают исследование [10], где зафиксировано статистически значимое увеличение сток рек Восточной Якутии после 1980 г., особенно, в осенне-зимние месяцы.

В настоящей работе сделан обзор исследований климатических изменений режима рек Северо-Востока России, проведенных в Северо-Восточном комплексном научно-исследовательском институте им. Н.А. Шило ДВО РАН (СВКНИИ ДВО РАН) в 2013–2022 гг. Следует упомянуть, что результативность проводимых исследований связана с сотрудничеством с такими организациями как Институт мерзлотоведения СО РАН, Колымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Рассматриваемый регион занимает северо-восточную окраину Евразии и включает в себя бассейн р. Колымы, реки Чукотки и северного побережья Охотского моря (рис. 1). Природные условия и гидрологический режим рек территории подробно описаны в [11, 12]. Речные водные ресурсы используются в горной промышленности, энергетике, рыбной промышленности, коммунальном хозяйстве.

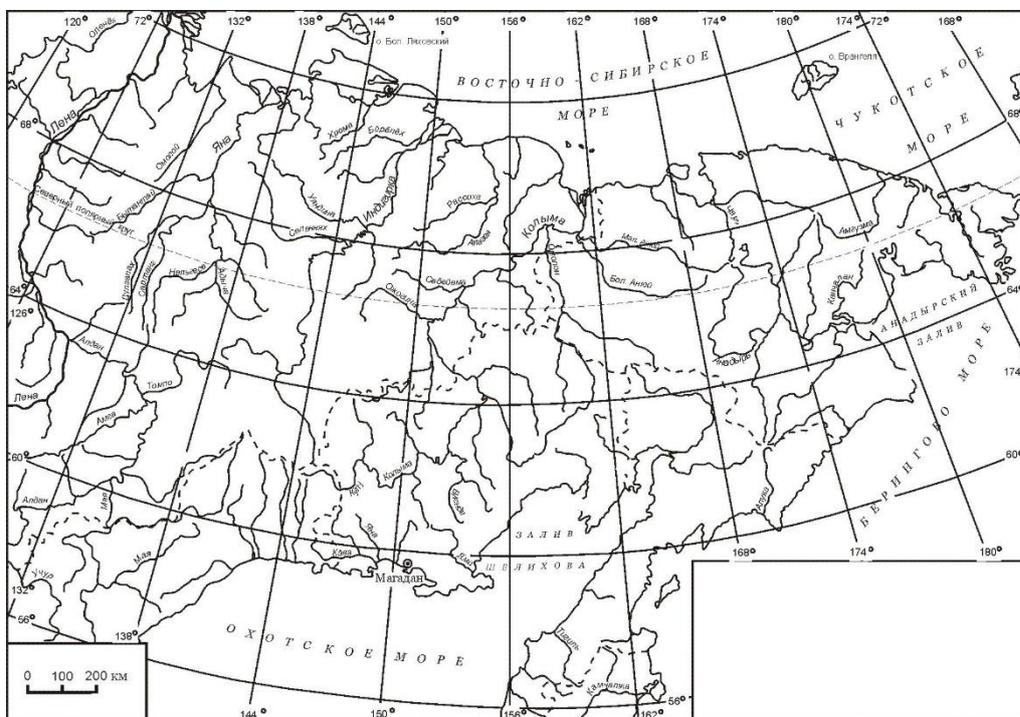


Рис. 1. Границы и речные системы Северо-Востока России.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В гидрологическом отношении регион плохо изучен [13]. Исходные данные по речному стоку, температуре воды, ледовым явлениям были взяты из

Гидрологических ежегодников Государственного водного кадастра. Метеорологические данные имеются в свободном доступе на сайте [14].

Временные ряды исследовались на наличие тренда с использованием критерия Херста [15], метода сравнения среднемноголетних характеристик гидрологического режима за различные периоды по критерию Стьюдента с уровнем значимости 5 %.

Ряды подвергались низкочастотной фильтрации методом скользящей средней. Графические построения производились при помощи табличного редактора Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Режим речного стока претерпел ощутимые климатические изменения.** Так, в работе [16] выявлены следующие изменения гидрологического режима р. Колымы:

– заметно увеличился сток в мае, сократилась продолжительность ледостава, что обусловлено совместным влиянием Колымской ГЭС и потеплением климата;

– существенно уменьшился сток взвешенных наносов, как за счет аккумуляции части твердого стока в Колымском водохранилище, так и за счет уменьшения водности реки в теплый период года.

– в нижнем течении Колымы изменения гидрологического режима менее заметны, чем на вышележащих участках.

В работе [17] зафиксирован рост максимальных расходов и слоев стока весеннего половодья рек Верхней Колымы, однако эта тенденция прослеживается не везде (табл. 1). Повысились максимальные расходы и слои стока дождевых паводков.

Таблица 1.

Климатические изменения условных норм гидрологических характеристик рек Верхней Колымы по двум 30-летним периодам [17]

Река – пункт	Среднее	
	за 1955-1984 гг.	за 1985-2014 гг.
Максимальный расход воды весеннего половодья, м <sup>3</sup> /с		
руч. Талок — г. Сусуман	3,20	4,09
руч. Контактный - Нижний	3,38	3,81
р. Омчак — п. Омчак	20,4	23,2
р. Детрин — устье р. Омчука	346	316
р. Омчук — п. Усть-Омчуг	61,3	82,0
Слой сток за половодье, мм		
руч. Талок – г. Сусуман	39	64
руч. Контактный - Нижний	97	111

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА  
РЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Река – пункт	Среднее	
	за 1955-1984 гг.	за 1985-2014 гг.
р. Омчак – п. Омчак	102	107
р. Детрин — устье р. Омчука	120	115
р. Омчук — п. Усть-Омчуг	81	120
Максимальный расход воды дождевого паводка, м <sup>3</sup> /с		
руч. Талок — г. Сусуман	6,21	8,41
руч. Контактный — Нижний	7,46	8,95
р. Омчак — п. Омчак	33,6	36,1
р. Детрин — устье р. Омчука	406	440
р. Омчук — п. Усть-Омчуг	90,4	130
Слой сток за паводок, мм		
руч. Талок – г. Сусуман	17	37
руч. Контактный - Нижний	35	45
р. Омчак – п. Омчак	35	56
р. Детрин – устье р. Омчука	38	80
р. Омчук – п. Усть-Омчуг	31	49

Анализ временных рядов месячного притока воды в Колымское водохранилище показал, что за последние 30 лет притоки за май, август и сентябрь выросли на 37, 31 и 38% [17]. Благодаря тому, что весеннее половодье стало начинаться раньше, произошло увеличение стока в мае и уменьшение его в июне-июле (рис. 2) [18]. Сток за лимитирующий период вырос на 37,9 %.

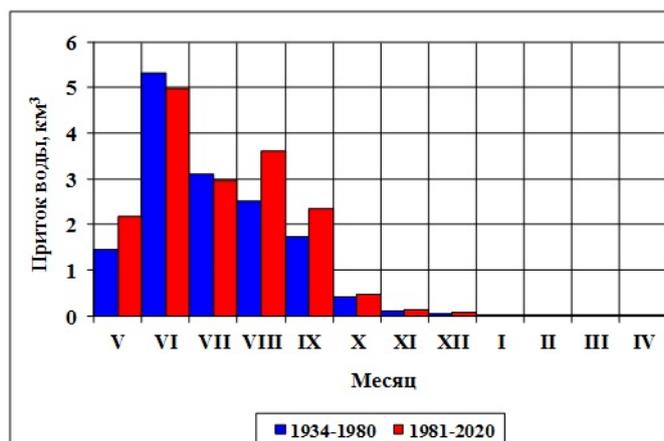


Рис. 2. Внутригодовое распределение притока воды в Колымское водохранилище за водохозяйственный год до 1980 г. и после [18].

Для анализа многолетних изменений стока рек Западной Чукотки в табл. 2 приведены стоковые характеристики за многолетние периоды наблюдений до 1980 и после [19].

Таблица 2.

Характеристики стока рек Западной Чукотки [19]

Река; пункт; площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период наблюдений, годы	Слой стока, мм			
		за год	за полугодье	в 3-ем квартале	минимальный за 30 суток в летнюю межень
Березовка; с. Березовка; 15400	1965–1980	117	74	35,3	3,5
	1981–2010	140	75	46,4	4,2
Пеймына, в 1,5 км от устья; 1480	1968–1980	153	74	64,4	5,7
	1981–1994	141	90,3	51,0	8,3
Баимка, пос. Баимка; 400	1963–1980	203	90	96,0	12,4
	1981–2000	224	95,9	108	12,1
Малый Аной, с. Илрней; 8180	1958–1980	236	134	100	20,3
	1981–1999	239	118	102	19,3
Малый Аной, с. Островное; 30000	1960–1980	187	104	83,2	13,5
	1981–1997	198	108	80,8	13,9
Мухтуя, с. Островное; 23,7	1960–1980	213	77	111	14,2
	1981–2006	293	85,9	168	21,9
Погынден, устье р. Инкуливеем; 12000	1960–1980	143	84	49,6	8,3
	1981–2010	162	84	69,6	10,6
Инкуливеем, в 2 км от устья; 242	1960–1980	87,3	71	10,2	0,8
	1981–2010	112	76	20,7	2,0

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА  
РЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

Паляваам, в 0,8 км ниже устья р. Кооквын; 6810	1971–1980	201	83	115	28,3
	1981–1996	194	62	111	23,3

В большинстве рек отмечено увеличение среднегодового стока (см. табл. 2). Сток уменьшился в реках Пеймына и Паляваам.

Среднегодовое значение стока за период весеннего половодья уменьшился в реках Малый Аней (пос. Илирней) и Паляваам. В других он вырос, хотя и не всегда значительно. В третьем квартале года сток после 1980 г. в среднем вырос (см. табл. 2). То же можно сказать и о минимальном стоке в летне-осенний период.

Произошли заметные изменения в режиме стока и рек Северного Приохотоморья [20; 21; 22].

Так в работе [20] были проанализированы многолетние колебания модулей минимального суточного стока этого района. Из данных табл. 3 видно, что за с 1981 г. среднегодовые модули минимального суточного стока подросли на 8-53 %. И эти приращения связаны с площадью бассейна (рис. 3)

$$\Delta M = 1621g A^{-2,03}, \quad \text{коэффициент детерминации } R^2 = 0,92, \quad (1)$$

где  $A$  – площадь бассейна, км<sup>2</sup>.

Таблица 3.

Среднегодовые значения минимального суточного летне-осеннего стока рек Северного Приохотоморья [20]

Река – пункт	Среднегодовой минимальный суточный модуль стока, л/(с·км <sup>2</sup> )	
	до 1980 г.	1981-2016 гг.
р. Дукча – устье	9,5	12,8
р. Магаданка – г. Магадан	13,2	20,2
р. Хасын п. Хасын	7,4	8,8
р. Уптар – п. Уптар	7,9	9,6
р. Тауй – с. Талон	6,7	7,2

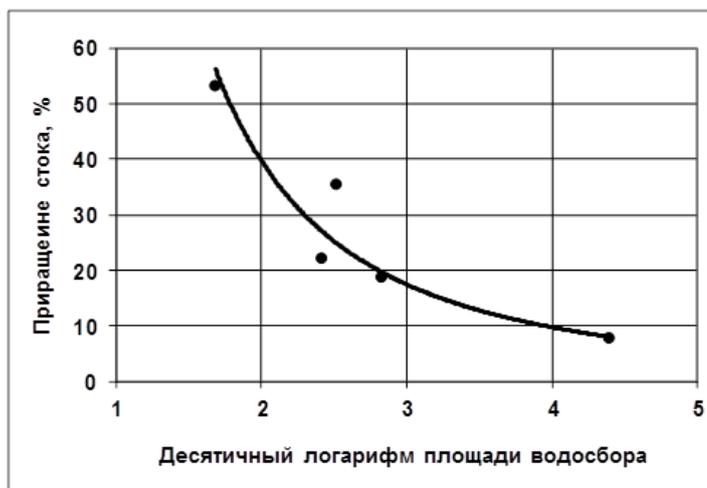


Рис. 3. Связь климатического приращения модуля минимального суточного стока за летне-осенний период с площадью водосбора [20].

Рост минимального стока рек Северного Приохотоморья в первую очередь обусловлен возрастанием атмосферных осадков (табл. 4). Потепление климата вызывает увеличение мощности сезонно-талого слоя и размеров таликов, а это приводит к повышению подземной составляющей стока рек.

Ряды среднегодовой температуры воздуха в г. Магадане и минимального суточного модуля стока на р. Хасыне у п. Хасына были подвержены низкочастотной фильтрации, а именно, скользящим осреднением с окном 30 лет (рис. 4). По этим графикам хорошо видно, что нормы, рассчитанные за 30-летние периоды, растут.

Отфильтрованные значения хорошо связаны между собой

$$Q_{30_i} = 0,97t_{30_i} + 8,28, \quad R^2=0,87, \quad (2)$$

где  $i$  – год окончания 30-летнего периода;  $Q_{30}$  — скользящие 30-летние средние минимального суточного модуля стока;  $t_{30}$  — скользящие 30-летние средние температуры воздуха.

По уравнению (2) можно рассчитывать норму минимального суточного модуля стока р. Хасына при различных вариантах повышения нормы среднегодовой температуры воздуха.

В работе [21] было установлено, что рост температур воздуха и атмосферных осадков повлек за собой увеличение годового стока рек, расположенных в г. Магадане и его окрестностях (табл. 5).

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА  
РЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Таблица 4.

Среднегодовое значения климатических характеристик [20]

Климатическая характеристика	Среднее	
	до 1980 г.	1981–2015 гг.
Среднегодовая температура воздуха, С°	-3,5	-2,6
Температура воздуха в третьем квартале, С°	10,0	10,5
Сумма осадков за год, мм	530	577
Сумма осадков за третий квартал, мм	209	252

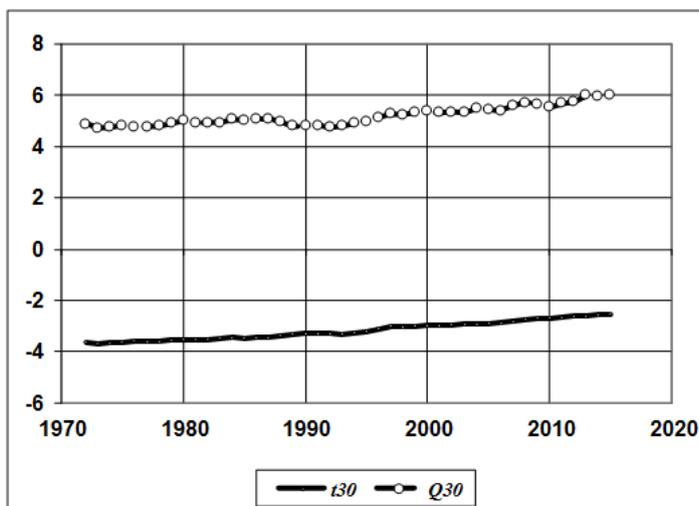


Рис. 4. Скользящие 30-летние средние среднегодовой температуры воздуха в г. Магадане ( $t_{30}$  в °С) и минимального летне-осеннего суточного модуля стока на р. Хасыне у п. Хасына ( $Q_{30}$  в л/(с·км<sup>2</sup>)) [20].

Таблица 5.

Изменения среднегодовое модулей годового стока [21]

Река - пункт	Средний модуль годового стока за	
	1958–1986 гг.	1987–2016 гг.
р. Дукча – п. Снежная Долина	22,5	26,1
р. Дукча – устье	16,8	18,5
р. Магаданка – г. Магадан	21,8	25,8
р. Магаданка – устье р. Каменушки	19,4	23,1
р. Магаданка – мост	17,7	19,5

Река - пункт	Средний модуль годового стока за	
	1958–1986 гг.	1987–2016 гг.
Колымского шоссе		
р. Каменушка — в 8 км от устья	18,3	20,9
р. Каменушка — в 3,3 км выше плотины	16,8	19,6
руч. Спутник — устье	19,1	24,2
руч. Солнечный — устье	11,6	13,3
р. Уптар — п. Уптар	15,7	17,6

На рис. 5 можно увидеть, что увеличение годовых сумм осадков и стока р. Дукчи началось с «нормы», рассчитанной за период 1977–2006 гг., а рост температуры начался еще раньше. Исходя из этого, были построены корреляционные связи рассматриваемых гидрометеорологических характеристик, начиная с «норм», рассчитанных за 1977–2006 гг. и заканчивая «нормами» за 1987–2016 гг. (рис. 6).

Эти связи довольно тесные:

$$P30_i = 103t30_i + 836, \quad r = 0,93, \quad (3)$$

$$M30_i = 0,041P30_i - 5,38, \quad r = 0,96, \quad (4)$$

$$M30_i = 4,46t30_i + 29,54, \quad r = 0,94, \quad (5)$$

где  $P30_i$ ,  $t30_i$ ,  $M30_i$  — скользящие 30-летние средние годовой суммы осадков (мм), среднегодовой температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и модуля годового стока р. Дукчи в устье ( $\text{л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ ), соответственно;  $i$  — год окончания 30-летки ( $i = 1986, 1987, \dots, 2016$ ).

По формулам (3), (4), (5) можно рассчитывать «нормы» годовой суммы осадков в г. Магадане и модуля годового стока р. Дукчи при различных вариантах потепления (табл. 6), а затем построить кривые распределения модуля годового стока р. Дукчи (рис. 7).

Таблица 6.

«Нормы» модуля годового стока р. Дукчи в устье при различных сценариях потепления климата [21]

Река - пункт	Средний модуль годового стока ( $\text{л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ ) при повышении «нормы» среднегодовой температуры воздуха на		
	$0^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C}$	$2^{\circ}\text{C}$
р. Дукча — устье	18,5	23,3	27,8

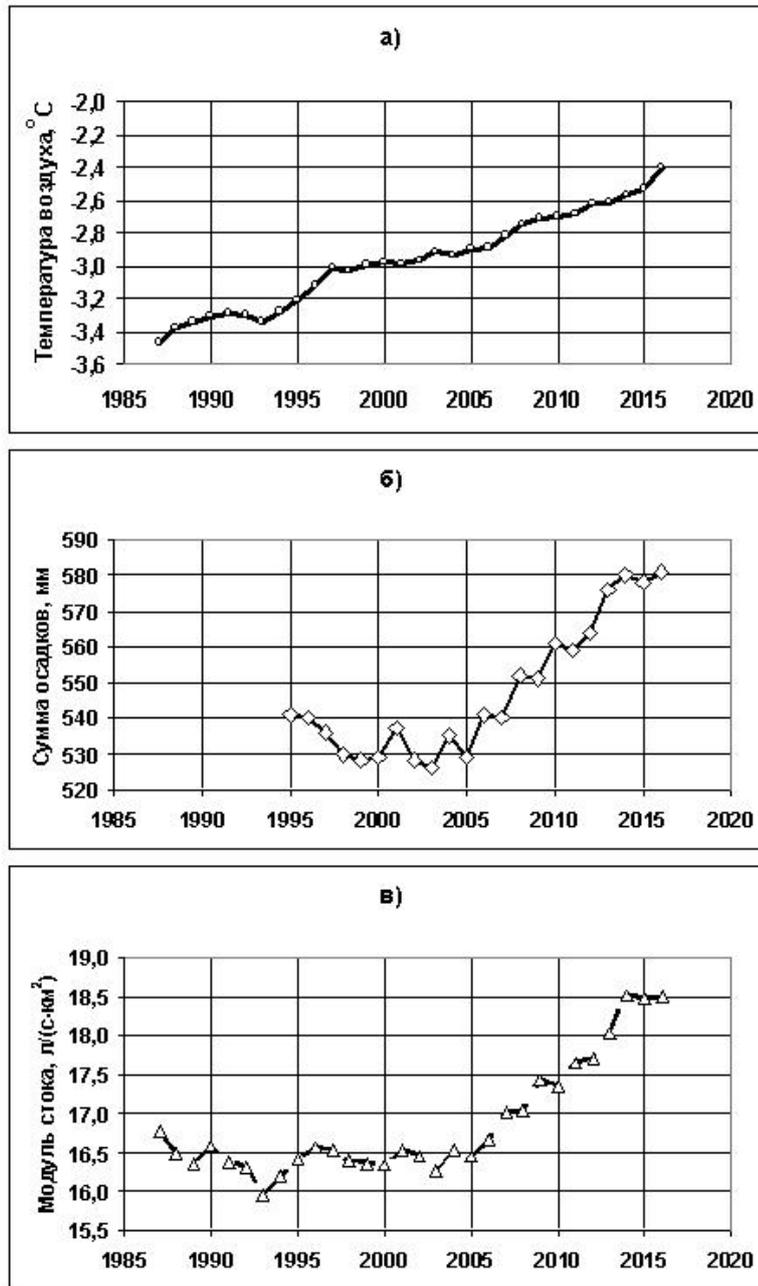


Рис. 5. Многолетний ход 30-летних скользящих средних температуры воздуха (а), годовой суммы осадков (б) в г. Магадане и модуля годового стока р. Дукчи в устье (в). По оси абсцисс – годы окончания 30-летних периодов осреднения [21].

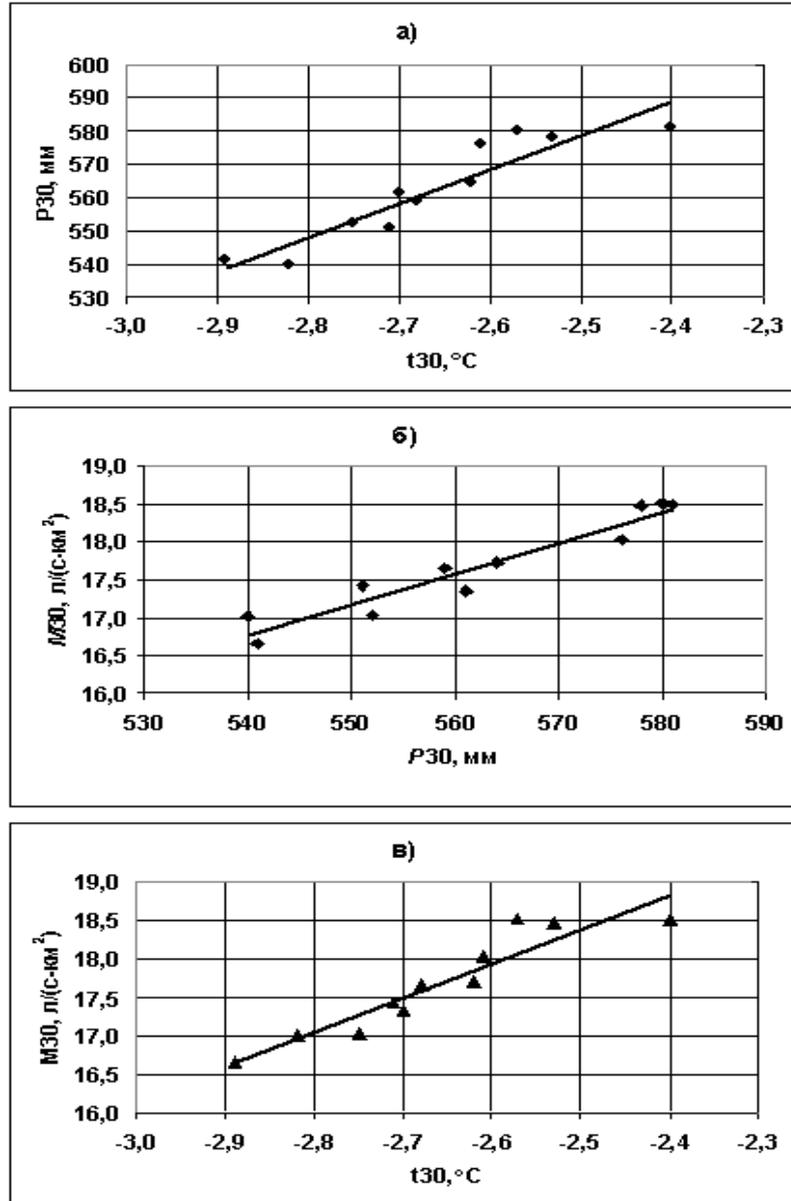


Рис. 6. Связи скользящих 30-летних средних: годовых сумм осадков со средними температурами воздуха за год в г. Магадане (а), модулей годового стока р. Дукчи в устье с годовыми суммами осадков (б) и температурой воздуха за год (в) [21].

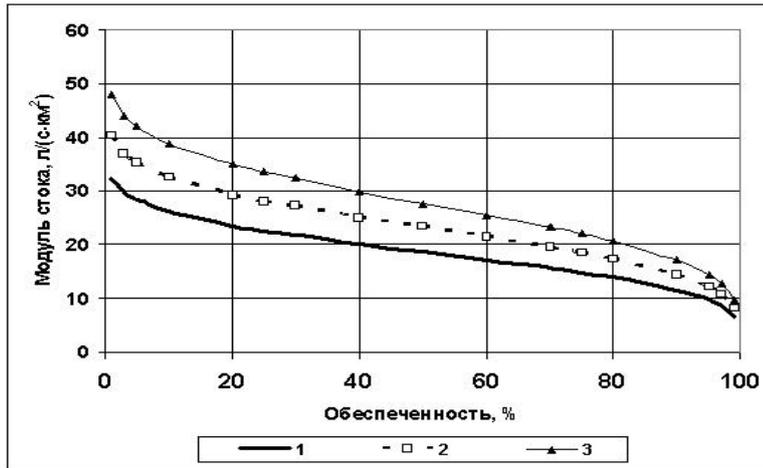


Рис. 7. Кривые обеспеченности модуля годового стока р. Дукчи в устье в современных условиях (1), при увеличении «нормы» среднегодовой температуры воздуха в г. Магадане на 1°C (2) и на 2°C (3) [21].

Для обеспечения г. Магадана питьевой водой используется каскад из двух водохранилищ на р. Каменушке. Ряд годового притока воды к этому каскаду также имеет статистически значимый тренд на повышение, который хорошо аппроксимируется полиномом третьей степени (рис. 8) [22].

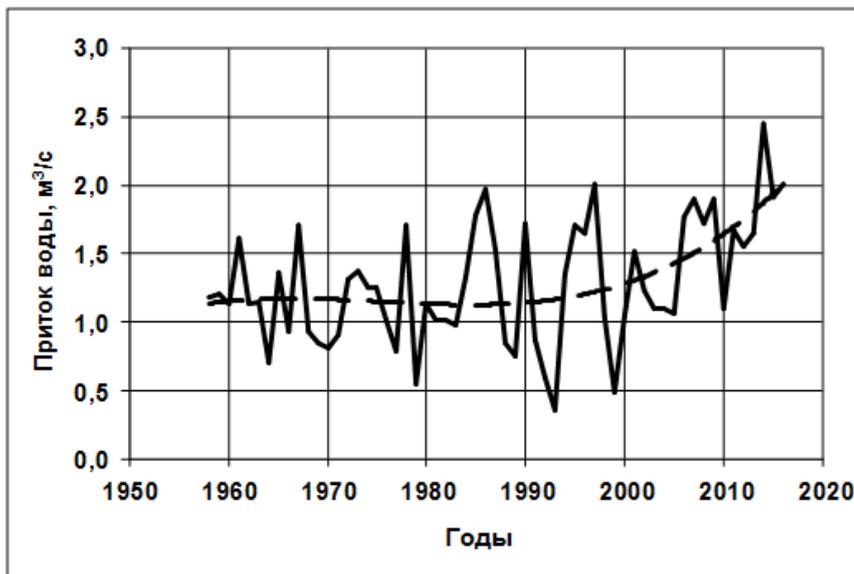


Рис. 8. Суммарный приток воды к каскаду водохранилищ на р. Каменушке (пунктиром проведена линия тренда) [22].

Температурный и ледовый режимы также отреагировали на потепление климата. Так в статье [23] проанализированы изменения в термическом режиме рек Верхней Колымы, расположенных в криолитозоне. Нормы сроков перехода температуры воды через  $0,2^{\circ}\text{C}$  весной за последние три десятилетия сместились на 3–13 дней в сторону ранних. Средняя многолетняя температура воды в первой половине лета повысилась на  $1,4\text{--}1,6^{\circ}\text{C}$ . Осенью похолодание температуры воды ниже  $0,2^{\circ}\text{C}$  происходит позже, в среднем на 9 дней. Все это согласуется с повышением норм температуры воздуха. Но во второй половине теплого сезона средняя многолетняя температура воды снизилась на  $0,7\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$  (рис. 9). Такая аномальная реакция обусловлена вовлечением дополнительного объема охлажденной воды в речной сток из-за таяния вечной мерзлоты и расширения таликов в августе и сентябре.

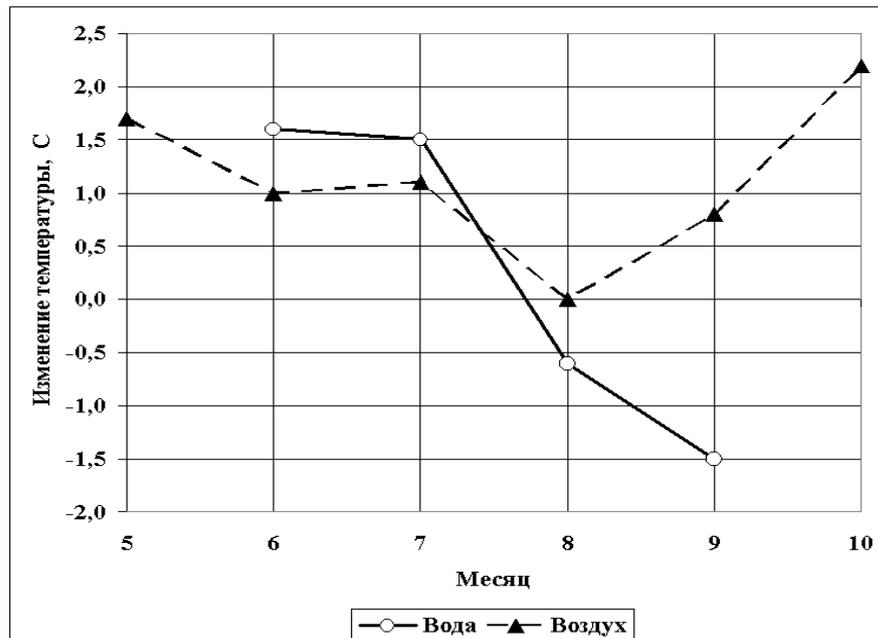


Рис. 9. Изменения среднемесячных температур воды и воздуха, рассчитанных за 1981–2010 гг. по отношению средним, рассчитанным по 1980 г. [23].

Климатические изменения «нормы» температуры воды за август–сентябрь  $\Delta T$  хорошо связаны с размером водосбора (рис. 10) [24]

$$\Delta T = -1,54 \cdot 10^{-4} A - 0,17, \quad \text{коэффициент корреляции } r = 0,86, \quad (6)$$

где  $A$  — площадь водосбора,  $\text{км}^2$ .

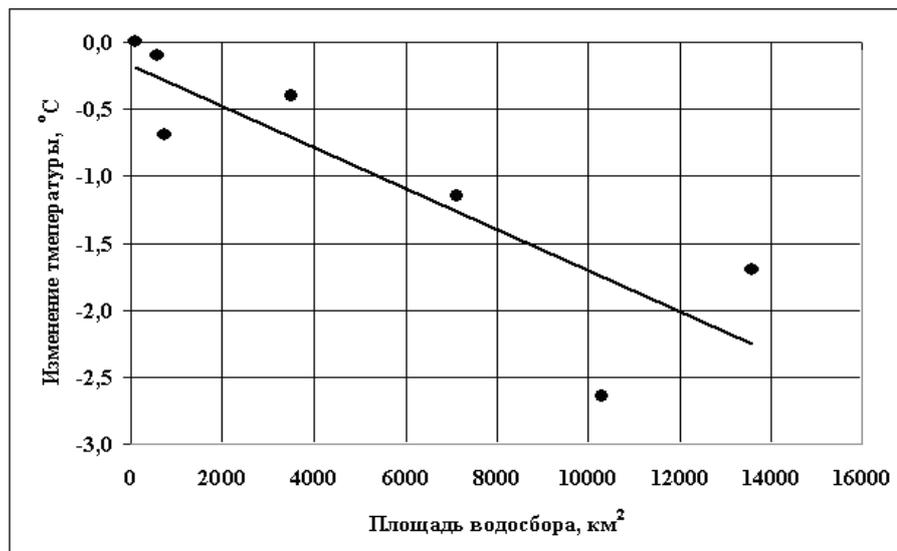


Рис. 10. Связь климатических изменений температуры воды за август-сентябрь с площадью водосбора на реках Верхней Колымы [24].

На рис. 10 показано, что с увеличением размеров водосбора охлаждение речных вод в августе-сентябре становится сильнее. Мы объясняем это тем, что крупные реки глубже врезаются в поверхность водосборного бассейна, а, значит, они больше отводят охлажденные воды приречных таликов, которые, как упоминалось выше, расширяются.

В исследовании [25] показано, что многолетние ряды вскрытия р. Колымы имеют тенденцию на понижение, которая обусловлена влиянием работы каскада водохранилищ, а также изменением климата, и имеют 9–10-летний цикл (рис. 11). А с конца прошлого века на р. Колыме позже стал образовываться ледостав (рис. 12) [26].

Хорошую визуализацию климатических изменений продолжительности ледового сезона (ПЛС) на реках Тауйской губы представляют совмещенные графики с динамикой температуры воздуха в Магадане в октябре и мае (рис. 13) [27]. Все эти характеристики выражены в 30-летних скользящих средних.

На рис. 13 видно, что рост температур воздуха в октябре, когда начинается ледообразование на реках, и в мае, когда реки освобождаются ото льда, отражается на ПЛС. Это утверждение подтверждается и графиком связи 30-летних скользящих средних годовых температур воздуха в Магадане и динамической средней продолжительности ледового сезона рек исследуемого региона (рис. 14).

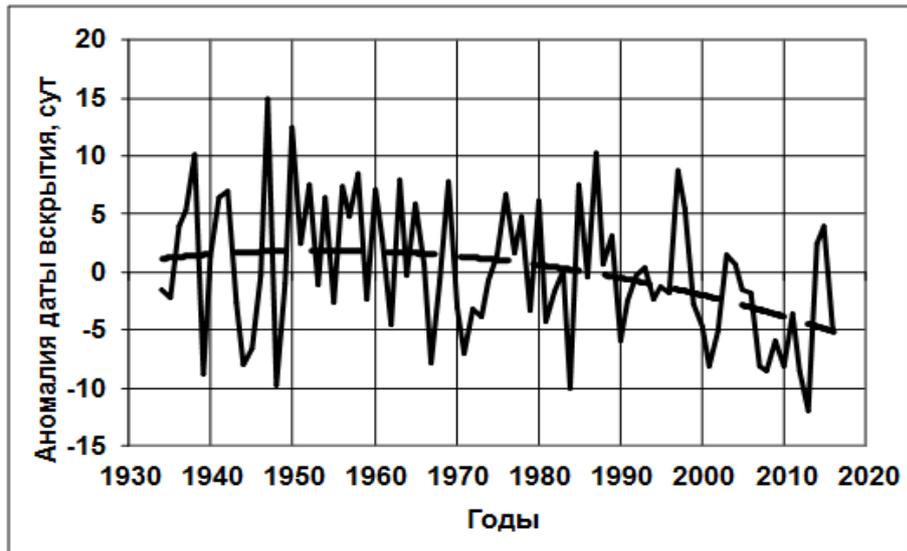


Рис. 11. Многолетние колебания средней динамической аномалии дат начала ледохода на р. Колыме [25]. Пунктиром проведена линия тренда.

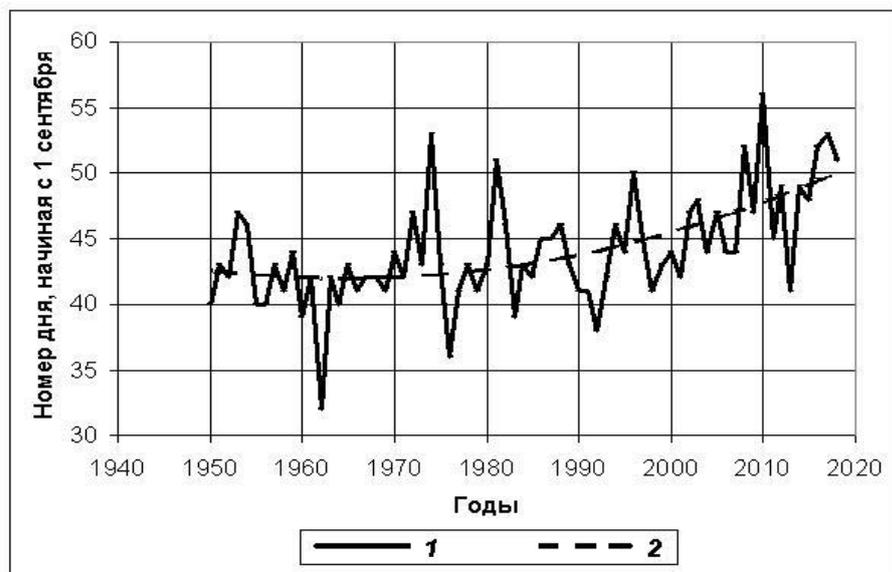


Рис. 12. Многолетний ход дат замерзания р. Колымы у г. Среднеколымска (1) и линия тренда (2) [26].

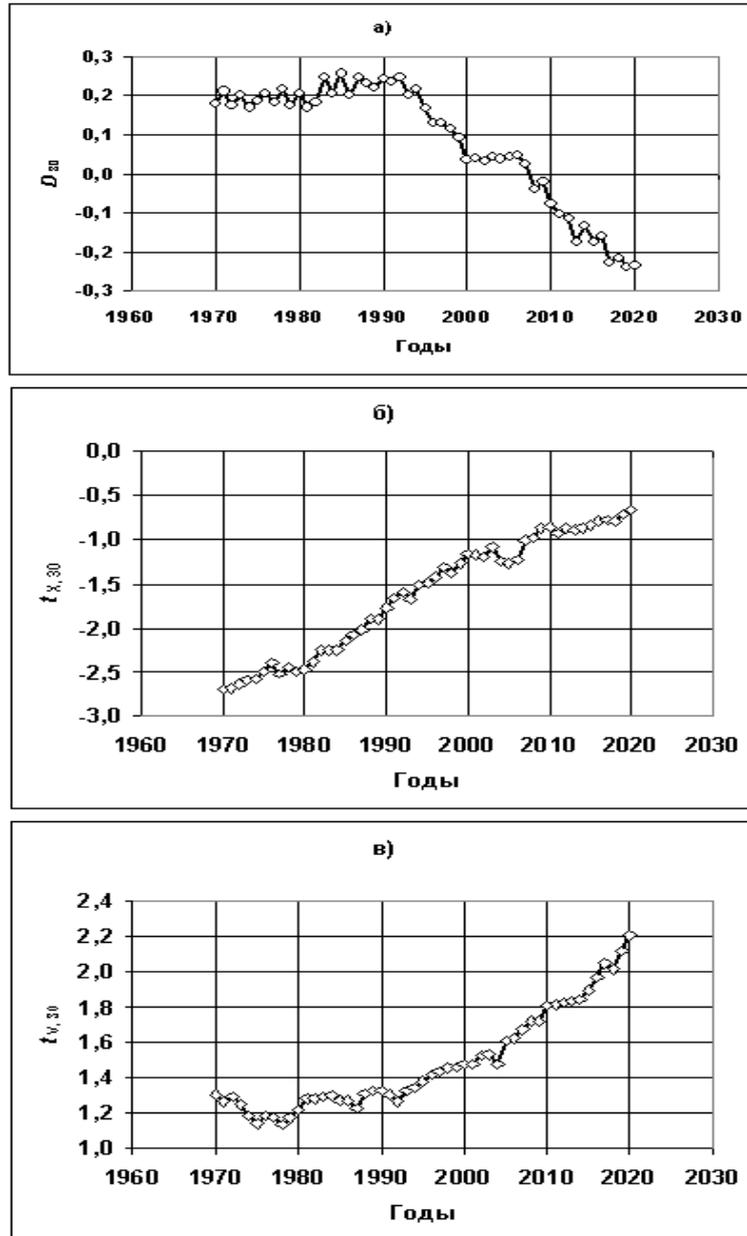


Рис. 13. Многолетняя динамика «норм» продолжительности ледового сезона на реках Тауйской губы (а), температуры воздуха в октябре (б) и мае (в) в Магадане, рассчитанным по скользящим 30-летиям [27].

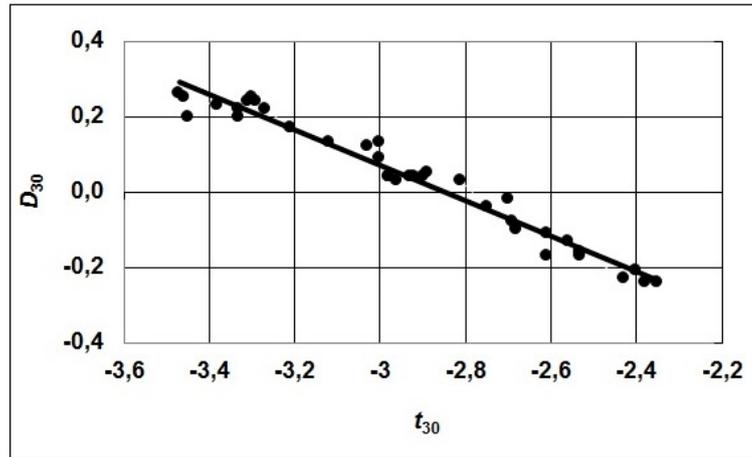


Рис. 14. Связь скользящих 30-летних динамической средней продолжительности ледового сезона  $D_{30}$  и 30-летних скользящих средних годовых температур воздуха в Магадане  $t_{30}$  [27].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований были выявлены климатические изменения гидрологического режима рек Северо-Востока России.

Анализ временных рядов месячного притока воды в Колымское водохранилище показал, что за последние 30 лет годовой приток увеличился на 14%. Притоки за май, август и сентябрь выросли на 37, 31 и 38% соответственно. Увеличение притока в другие месяцы статистически не значимо. Прослеживается тенденция на увеличение максимального стока весеннего половодья и дождевых паводков. На участке Колымы ниже каскада ГЭС уменьшился летний сток, увеличился зимний, понизились максимальные расходы и уровни воды весеннего половодья и дождевых паводков. Из-за совместного влияния работы ГЭС и потепления климата появление осенних ледовых явлений и установление ледостава стали происходить значительно позже, а вскрытие раньше (сократилась продолжительность ледостава), заметно увеличился сток в мае. Благодаря тому, что весеннее половодье стало начинаться раньше, произошло увеличение стока в мае и уменьшение его в июне-июле. «Норма» стока за лимитирующий период существенно выросла – на 37,9 %. Этот прирост произошел главным образом в нелимитирующий сезон. Такие изменения будут способствовать повышению эффективности использования водных ресурсов.

Установлено увеличение речного стока рек Западной Чукотки. Это связано не только с ростом атмосферных осадков, но и с увеличением среднегодовых температур воздуха. Последнее приводит к вытаяванию накопленных в предшествующие годы многолетних снежников, каменных глетчеров, подземного льда и других составляющих гидрокриогенного резерва в горных арктических районах.

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

За последние десятилетия увеличился годовой сток рек Северного Приохотоморья на 10–27 %, минимальный суточный сток увеличился на 8–53 %. Это вызвано в первую очередь ростом атмосферных осадков.

Нормы дат перехода температуры воды рек Верхней Колымы через 0,2°C весной за последние три десятилетия сдвинулись на 3–13 дней в сторону ранних. Среднегодовые температуры воды в первую половину лета повысились на 1,4–1,6°C. Осенью охлаждение температуры воды ниже 0,2°C наступает позже в среднем на 9 дней. Все это согласуется с повышением норм температуры воздуха. А вот во второй половине теплого периода среднегодовые температуры воды понизились на 0,7–1,5°C.

Многолетний ход продолжительности ледового сезона (ПЛС) на реках Тауйской губы имеет отрицательный тренд, обусловленный потеплением климата. Колебания ПЛС содержат циклы с периодом 3, 7, и 10 лет.

Происходящие климатические изменения необходимо учитывать в практике гидрологических расчетов и прогнозов, а также при оценке воздействия хозяйственных объектов на окружающую среду.

### Список литературы

1. Израэль Ю.А., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменение глобального климата. Роль антропогенных воздействий. Метеорология и гидрология, 2001, № 5. С. 5–22.
2. WMO statement on the status of the global climate in 2015. WMO–No. 1167. Geneva: Publications Board World Meteorological Organization, 2016. 26 p.
3. Стоцкунте Ю.В., Василевская Л.Н. Многолетние изменения температуры воздуха и почвы на крайнем северо-востоке России // Географический вестник. 2016. № 2. С. 84–96.
4. Ушаков М.В. Современные изменения термического режима холодного сезона на Российском Дальнем Востоке // Научные Ведомости БелГУ. Естественные науки. 2017. Вып. 39. № 11(260). С. 97–104.
5. Gartsman B. I., Lupakov S. Yu. Effect of Climate Changes on the Maximal Runoff in the Amur Basin: Estimation Based on Dynamic–Stochastic Simulation. // Journal Water Resources. 2017. No. 44(5). pp. 697–706.
6. Маргарян В.Г., Овчарук В.А., Голций М.В., Боровская Г.А. Сравнительный анализ и оценка многолетних колебаний максимального стока рек горных территорий Армении и Украины в условиях глобальных изменений климата // Устойчивое развитие горных территорий. 2020. № 12(43). С. 61–75.
7. Shiklomanov A. I., Lammers R. B., Lettenmaier D. P., Polischuk Yu. M., Savichev O. G., Smith L. C., Chernokulsky A. V. Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections. Part of the Springer Environmental Science and Engineering book series (SPRINGERENVIRON). [Электрон. ресурс]. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4569-8\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4569-8_4) (Дата обращения 11.08.2020).
8. Фролова Н.Л., Магрицкий Д.В., Киреева М.Б., Агафонова С.А., Повалишников Е.С. Антропогенные и климатически обусловленные изменения стока воды и ледовых явлений рек российской Арктики // Сборник: Вопросы географии. / Под ред. В.М. Котлякова, Н.И. Коронкевича, Е.А. Барабановой. Т. 245, 2018. С. 233–251.
9. Гельфан А.Н., Фролова Н.Л., Магрицкий Д.В., Киреева М.Б., Григорьев В.Ю., Мотовилов Ю.Г., Гусев Е.М. Влияние изменения климата на годовой и максимальный сток рек России: оценка и прогноз // Фундаментальная и прикладная климатология. Т. 7, № 1, 2021. С. 36–79.
10. Makarieva O., Nesterova N., Post D. A., Sherstyukov A. and Lebedeva L. Warming temperatures are impacting the hydrometeorological regime of Russian rivers in the zone of continuous permafrost, The Cryosphere, 13, 2019. pp. 1635–1659, <https://doi.org/10.5194/tc-13-1635-2019>.

11. Север Дальнего Востока / Под ред. Н. А. Шило. М.: Наука, 1970. 487 с.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 19. Северо-Восток. Л.: Гидрометеоздат, 1969. 282 с.
13. Ушаков М.В. О продолжающемся кризисе стационарной гидрологической сети на Северо-Востоке России / Роль стационарных наблюдений в современных географических исследованиях. Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2022. С. 159–161.
14. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации–Мировой центр данных. [Электрон. ресурс]. URL: <http://meteo.ru/data/> (Дата обращения 13.01.2021).
15. Hurst H. E. Long-term storage capacity of reservoirs. Transactions of the American Society of Civil Engineers. 1951. V. 116. pp. 770–808.
16. Ушаков М.В. Влияние Колымской ГЭС и климатических изменений на гидрологический режим р. Колыма // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН ДВО РАН, 2013. № 2. С. 20–24.
17. Ушаков М.В., Лебедева Л.С. Климатические изменения режима формирования притока воды в Колымское водохранилище // Научные Ведомости БелГУ. Естественные науки. 2016. Вып. 37. № 25(246). С. 120–127.
18. Ушаков М.В. Характер климатических изменений внутригодового распределения стока Верхней Колымы // Общество, среда, развитие. 2021. № 2. С. 86–89
19. Глотов В.Е., Ушаков М.В. Климатически обусловленные изменения стока заполярных рек Западной Чукотки // Криосфера Земли. 2020. т. XXIV. № 6. С. 33–44.
20. Ушаков М. В. Климатический отклик минимального летне-осеннего стока рек северного Приохотоморья // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Т. 5(71). № 1. 2019. С. 238–246.
21. Ушаков М.В. Схема расчета ресурсов речных вод Примагаданья в условиях меняющегося климата // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2018. № 3. С. 76–79.
22. Ушаков М.В. Многолетние колебания годового притока воды к каскаду водохранилищ на реке Каменушке и их предвычисление // Общество. Среда. Развитие. 2018. № 4. С. 139–145.
23. Ushakov M.V., Ukhov N.V. Modern Changes in the Thermal Regime of Mountain Rivers in the Permafrost Zone (A Case Study for the Upper Kolyma). Russian Meteorology and Hydrology. 2020, vol. 45, No. 12, pp. 858–863.
24. Ушаков М.В. Об аномальном отклике термического режима рек Верхней Колымы на глобальное потепление // Общество, среда, развитие. 2021. № 1. С. 140–142.
25. Ушаков М.В. Методика прогноза дат вскрытия верхнего судоходного участка р. Колыма в условиях нестационарности // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2018. № 1. С. 49–55.
26. Ушаков М.В. Прогноз сроков замерзания реки Колымы в условиях климатических и антропогенных изменений // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2020. Т. 6(16), Вып. 4. С. 191–202.
27. Ушаков М.В. Продолжительность ледового сезона на реках Тауйской губы в условиях климатических изменений // Геополитика и геоэкодинамика регионов. 2022. Т.8. Вып. 2. С. 236–245.

## CLIMATIC CHANGES IN THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE RIVERS IN THE NORTH-EAST OF RUSSIA

*Ushakov M. V.*

*North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N. A. Shilo, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Magadan, Russian Federation  
E-mail: mvilorich@narod.ru*

Modern global climate warming entails changes in the hydrological regime of rivers. In this paper, a brief review of the research of the North-Eastern Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N. A. Shilo, Far East Branch in the field of climatic changes in the hydrological regime of the rivers in the North-East of Russia for 2011–2022. The primary data were long-term observations on the network of the Russian Hydrometeorological Service. The initial series observations of the elements of the hydrological regime were

studied for the presence of a trend using the Student and Hurst criterions. The series were also subjected to low-pass filtering using the 30-year moving average method. Time series analysis of the monthly water inflow to the Kolyma reservoir showed that over the past 30 years, the annual inflow has increased by 14%. Inflows for May, August and September increased by 37%, 31% and 38% respectively. The increase in inflow in other months is not statistically significant. There is a trend towards an increase in the maximum runoff of spring floods and rain floods. In the Kolyma section downstream of the HPP cascade, the summer runoff decreased, the winter runoff increased, and the maximum discharges and water levels during spring floods and rain floods decreased. Due to the combined influence of the operation of the HPP and climate warming, the appearance of autumn ice phenomena and the establishment of freeze-up began to occur much later, and the break-up earlier (the duration of freeze-up was reduced), the runoff increased noticeably in May. Due to the fact that the spring flood began to begin earlier, there was an increase in runoff in May and a decrease in it in June-July. The "norm" of the runoff for the limiting period increased significantly – by 37.9%. This increase occurred mainly in the non-limiting season. Such changes will improve the efficiency of water use. An increase in the river runoff of the rivers of Western Chukotka has been established. This is due not only to an increase in precipitation, but also to an increase in average annual air temperatures. The latter leads to the thawing of perennial snowfields, stone glaciers, underground ice and other components of the hydrocryogenic reserve accumulated in previous years in the mountainous Arctic regions. Over the past decades, the annual runoff of the rivers of the Northern Okhotsk region has increased by 10–27%, the minimum daily runoff has increased by 8–53%. This is primarily due to the increase in precipitation. The norms for the dates of the transition of the water temperature of the rivers of the Upper Kolyma through 0.2 °C in the spring over the past three decades have shifted by 3–13 days towards the early ones. Average long-term water temperatures in the first half of summer increased by 1.4–1.6°C. In autumn, the cooling of water temperature below 0.2°C occurs later, on average, by 9 days. All this is consistent with the increase in air temperature norms. But in the second half of the warm period, the average long-term water temperatures dropped by 0.7–1.5°C. The long-term course of the duration of the ice season on the rivers of the Tauy Bay has a negative trend due to climate warming. Fluctuations contain cycles with a period of 3, 7, and 10 years. The ongoing climate change must be taken into account in the practice of hydrological calculations and forecasts, as well as in assessing the impact of economic facilities on the environment.

**Keywords:** climate change, hydrological regime, river flow, water temperature, ice drift, freeze-up.

#### References

1. Izrael Yu.A., Gruza G.V., Kattsov V.M., Meleshko V.P. *Izmeneniye global'nogo klimata. Rol' antropogennykh vozdeystviy (Global climate change. The role of anthropogenic influences)*. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2001, no. 5, pp. 5–22. (in Russian).
2. WMO statement on the status of the global climate in 2015. WMO–No. 1167. Geneva: Publications Board World Meteorological Organization, 2016. 26 p.

3. Stochkute YU. V., Vasilevskaya L. N. *Mnogoletnie izmeneniya temperatury vozduha i pochvy na krajnem severo-vostoke Rossii (Long-term changes in air and soil temperature in the extreme north-east of Russia)*. Geograficheskij vestnik, 2016, no 2, pp. 84–96. (in Russian).
4. Ushakov M. V. *Sovremennyye izmeneniya termicheskogo rezhima kholodnogo sezona na Rossiyskom Dal'nem Vostoke (Modern changes in the thermal regime of the cold season in the Russian Far East)*. Nauchnyye Vedomosti BelGU. Yestestvennyye nauki. 2017. Iss. 39, no. 11(260), pp. 97–104. (in Russian).
5. Gartsman B. I., Lupakov S. Yu. *Effect of Climate Changes on the Maximal Runoff in the Amur Basin: Estimation Based on Dynamic–Stochastic Simulation*. Journal Water Resources. 2017, no. 44(5), pp. 697–706.
6. Margaryan V. G., Ovcharuk V. A., Goltsiy M. V., Borovskaya G. A. *Sravnitel'nyy analiz i otsenka mnogoletnikh kolebaniy maksimal'nogo stoka rek gornyykh territoriy Armenii i Ukrainy v usloviyakh global'nykh izmeneniy klimata (Comparative analysis and assessment of long-term fluctuations in the maximum flow of rivers in the mountainous territories of Armenia and Ukraine under global climate change)*. Ustoychivoye razvitiye gornyykh territoriy. 2020, no. 12(43), pp. 61–75. (in Russian).
7. Shiklomanov A. I., Lammers R. B., Lettenmaier D. P., Polischuk Yu. M., Savichev O. G., Smith L. C., Chernokulsky A. V. *Hydrological Changes: Historical Analysis, Contemporary Status, and Future Projections*. Part of the Springer Environmental Science and Engineering book series (SPRINGERENVIRON). [Electron. resource] URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4569-8\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4569-8_4) (application: 08.11.2020).
8. Frolova N. L., Magritsky D. V., Kireeva M. B., Agafonova S. A., Povalishnikova E. S. *Antropogennye i klimaticheski obuslovlennyye izmeneniya stoka vody i ledovykh javleniy rek rossijskoj Arktiki (Anthropogenic and climatically determined changes in water flow and ice phenomena in the rivers of the Russian Arctic)*. Sbornik: Voprosy geografii. Vol. 245 (Ed. V.M. Kotlyakova, N.I. Koronkevich, E.A. Barabanova), 2018, pp. 233–251. (In Russian).
9. Gelfan A.N., Frolova N.L., Magritsky D.V., Kireeva M.B., Grigoriev V.Yu., Motovilov Yu.G., Gusev E.M. *Vliyanie izmeneniya klimata na godovoy i maksimal'nyy stok rek Rossii: oценка i prognoz (Influence of climate change on the annual and maximum runoff of Russian rivers: assessment and forecast)*. Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya. 2021. Vol. 7, no. 1, 2021, pp. 36–79. (In Russian).
10. Makarieva O., Nesterova N., Post D. A., Sherstyukov A. and Lebedeva L.: *Warming temperatures are impacting the hydrometeorological regime of Russian rivers in the zone of continuous permafrost*. The Cryosphere, 13, 2019, pp. 1635–1659, <https://doi.org/10.5194/tc-13-1635-2019>.
11. Sever Dal'nego Vostoka (North of the Far East) / Ed. N. A. SHilo. Moscow, Nauka (Publ.), 1970. 487 p. 12.
12. Resursy poverhnostnykh vod SSSR. T. 19. Severo-Vostok (Surface water resources of the USSR. Vol. 19. Northeast). Leningrad, Gidrometeoizdat (Publ.). 1969, 282 p.
13. Ushakov M. V. *On the ongoing crisis of the stationary hydrological network in the North-East of Russia (The role of stationary observations in modern geographical research)*. Conf. Vladivostok: Pacific Institute of Geography FEB RAS, 2022, pp. 159–161. (In Russian).
14. All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information - World Data Center. [Electron. resource] URL: <http://meteo.ru/data/> (application: 01/13/2021). (In Russian).
15. Hurst H. E. *Long-term storage capacity of reservoirs*. Transactions of the American Society of Civil Engineers. 1951. V. 116, pp. 770–808.
16. Ushakov M. V. *Vliyaniye Kolymskoy GES i klimaticheskikh izmeneniy na gidrologicheskiy rezhim r. Kolyma (Influence of the Kolyma HPP and climate change on the hydrological regime of the Kolyma River)*. Vestnik Severo-Vostochnogo nauchnogo tsentra DVO RAN. 2013, no. 2, pp. 20–24.
17. Ushakov M. V., Lebedeva L. S. *Klimaticheskiye izmeneniya rezhima formirovaniya pritoka vody v Kolymskoye vodokhranilishche (Climatic changes in the regime of formation of water inflow into the Kolyma reservoir)*. Nauchnyye Vedomosti BelGU. Yestestvennyye nauki. 2016. Iss. 37, no. 25(246), pp. 120–127. (In Russian).
18. Ushakov M. V. *Kharakter klimaticheskikh izmeneniy vnutrigodovogo raspredeleniya stoka Verkhney Kolymy (The nature of climatic changes in the intra-annual distribution of runoff in the Upper Kolyma)*. Obshchestvo, sreda, razvitiye. 2021, no. 2, pp. 86–89. (In Russian).

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА  
РЕК СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

---

19. Glotov V. E., Ushakov M. V. Klimaticheski obuslovlennyye izmeneniya stoka zapolyarnykh rek Zapadnoy Chukotki (Climatically conditioned changes in the runoff of the polar rivers of Western Chukotka). *Kriosfera Zemli*. 2020, Vol. XXIV, no. 6, pp. 33–44. (In Russian).
20. Ushakov M. V. Klimaticheskiy otklik minimal'nogo letne-osennego stoka rek severnogo Priokhotomor'ya (Climatic response of the minimum summer-autumn runoff of the rivers of the northern Okhotsk region). *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya*. 2019. Vol. 5(71), no 1, pp. 238–246. (In Russian).
21. Ushakov M. V. Skhema rascheta resursov rechnykh vod Primagadan'ya v usloviyakh menyayushchegosya klimata (Scheme for calculating the resources of river waters in Primagadanya in a changing climate). *Ispol'zovaniye i okhrana prirodnykh resursov v Rossii*. 2018, no 3, pp. 76–79. (In Russian).
22. Ushakov M. V. Mnogoletniye kolebaniya godovogo pritoka vody k kaskadu vodokhranilishch na reke Kamenushke i ikh predvychisleniye (Long-term fluctuations of the annual water inflow to the cascade of reservoirs on the Kamenushka River and their prediction). *Obshchestvo. Sreda. Razvitiye*. 2018, no. 4. pp. 139–145. (In Russian).
23. Ushakov M. V., Ukhov N. V. Modern Changes in the Thermal Regime of Mountain Rivers in the Permafrost Zone (A Case Study for the Upper Kolyma). *Russian Meteorology and Hydrology*. 2020, vol. 45, no. 12, pp. 858–863.
24. Ushakov M. V. Ob anomal'nom otklike termicheskogo rezhima rek Verkhney Kolymy na global'noye potepleniye (On the anomalous response of the thermal regime of the Upper Kolyma rivers to global warming). *Obshchestvo, sreda, razvitiye*. 2021, no. 1, pp. 140–142. (In Russian).
25. Ushakov M. V. Metodika prognoza dat vskrytiya verkhnego sudokhodnogo uchastka r. Kolyma v usloviyakh nestatsionarnosti (Methodology for predicting the dates of the opening of the upper navigable section of the river. Kolyma in conditions of non-stationarity). *Vestnik Severo-Vostochnogo nauchnogo tsentra DVO RAN*. 2018, no. 1, pp. 49–55. (In Russian).
26. Ushakov M. V. Prognoz srokov zamerzaniya reki Kolymy v usloviyakh klimaticheskikh i antropogennykh izmeneniy (Forecasting the timing of freezing of the Kolyma River under conditions of climatic and anthropogenic changes). *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*. 2020. Vol. 6(16), iss. 4, pp. 191–202. (In Russian).
27. Ushakov M. V. Prodolzhitel'nost' ledovogo sezona na rekakh Tauyskoy guby v usloviyakh klimaticheskikh izmeneniy (The duration of the ice season on the rivers of the Tauyskaya Bay under the conditions of climatic changes). *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*. 2022. Vol.8, iss. 2, pp. 236–245. (In Russian).

*Поступила в редакцию 16.02.2023 г.*

УДК 656.61:006.88

**ТОПОГРАФИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И  
ВАРИАЦИИ СУММАРНОГО МОМЕНТА ИМПУЛЬСА  
ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ**

*Холопцев А. В.<sup>1,2</sup>, Курочкин Л. Е.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова», Севастополь, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет, Севастополь, Российская Федерация*

*E-mail: <sup>1</sup>kholoptsev@mail.ru, <sup>2</sup>lkurochkin.mj@mail.ru*

Вследствие неопределенности наиболее вероятного сценария дальнейших перемен климата, актуальной проблемой океанографии и гидрографии является выявление особенностей влияния на изменчивость топографии акваторий регионов Мирового океана (далее ТАО) факторов, инвариантных к этим переменам. К таким факторам относятся вариации компонентов вектора силы гравитационного притяжения между Землей к Солнцем, которые вызваны движением планет Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна вокруг барицентра Солнечной системы. Следствием действия этого фактора являются отличия характеристик барицентрического движения нашей планеты от их значений, определяемых законами Кеплера, которые порождают во всех геосредах соответствующие составляющие сил инерции. В Мировом океане рассматриваемые факторы способны влиять на расходы течений, участвующих в водообмене между различными его регионами. Выдвинута гипотеза о том, что изменения модуля суммарного момента импульса барицентрического движения упомянутых планет являются значимым фактором длиннопериодных вариаций ТАО некоторых из таких регионов. Цель работы - проверка справедливости выдвинутой гипотезы для Берингова моря. Для различных участков акватории указанного моря изучены синхронные статистические связи с рассматриваемым фактором изменений в 1993–2019 гг. среднегодовых и среднемесячных уровней их водной поверхности. Как фактический материал использованы результаты реанализа GLORYS12.v.1, а также сведения об изменениях барицентрических координат упомянутых планет. Для выделения длиннопериодных составляющих рассматриваемых процессов, осуществлено сглаживание их временных рядов в скользящем окне длиной 5 лет. Корреляционный анализ связей между полученными при этом рядами, позволил выявить районы Берингова моря, для которых вывод о значимости рассматриваемых связей справедлив с достоверностью не ниже 0,9, вследствие чего проблема прогнозирования длиннопериодных составляющих изменчивости их ТАО является разрешимой.

**Ключевые слова:** топография водной поверхности, длиннопериодная изменчивость, суммарный момент импульса, Северный Морской путь, Берингово море, статистические связи, планеты-гиганты.

**ВВЕДЕНИЕ**

Топография акваторий любых регионов Мирового океана (далее ТАО) в значительной мере связана с существующими в них океаническими течениями, которые переносят по ним дрейфующие льды, тепло и загрязняющие вещества, а также влияют на движение судов. Поэтому совершенствование методик моделирования и прогнозирования изменений ТАО является актуальной проблемой океанографии, гидрографии, а также судовождения.

Решение указанной проблемы представляется наиболее важным для морей, обладающих значительными биологическими ресурсами, через которые проходят важнейшие водные пути мира [17].

## ТОПОГРАФИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И ВАРИАЦИИ СУММАРНОГО МОМЕНТА ИМПУЛЬСА ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

---

Одним из них является Берингово море, - крупнейшее из окраинных морей нашей планеты, которое находится в северной части Тихого океана и разделяет побережья Евразии (принадлежащие РФ) и Северной Америки (США). Северная граница этого моря проходит через Берингов пролив, который связывает его с Чукотским морем, а южная — по цепи Командорских и Алеутских островов, отделяющих его от Тихого океана.

Через Берингово море проходят международные водные пути, связывающие порты Евразии и Северной Америки. Оно обладает значительными запасами полезных ископаемых и является актуальным регионом рыбного промысла.

Существующий подход к моделированию изменений ТАО для любого океанического региона предполагает численное решение соответствующих задач гидродинамики [9, 14, 18, 24]. Степень соответствия между получаемыми таким путем результатами и фактической динамикой изучаемого процесса в значительной мере определяется точностью задания граничных и начальных условий, а также полнотой учета всех его значимых факторов [9, 14].

Для Берингова моря применение этого подхода проблематично вследствие его обширности, недостаточной изученности гидрографических характеристик, а также связей изменений его ТАО с другими природными процессами. Наиболее сложным является его применение при долгосрочном и сверхдолгосрочном прогнозировании изменений ТАО, поскольку на них существенное влияние оказывают климатические факторы, вероятный сценарий дальнейшей динамики которых не определен [7, 10, 12, 19, 21]. Вследствие этого, существенный теоретический и практический интерес представляет выявление составляющих изменчивости ТАО Берингова моря, которые инвариантны к дальнейшим переменам климата и обусловлены действием факторов, состояния которых в прошлом и будущем могут быть предвычислены.

Согласно существующим представлениям о факторах вариаций ТАО, к числу наиболее существенных на интервалах межгодовой и междесятилетней изменчивости относятся гидрологические [5, 8, 22]. Одним из них является водообмен изучаемого моря с другими регионами Мирового океана.

В этом процессе участвуют те или иные океанические течения, характеристики которых, помимо прочего, зависят от значений компонентов вектора силы гравитационного притяжения нашей планеты к Солнцу.

В результате движения планет Солнечной системы по своим орбитам относительно ее барицентра, их суммарный момент количества движения (далее ММД) непрерывно изменяется. На отрезках времени единицы - сотни лет существенных перемен расположения Солнечной системы в Галактике не происходит, вследствие чего допустимо рассматривать эту систему как замкнутую.

В замкнутых системах действует закон сохранения ММД, вследствие которого, под влиянием сил гравитационного притяжения планет и Солнца, центр массы последнего по отношению к барицентру Солнечной системы непрерывно смещается. Это обеспечивает постоянство ММД всей этой системы.

Наиболее существенное влияние на барицентрическое движение Солнца оказывают планеты- гиганты — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун [13, 16]. Вследствие

этого в спектре изменчивости ММД присутствуют составляющие с периодами, равными периодам их обращения: - 11.86 лет, 29.46 лет, 84.02 лет и 164.78 лет.

Траектория барицентрического движения центра Солнца представляет собой сложную и незамкнутую кривую [4, 13, 15]. Многие участки этой кривой смещены относительно барицентра Солнечной системы более чем на радиус фотосферы Солнца.

В результате смещений центра массы Солнца изменяются также компоненты вектора силы притяжения к нему нашей планеты (по отношению к их значениям, определяемым с учетом законов Кеплера). В результате этого фактические характеристики барицентрического движения Земли несколько отличаются от их значений, следующих из упомянутых законов.

Упомянутые «возмущения» орбиты нашей планеты порождает во всех геосредах соответствующие дополнительные составляющие действующих в них сил инерции.

В Мировом океане эти силы способны в какой-то мере влиять на некоторые составляющие динамики его вод. Могут влиять они и на расходы течений, обуславливающих водообмен между его регионами, вследствие чего в спектрах изменчивости их ТАО могут присутствовать длиннопериодные составляющие с периодами, близкими к периодам обращения упомянутых планет. Следовательно, вариации ММД, а также их средних значений, оцененных за год или некоторый месяц (далее ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub>), в принципе могут относиться к длиннопериодным факторам изменений ТАО каких-либо океанических регионов.

Вопрос о значимости влияния этих факторов на изменения ТАО Берингова моря ранее не рассматривался. Вместе с тем, возможность их влияния на изменения интенсивности инсоляции земной поверхности, а также характеристик глобального и регионального климата отмечена в [3, 6, 16].

Следовательно, не противоречит ранее установленным фактам гипотеза: значимыми факторами длиннопериодных изменений ТАО Берингова моря могут являться вариации ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub>.

Справедливость выдвинутой гипотезы далеко не очевидна. В пользу справедливости альтернативной гипотезы свидетельствует «здравый смысл», а также ничтожность возмущений силы тяжести на нашей планете, обусловленных гравитационным взаимодействием непосредственно с планетами Солнечной системы [11]. К тому же, наряду с рассматриваемыми внеземными факторами, значимые воздействия на длиннопериодные изменения ТАО Берингова моря могут оказывать перемены его климата, а также другие вполне земные процессы. Тем не менее, «здравый смысл» в науке далеко не лучший советчик, а проверка гипотезы ранее не проводилась.

Изменения ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub> планет-гигантов, для любых моментов как прошедшего, так и для будущего времени, могут быть с высокой точностью предвычислены по законам небесной механики [15]. Поэтому подтверждение справедливости выдвинутой гипотезы позволило бы использовать информацию о них не только при моделировании вариаций ТАО Берингова моря, но и при их прогнозировании. Следовательно, проверка выдвинутой гипотезы представляет теоретический и практический интерес.

Целью данной работы является осуществление такой проверки.

В разделе 1 рассмотрен фактический материал, применяемый при достижении указанной цели, а также методика исследований. Раздел 2 содержит результаты, полученные в работе. В разделе 3 проводится их критическое обсуждение. В разделе 4 представлены выводы и рекомендации по дальнейшим исследованиям в том же направлении.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Как фактический материал использованы результаты реанализа GLORYS12.v.1 [23, 25], отражающие изменения уровней различных участков акватории Мирового океана (включая Берингово море). Валидность упомянутой информации подтверждена путем сопоставления со сведениями, представленными в [26]. Результаты указанного реанализа представляют собой оценки среднесуточных значений уровней водной поверхности Мирового океана (относительно геоида) в пунктах, соответствующих всем узлам координатной сетки с шагом 5 угловых минут, для каждых суток в период с 1.01.1993 по 31.12.2019 гг.

С использованием упомянутой информации для каждого такого пункта, относящегося к акватории изучаемого моря, вычислены среднегодовые и среднемесячные значения уровня водной поверхности (далее СГУ и СМУ), из которых сформированы соответствующие временные ряды, включающие по 27 членов.

Как фактический материал о массах всех планет Солнечной системы, а также их гелиоцентрических координатах в каждые сутки, использованы сведения, полученные из ФГБУН «Институт прикладной астрономии Российской академии наук». Значения ММД<sub>г</sub> и ММД<sub>м</sub> (для каждого месяца) вычислялись для периода 1982–2020 гг., с применением методики, предложенной Б.Г. Шерстюковым [16].

Методика исследования предполагала выявление участков акватории Берингова моря, для которых достоверность статистического вывода о значимости связей между рассматриваемыми процессами превышает заданный уровень. При этом справедливость подобной гипотезы оценивалась для всех пунктов изучаемой акватории, которым соответствуют узлы координатной сетки указанного реанализа.

Оценивалась значимость синхронных статистических связей между изучаемыми процессами, для чего был применен метод корреляционного анализа [1]. Перед выполнением этого анализа в каждом из сопоставляемых временных рядов скомпенсирован присутствующий в нем линейный тренд.

Изменения СГУ и СМУ — многофакторные процессы, в спектрах которых содержатся многочисленные составляющие, обусловленные действием климатических и гидрометеорологических факторов. Наиболее мощными среди таких составляющих, относящихся к интервалу межгодовой изменчивости, являются квазидвухлетние, на фоне которых любые более длиннопериодные составляющие выделить сложно.

Поэтому, для выделения изучаемых процессов на фоне подобных помех, рассматриваемые временные ряды подвергнуты сглаживанию в «скользящем окне»,

длительностью 5 лет (что соответствует методике, примененной в [16]). Установлено, что в результате сглаживания количество степеней свободы изучаемых временных рядов уменьшилось до 7.

Решение о значимости изучаемой связи принималось, если достоверность такого статистического вывода превышала 0,9. При его принятии вычисленные значения коэффициента корреляции рассматриваемых сглаженных рядов для всех пунктов изучаемых акваторий сопоставлялись с выбранным пороговым значением этого коэффициента. При выборе упомянутого порогового значения коэффициента корреляции применен критерий Стьюдента. Учитывалось также указанное количество степеней свободы изучаемых рядов [1]. Установлено, что искомый пороговый уровень коэффициента корреляции изучаемых рядов равен 0,8.

Несмотря на то, что подобная методика оценки значимости статистических связей вполне традиционна, следует признать, что ее применение в решаемой задаче не вполне корректно. Подтвердить (либо опровергнуть) допустимость применения в ней упомянутого критерия, не позволяет ограниченность длины сопоставляемых временных рядов.

По указанной причине оценки значимости изучаемых связей, получаемые с использованием изложенной методики, рассматривались как приближенные.

Как свидетельство значимости связи между рядами, учитывалось также значение модуля коэффициента их парной корреляции, которое качественно характеризует степень влияния одного процесса на второй.

Поскольку изменения СГУ или СМУ под влиянием вариаций ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub> возможны в результате перетекания некоторого количества воды из одних океанических регионов в другие, синхронные связи этих процессов могут быть слабее, чем связи асинхронные [16].

Таким образом, применяемая методика позволяет выявить участки акватории Берингова моря, для которых не только синхронные, но и асинхронные статистические связи временных рядов их СГУ или СМУ с рядами ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub> наиболее сильны, а приближенные оценки достоверности вывода об их значимости превышают 0,9.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ**

В соответствии с изложенной методикой осуществлен корреляционный анализ синхронных статистических связей между сглаженными временными рядами ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub>, а также СГУ и СМУ для всех месяцев и всех участков акватории Берингова моря.

Участки акватории Берингова моря, для которых значения коэффициента корреляции изменений ММД<sub>Г</sub> и СГУ превышают 0,8 отображены на рисунке 1.

## ТОПОГРАФИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И ВАРИАЦИИ СУММАРНОГО МОМЕНТА ИМПУЛЬСА ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

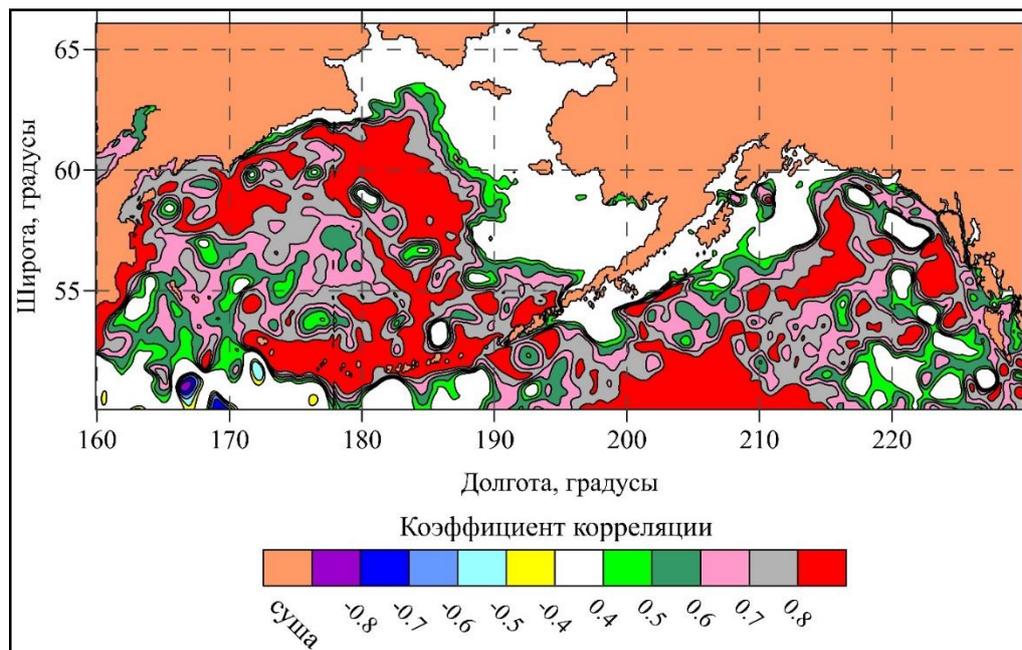


Рис. 1. Расположение участков акватории Берингова моря, для которых значения коэффициента корреляции изменений ММД<sub>Г</sub> и СГУ превышают 0,8 (красный фон). Составлено авторами.

Из рисунка 1 следует, что значения коэффициента корреляции изменений ММД<sub>Г</sub> и СГУ для многих участков акватории Берингова моря превышают 0,8. Такие участки преобладают у побережья полуострова Камчатка, в центральной и южной части моря, а также северо-восточных районах Тихого океана. Среди выявленных участков присутствуют и те, где значения рассматриваемого коэффициента превышают 0,88, а достоверность статистического вывода о значимости изучаемых связей превышает 0,9. Максимальные значения достоверности такого вывода для районов Берингова моря превышают 0,95 (соответствующие значения коэффициента корреляции изменений ММД<sub>Г</sub> и СГУ составляют 0,98). В северной и северо-восточной части моря рассматриваемых участков не выявлено.

На рисунке 2 показаны расположения участков акватории Берингова моря, для которых значения коэффициента корреляции изменений ММД<sub>М</sub> и СМУ для месяцев январь-апрель превышают 0,8.

Рисунок 2 показывает, что общая площадь и расположения таких участков для разных месяцев различны.

Из рисунка 2а видно, что для января значения коэффициента корреляции между рядами ММД<sub>М</sub> и СМУ превышают указанный уровень в основном в районах Тихого океана, расположенных к юго-востоку от Берингова моря. На акватории самого моря превышения указанного уровня выявлены лишь для некоторых районов, расположенных в его центральной части (к северу от Андрияновских островов).

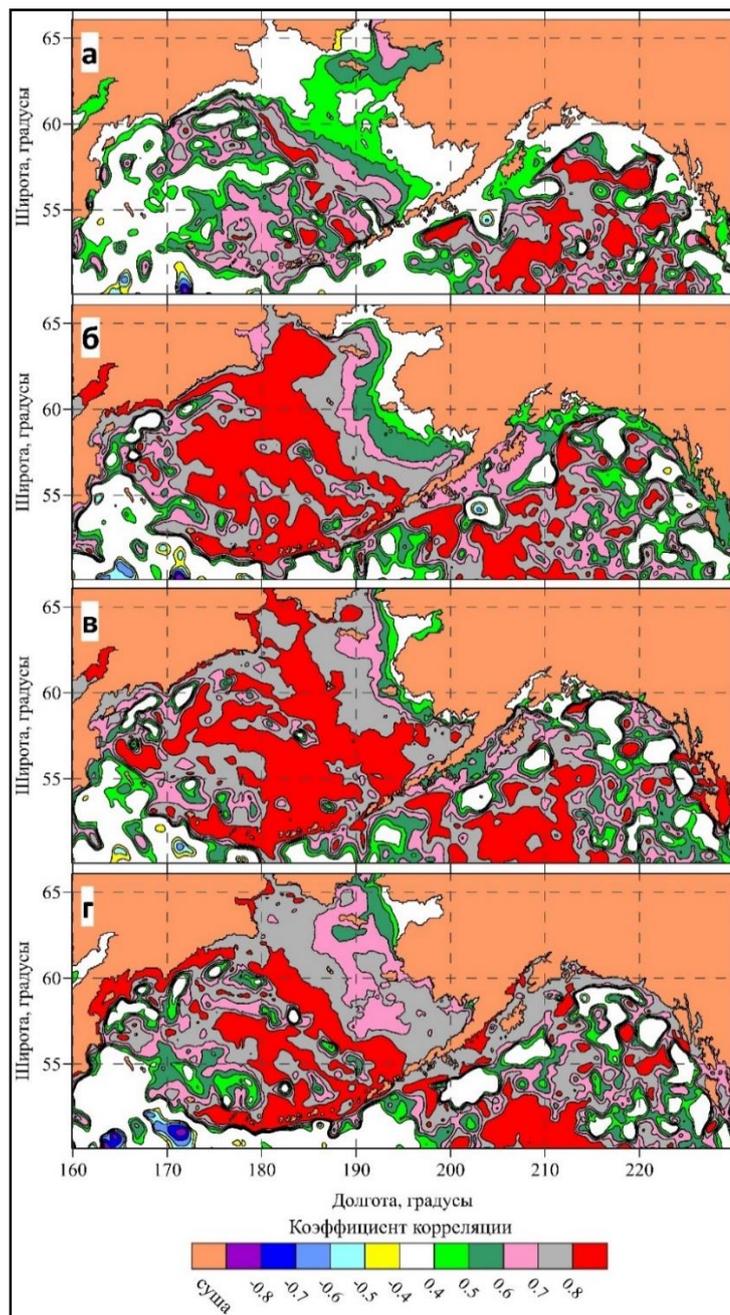


Рис. 2. Расположение участков акватории Берингова моря, для которых значения коэффициента корреляции изменений ММД<sub>м</sub>, с вариациями их СМУ для зимне-весенних месяцев превышают тот или иной уровень  
а) январь, б) февраль, в) март, г) апрель.

Составлено авторами.

## ТОПОГРАФИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И ВАРИАЦИИ СУММАРНОГО МОМЕНТА ИМПУЛЬСА ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

---

Рисунок 2б свидетельствует о том, что для февраля суммарная площадь районов, где значения коэффициента корреляции между рядами ММД<sub>м</sub> и СМУ превышают 0,8, значительно больше, чем для января. Такие районы преобладают в западной части моря (кроме участков ее акватории у побережий полуострова Камчатка). Выявлены они и в тех же районах Тихого океана.

В целом, такие же особенности характерны для расположений рассматриваемых районов, которые соответствуют марту и апрелю (о чем свидетельствуют рисунки 2в и 2г).

Сопоставление этих рисунков с рисунком 2а свидетельствует об уменьшении от февраля к апрелю общей площади участков акватории Берингова моря, где значения коэффициента корреляции рассматриваемых процессов превышают 0,8.

Участки, для которых достоверность статистического вывода о значимости синхронных связей между вариациями их СМУ и изменениями ММД<sub>м</sub>, превышает 0,9, выявлены лишь для февраля и марта (они расположены в центральной части моря).

Расположения участков акватории Берингова моря, для которых значения коэффициента корреляции межгодовых изменений ММД<sub>м</sub> и СМУ для месяцев май-август превышают 0,8, (они выделены красным фоном) показаны на рисунке 3.

Из рисунка 3а понятно, что рассматриваемые участки на акватории Берингова моря для мая располагаются приблизительно там же, где и для апреля (рисунок 2г), хотя их общая площадь несколько меньше. В Тихом океане к юго-востоку от Лисьих островов расположена обширная область, где для мая, как и для прочих месяцев, значения коэффициента корреляции изменений ММД<sub>м</sub> и СМУ превышают 0,8 (а во многих ее районах и 0,9).

Из рисунка 3б нетрудно заключить, что для июня расположение изучаемых участков акватории Берингова моря в целом подобно майскому. При этом площадь области высокой корреляции изучаемых процессов, которая расположена на севере центральной части моря для июня больше, чем для мая. Площадь такой же области, находящейся на юге центральной части моря для июня несколько меньше, чем для мая.

Рисунок 3в показывает, что для июля область высокой корреляции рассматриваемых процессов, которая расположена на севере центральной части моря значительно больше, чем в апреле-июне, в то время как размеры области на юге этой части моря заметно меньше, чем в предыдущие месяцы. Искомые районы выявлены также вдоль многих участков побережий России.

Как видно из рисунка 3г, для августа районы Берингова моря, где значения коэффициента корреляции межгодовых изменений ММД<sub>м</sub> и СМУ превышают 0,8, занимают несколько меньшую часть его акватории, чем в июле. Наиболее очевидно сокращение их размеров на севере центральной части моря.

Практически отсутствуют рассматриваемые районы в северной части моря

На рисунке 4 представлены участки акватории Берингова моря, где для месяцев сентябрь-декабрь значения коэффициента корреляции межгодовых изменений ММД<sub>м</sub> и СМУ превышают 0,8, (они, как и ранее, выделены красным фоном).

Рисунок 4а свидетельствует о том, что расположение изучаемых участков для сентября во многом подобно их расположению для августа. В северной и северо-

восточной части моря таких участков нет. Площади областей высокой корреляции рядов ММД<sub>М</sub> и СМУ, расположенных на севере и юге центральной части моря, для сентября несколько больше, чем для августа.

Рисунок 4б позволяет утверждать, что статистические связи межгодовых изменений ММД<sub>М</sub> и СМУ в среднем по акватории Берингова моря для октября значительно слабее, чем в предыдущие месяцы. Районов моря, где значения коэффициента корреляции сопоставляемых рядов превышают 0,8, существенно меньше, чем в сентябре. При этом участки более слабой корреляции выявлены и в северо-восточной части моря (где ни в августе, ни в сентябре их не было).

Как следует из рисунка 4в, для ноября общая площадь районов моря, где коэффициент корреляции изучаемых процессов превосходит уровень 0,8, значительно больше. Они занимают практически всю западную часть моря (за исключением районов, расположенных у побережий Евразии). Отсутствуют такие районы (как и в сентябре) в северной и северо-восточной части моря.

Особенностью расположения рассматриваемых участков является также существенное уменьшение их количества в районе Тихого океана, расположенного к юго-востоку от Лисьих островов (в сравнении с предыдущими месяцами).

Из рисунка 4г следует, что для декабря характерно усиление связей между изучаемыми процессами в восточной части Берингова моря и их ослабление в его западной части.

Из сопоставления рисунков 2-4 следует, что количество и расположение районов Берингова моря, где имеют место сильные статистические связи изменений ММД<sub>М</sub> с вариациями их СМУ, существенно зависят от месяца. При этом, некоторые элементы подобия расположений таких районов характерны для таких последовательных месяцев, как февраль-июль, а также август- сентябрь. Повышенные значения суммарной площади рассматриваемых районов акватории Берингова моря соответствуют февралю, июлю и ноябрю (для этих месяцев выявлены участки акватории, где достоверность выводов о значимости связей превышает 0,9 и даже 0,95). Минимальные значения той же характеристики соответствуют январю и октябрю.

На всей акватории Берингова моря и прилегающих районов Тихого океана корреляция изучаемых процессов положительна. Исследования синхронных статистических связей между временными рядами ММД<sub>М</sub> и СМУ (а также ММД<sub>Г</sub> и СГУ), выполненные для морей Тихого океана у берегов Антарктиды, показали, что для многих их районов корреляция этих рядов столь же сильна, но является отрицательной.

Последнее означает, что в северном и в южном полушарии Земли одни и те же изменения ММД вызывают противофазные изменения уровня Мирового океана. Последнее качественно подтверждает предположение о влиянии ММД на расходы течений, участвующих в водообмене между регионами Тихого океана, расположенными в противоположных полушариях, а также о наличии причинной связи между изучаемыми процессами.

ТОПОГРАФИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И ВАРИАЦИИ  
СУММАРНОГО МОМЕНТА ИМПУЛЬСА ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

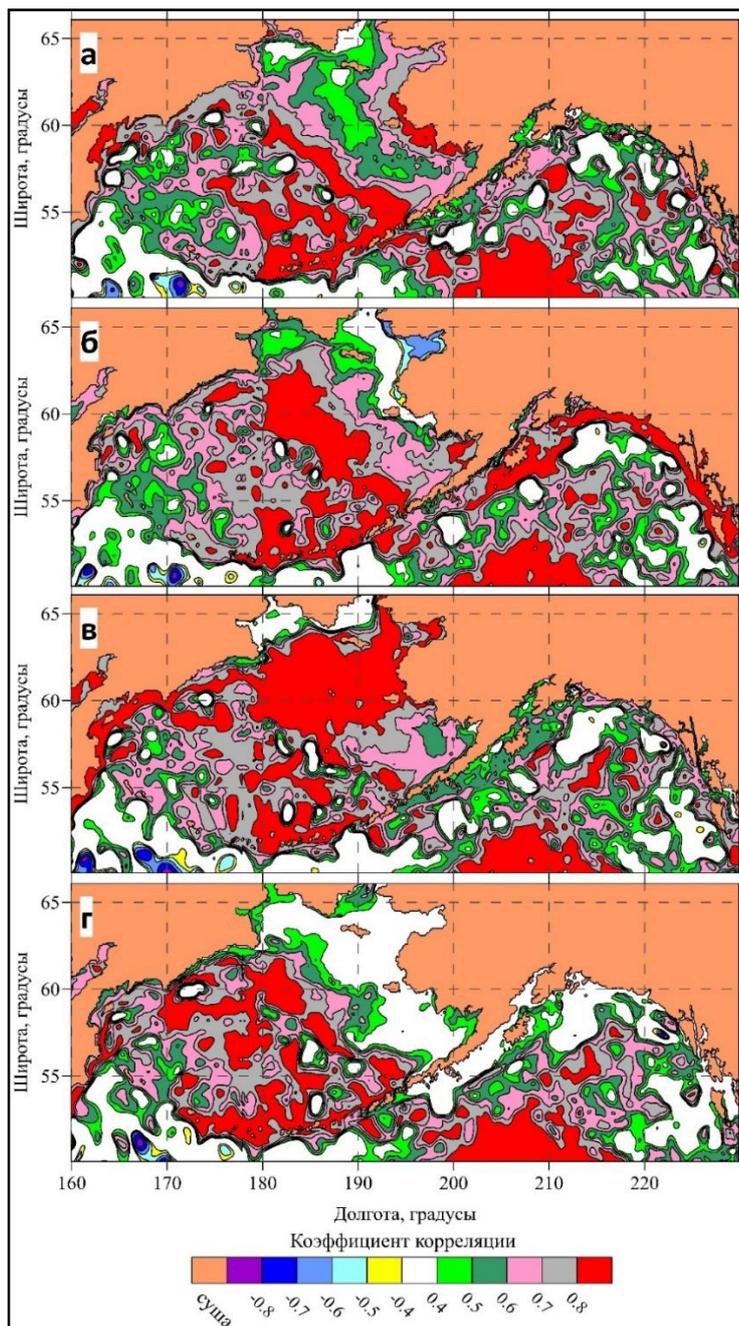


Рис. 3. Расположение участков акватории Берингова моря, для которых значения коэффициента корреляции изменений ММД<sub>м</sub>, с вариациями их СМУ для весенне-летних месяцев превышают тот или иной уровень  
а) май, б) июнь, в) июль, г) август.

Составлено авторами.

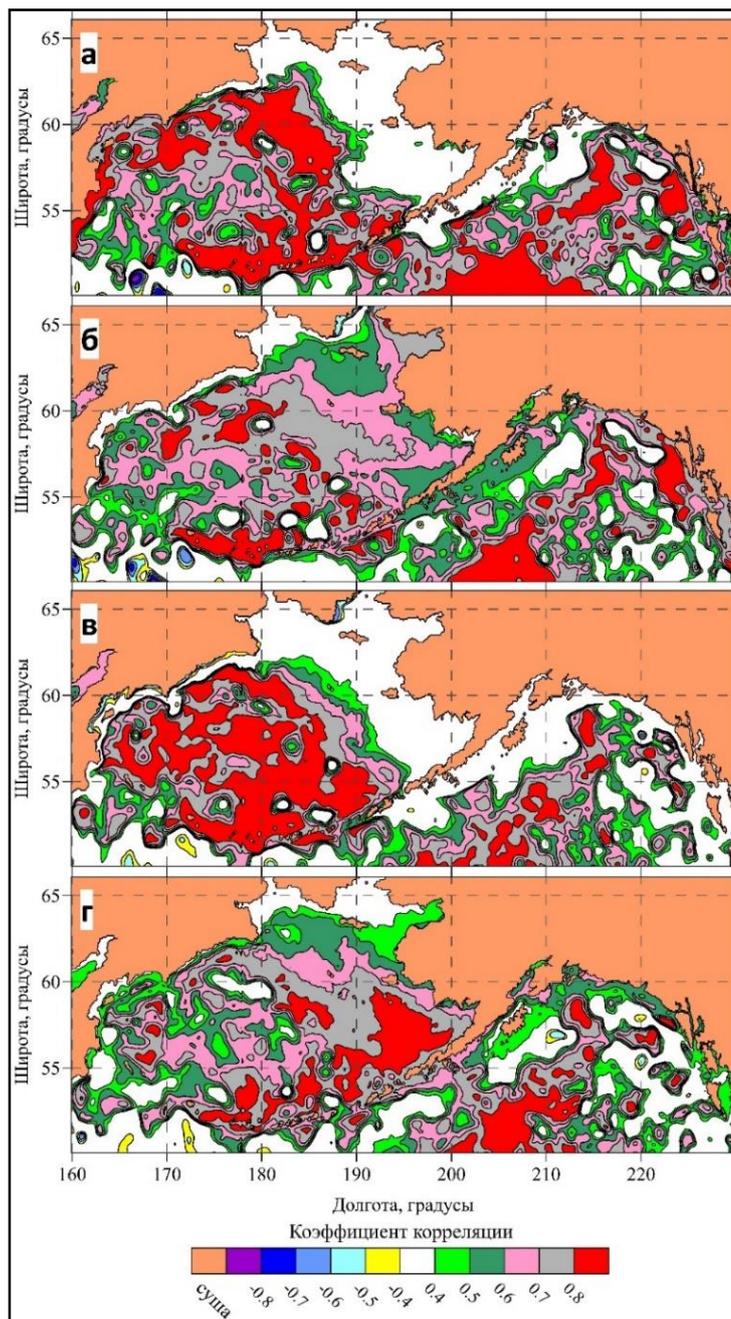


Рисунок 4 Расположение участков акватории Берингова моря, для которых значения коэффициента корреляции изменений ММД<sub>М</sub>, с вариациями их СМУ для осенне - зимних месяцев превышают тот или иной уровень  
а) сентябрь, б) октябрь, в) ноябрь, г) декабрь.

Составлено авторами.

## ТОПОГРАФИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И ВАРИАЦИИ СУММАРНОГО МОМЕНТА ИМПУЛЬСА ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

---

Как следует из представленных результатов, для временного ряда СМУ или СГУ, соответствующего тому или иному участку акватории изучаемого региона, достоверность вывода о значимости его синхронной связи с рядом ММД<sub>М</sub> или ММД<sub>Г</sub> относительно не велика. Тем не менее, общее количество участков акватории Берингова моря, для которых указаный вывод в отношении связей ММД<sub>Г</sub> и СГУ справедлив с достоверностью 0,9, составляет 8989. Близкие значения имеют эти количества и для связей ММД<sub>М</sub> и СМУ (для различных месяцев). Поэтому, представленные результаты анализа статистических связей межгодовых изменений ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub>, а также СГУ и СМУ (для всех месяцев), для рассматриваемого моря справедливость выдвинутой гипотезы подтверждают.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты соответствуют существующим представлениям о роли водно-балансовых факторов в изменениях уровня регионов Мирового океана [2, 5, 8, 10, 12].

Из них следует, что длиннопериодные составляющие изменчивости СГУ и СМУ в 1993-2019 гг. были обусловлены действием на эти процессы вариаций ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub> (либо иных неизвестных ныне факторов, статистические свойства которых были подобны свойствам этих вариаций).

Значения ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub> для текущего или любого предстоящего года могут быть по законам небесной механики предвычислены. Следовательно, полученные результаты позволяют предположить, что проблемы долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования длиннопериодных составляющих изменчивости ТАО для многих районов Берингова моря является разрешимой. Утверждать, что эта проблема разрешима, не позволяет влияние на тенденции изменчивости ТАО изучаемого моря не только астрономических, но и климатических факторов, в динамике которых много неопределенностей [2, 10, 12, 19].

Статистические связи между вариациями ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub>, а также СГУ и СМУ для различных районов Берингова моря, которые выявлены для периода 1993–2019 гг., отнюдь не доказывают существование между этими процессами причинных связей. Подобные связи могут существовать, если энергии «земных откликов» на вариации ММД достаточно для возникновения фактически наблюдаемых вариаций СГУ и СМУ. Последнее может быть подтверждено в результате выполнения соответствующих количественных оценок, которых в рамках данной работы не делалось.

Тем не менее, из полученных результатов следует, что в спектрах межгодовой изменчивости СГУ и СМУ многих участков акваторий этих морей присутствуют мощные составляющие с периодами, которые близки к периодам обращения планет-гигантов. В противном случае синхронная корреляция рассматриваемых временных рядов (в которых скомпенсированы линейные тренды) не могла бы достигать уровня 0,95 и более.

Даже если присутствие упомянутых составляющих является результатом действия иных причин, сам факт его наличия свидетельствует о том, что при

сверхдолгосрочном прогнозировании СГУ или СМУ, наряду с прочими водно-балансовыми факторами, целесообразно учитывать также вариации ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub>.

О том, что фактор, порождающий упомянутые составляющие изменчивости СГУ и СМУ, не является климатическим, свидетельствуют противоположные знаки значимой корреляции изучаемых процессов, соответствующих Берингову морю и морям Тихого океана у берегов Антарктиды. Еще одним доводом в пользу этого является отсутствие существенного влияния на корреляцию рассматриваемых процессов фактора смены времен года (зависимости от месяца есть, но зависимость от сезона не выявлено).

Существенным аргументом в пользу связи выявленного эффекта с процессами водообмена служит пространственное расположение областей, в которых локализованы участки значимой корреляции СМУ и ММД<sub>Г</sub> (а также СГУ и ММД<sub>М</sub>). Через все упомянутые области проходят те или иные океанические течения, участвующие в водообмене Берингова моря с Тихим океаном.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом установлено, что среди значимых факторов длиннопериодных составляющих изменчивости ТАО Берингова моря, присутствуют процессы, которые значимо статистически связаны с вариациями ММД<sub>Г</sub>, а также ММД<sub>М</sub> (вполне возможно, что и сами эти процессы порождены упомянутыми вариациями).

Изменения ММД<sub>Г</sub> и ММД<sub>М</sub> для любого года и месяца могут быть предвычислены. Поэтому, полученный результат является доводом в пользу разрешимости проблемы долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования длиннопериодных составляющих изменчивости СГУ и СМУ многих участков акватории изучаемого моря.

### **Список литературы**

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: Юнити. 1998. 1022 с.
2. Алексеев Г.В., Радионов В.Ф., Александров Е.И., Иванов Н.Е., Харланенкова Н.Е. Изменения климата Арктики при глобальном потеплении // Проблемы Арктики и Антарктики. 2015. № 1 (103). С. 32–41.
3. Дмитриев А.А., Белязо В.А. (2006). Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов. СПб.: Гидрометеониздат, 2006. 360 с.
4. Долгачев В.П., Доможилова Л.М., Хлыстов А.И. Некоторые свойства барицентрического движения больших планет и Солнца // Труды ГАИШ. 1991, Т.62, с. 111–118.
5. Каплин П.А. Прогноз развития береговой зоны морей России [включая арктические] в условиях повышения их уровня и потепления климата / Каплин П.А., Павлидис Ю.А., Селиванов А.О. // Человечество и береговая зона Мирового океана в XXI веке: XX Междунар. конф., посвящ. 90-летию В.П. Зенковича (4-5 февр. 2000 г.). Москва. 2001. С. 16–28.
6. Коваленко В.Д., Кизим Л.Д., Пашестюк А.М., Николаев В.Г. (1987). Исследование причин изменчивости климата // Агроклиматические ресурсы Сибири. Сборник трудов ВАСХНИЛ, Сибирское отделение. Новосибирск, 1987. С. 103–113.
7. Кондратьев К.Я. Неопределённость данных наблюдений и численного моделирования климата // Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С. 93–119.
8. Малинин В.Н. Уровень океана: настоящее и будущее. СПб.: РГГМУ, 2012. 260 с.

## ТОПОГРАФИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И ВАРИАЦИИ СУММАРНОГО МОМЕНТА ИМПУЛЬСА ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

9. Марчук Г.И. (1974). Численное решение задач динамики атмосферы и океана. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 308 с.
10. Меркулов В.А., Ашик И.М., Тимохов Л.А. Тенденции многолетней изменчивости уровня моря на прибрежных станциях Северного Ледовитого океана // Проблемы Арктики и Антарктики. 2017. №3(113). С. 51–66.
11. Мохов И.И., Смирнов Д.А., Карпенко А.А. (2012). Оценки связи изменений глобальной приповерхностной температуры с разными естественными и антропогенными факторами на основе данных наблюдений // Доклады Академии наук. 2012. Т. 443. № 2. С. 225–231.
12. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М. Изменения климата Арктики и Антарктики — результат действия естественных причин // Проблемы Арктики и Антарктики. 2010. №2 (85). С. 52–61.
13. Хлыстов А.И., Долгачев В.П., Доможилова Л.М., Барицентрическое движение Солнца и его следствия для Солнечной системы. //Современные глобальные изменения природной среды. ТЗ. Факторы глобальных изменений. М: Научный мир, 2012. С. 62–78.
14. Черкесов Л.В., Иванов В.А., Хартиев С.М. Введение в гидродинамику и теорию волн. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 264 с.
15. Шерстюков Б.Г. (2019в). Момент инерции движения Солнца относительно центра масс Солнечной системы и долгопериодные колебания температуры поверхности океана // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2019. Вып. 184. С. 80–93.
16. Шерстюков Б.Г. Колебательная система климата, резонансы, дальние связи, прогнозы. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2021. 222 с.
17. Aksenov Y., Popova E.E., Yool A., Nurser A. G., Williams T. D., Bertino L., Bergh J. On the Future Navigability of Arctic Sea Routes: High-resolution Projections of the Arctic Ocean and Sea Ice // Marine Policy. 2017. Vol. 75. Pp. 300–317. DOI: 10.1016/j.marpol.2015.12.027
18. Blumberg A.F., Mellor G.L. A description of three dimensional coastal ocean circulation model // Three-Dimensional Coastal Ocean Models / Ed. N. Heaps. Washington, D. C.: American Geophysical Union. – 1987. – 4. – P. 1 – 16. – doi 10.1029/co004p0001
19. Climate Change (2013). The Physical Science Basis. Working Group I. Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by Thomas F. Stocker, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner, Melinda M.B. Tignor, Simon K. Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex, Pauline M. Midgley. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, Sro Paolo, Delhi, Mexico City. 1535 p.
20. Melia N., Haines K., Hawkins E. Future of the Sea: Implications from Opening Arctic Sea Routes. — Foresight, Government Office for Science, 2017. 39 p.
21. Moss, R. et al., 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature, 463, 747–756.
22. Mörner N.-A. Sea level is not rising / N.-A.Mörner // Science and Public Police Institute Reprint Series. Dec.6, 2012. 26 p.
23. Vichi M., Lovato T., Gutierrez Mlot E., McKiver W. Coupling BFM with Ocean models: the NEMO model (Nucleus for the European Modelling of the Ocean). Bologna: BFM Consortium, 2015.
24. WannawongW, Wongwises, U. ;Vongvisessomjai, S. Mathematical Modeling of Storm Surge in Three Dimensional Primitive Equations // International Journal of Mathematical, Computational, Physical, Electrical and Computer Engineering. 2011. 5. № 6. P. 797–806.
25. База данных. Результаты реанализа GLORYS12v.1 изменений ледовитости, средней толщины льда, поверхностной температуры и поверхностной солёности экваторий Мирового океана. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-toproducts/?option=com\\_csw&view=details&productid=GLOBAL\\_REANALYSIS\\_PHY\\_001\\_030](http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-toproducts/?option=com_csw&view=details&productid=GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_030).
26. Банк данных Центра уровня моря Гавайского университета (UHSLC) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://uhslc.soest.hawaii.edu/thredds/catalog.html>.

**TOPOGRAPHY OF THE WATER SURFACE OF THE BERING SEA AND  
VARIATIONS OF THE TOTAL ANGULAR MOMENTUM  
OF THE GIANT PLANETS**

*Holoptsev A. V.<sup>1,2</sup>, Kurochkin L. E.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>The Sevastopol Branch of the N. N. Zubov State Oceanographic Institute, Sevastopol, Russian Federation.*

*<sup>2</sup>FGAOU VO "Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation  
E-mail: <sup>1</sup>kholoptsev@mail.ru, <sup>2</sup>l.kurochkin.mj@mail.ru*

Due to the uncertainty of the most probable scenario of further climate changes, an urgent problem of oceanography and hydrography is to identify the features of the influence of factors invariant to these changes on the variability of the topography of the water areas of the World Ocean regions (hereinafter TAO). Such factors include variations in the components of the gravitational attraction vector between the Earth and the Sun, which are caused by the movement of the planets Jupiter, Saturn, Uranus and Neptune around the barycenter of the Solar System. The consequence of this factor is the differences in the characteristics of the bi-centric motion of our planet from their values determined by Kepler's laws, which generate the corresponding components of inertia forces in all geo-environments. In the World Ocean, the factors under consideration can influence the flow rates involved in water exchange between its various regions. The hypothesis is put forward that changes in the module of the total angular momentum of the bi-centric motion of the mentioned planets are a significant factor in the long-period variations of the TAO of some of these regions. The purpose of the work is to verify the validity of the proposed hypothesis for the Bering Sea. Synchronous statistical relationships with the considered factor of changes in 1993-2019 in the average annual and average monthly levels of their water surface have been studied for various sections of the water area of the specified sea. The results of the GLORYS12.v.1 reanalysis, as well as information about changes in the barycentric coordinates of the mentioned planets, were used as factual material. To highlight the long-period components of the processes under consideration, their time series were smoothed in a sliding window of 5 years in length. The correlation analysis of the connections between the series obtained in this case made it possible to identify areas of the Bering Sea for which the conclusion about the significance of the considered connections is valid with a reliability of at least 0.9, as a result of which the problem of predicting long-period factors of their TAO variability is solvable.

**Keywords:** water surface topography, long-period variability, total angular momentum, Northern Sea Route, Bering Sea, statistical relationships, giant planets.

**References**

1. Ajvazyan S.A., Mhitaryan V.S. *Prikladnaya statistika i osnovy ekonometriki*. M.: YUniti. 1998. 1022 s. (in Russian).
2. Alekseev G.V., Radionov V.F., Aleksandrov E.I., Ivanov N.E., Harlanenkova N.E. *Izmeneniya klimata Arktiki pri global'nom potepnenii // Problemy Arktiki i Antarktiki*. 2015. № 1 (103). S. 32–41. (in Russian).
3. Dmitriev A. A., Belyazo V. A. (2006). *Kosmos, planetarnaya klimaticheskaya izmenchivost' i atmosfera polyarnyh regionov*. SPb.: Gidrometeoizdat, 2006. 360 s. (in Russian).

## ТОПОГРАФИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ И ВАРИАЦИИ СУММАРНОГО МОМЕНТА ИМПУЛЬСА ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

4. Dolgachev V.P., Domozhilova L.M., Hlystov A.I. Nekotorye svojstva baricentricheskogo dvizheniya bol'shikh planet i Solnca// Trudy GAISH. 1991, T.62, s. 111–118. (in Russian).
5. Kaplin P.A. Prognoz razvitiya beregovoy zony morej Rossii [vklyuchaya arkticheskie] v usloviyah povysheniya ih urovnya i potepleniya klimata / Kaplin P.A., Pavlidis YU.A., Selivanov A.O.// CHelovechestvo i beregovaya zona Mirovogo okeana v XXI veke: HKH Mezhdunar. konf., posvyashch. 90-letiyu V.P. Zenkovicha (4-5 fevr. 2000 g.). Moskva. 2001. S. 16–28. (in Russian).
6. Kovalenko V.D., Kizim L.D., Pashestyuk A.M., Nikolaev V.G. (1987). Issledovanie prichin izmenchivosti klimata // Agroklimaticheskie resursy Sibiri. Sbornik trudov VASKHNIL, Sibirskoe otdelenie. Novosibirsk, 1987. S. 103–113. (in Russian).
7. Kondrat'ev K.YA. Neopredelyonnost' dannyh nablyudenij i chislennogo modelirovaniya klimata // Meteorologiya i gidrologiya. 2004. № 4. S. 93–119. (in Russian).
8. Malinin V.N. Uroven' okeana: nastoyashchee i budushchee. SPb.: RGGMU, 2012. 260 s. (in Russian).
9. Marchuk G.I. (1974). CHislennoe reshenie zadach dinamiki atmosfery i okeana. L.: Gidrometeoizdat, 1974. 308 s. (in Russian).
10. Merkulov V.A., Ashik I.M., Timohov L.A. Tendencii mnogoletnej izmenchivosti urovnya morya na pribrezhnykh stanciyah Severnogo Ledovitogo okeana// Problemy Arktiki i Antarktiki. 2017. №3(113). S. 51–66. (in Russian).
11. Mohov I.I., Smirnov D.A., Karpenko A.A. (2012). Ocenki svyazi izmenenij global'noj pripoverhnostnoj temperatury s raznymi estestvennymi i antropogennymi faktorami na osnove dannyh nablyudenij // Doklady Akademii nauk. 2012. T. 443. № 2. S. 225–231. (in Russian).
12. Frolov I.E., Gudkovich Z.M., Karklin V.P., Smolyanickij V.M. Izmeneniya klimata Arktiki i Antarktiki — rezul'tat dejstviya estestvennykh prichin // Problemy Arktiki i Antarktiki. 2010. №2 (85). S. 52–61. (in Russian).
13. Hlystov A.I., Dolgachev V.P., Domozhilova L.M., Baricentricheskoe dvizhenie Solnca t ego sledstviya dlya Solnechnoj sistemy // Sovremennye global'nye izmeneniya prirodnoj sredy. T3. Faktory global'nykh izmenenij. M: Nauchnyj mir, 2012. S. 62–78. (in Russian).
14. CHERkesov L.V., Ivanov V.A., Hartiev S.M. Vvedenie v gidrodinamiku i teoriyu voln. SPb.: Gidrometeoizdat, 1992. 264 s. (in Russian).
15. SHERstyukov B.G. (2019v). Moment inercii dvizheniya Solnca otnositel'no centra mass Solnechnoj sistemy i dolgoperiodnye kolebaniya temperatury poverhnosti okeana // Trudy VNIIGMI-MCD. 2019. Vyp. 184. S. 80–93. (in Russian).
16. SHERstyukov B.G. Kolebatel'naya sistema klimata, rezonansy, dal'nie svyazi, prognozy. Obninsk: FGBU «VNIIGMI-MCD», 2021. 222 s. (in Russian).
17. Aksenov Y., Popova E.E., Yool A., Nurser A. G., Williams T. D., Bertino L., Bergh J. On the Future Navigability of Arctic Sea Routes: High-resolution Projections of the Arctic Ocean and Sea Ice // Marine Policy. 2017. Vol. 75. Pp. 300–317. DOI: 10.1016/j.marpol.2015.12.027
18. Blumberg A.F., Mellor G.L. A description of three dimensional coastal ocean circulation model // Three-Dimensional Coastal Ocean Models / Ed. N. Heaps. Washington, D. C.: American Geophysical Union. – 1987. – 4. – P. 1 – 16. – doi 10.1029/co004p0001
19. Climate Change (2013). The Physical Science Basis. Working Group I. Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by Thomas F. Stocker, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner, Melinda M.B. Tignor, Simon K. Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex, Pauline M. Midgley. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, Sgo Paolo, Delhi, Mexico City. 1535 r.
20. Melia N., Haines K., Hawkins E. Future of the Sea: Implications from Opening Arctic Sea Routes. — Foresight, Government Office for Science, 2017. 39 p.
21. Moss, R. et al., 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature, 463, 747–756.
22. Mörner N.-A. Sea level is not rising / N.-A.Mörner // Science and Public Policy Institute Reprint Series. Dec.6, 2012. 26 p.
23. Vichi M., Lovato T., Gutierrez Mlot E., McKiver W. Coupling BFM with Ocean models: the NEMO model (Nucleus for the European Modelling of the Ocean). Bologna: BFM Consortium, 2015.

24. Wannawong W, Wongwises, U. ;Vongvisessomjai, S. Mathematical Modeling of Storm Surge in Three Dimensional Primitive Equations // International Journal of Mathematical, Computational, Physical, Electrical and Computer Engineering. 2011. 5. № 6. P. 797–806.
25. Baza dannyh. Rezul'taty reanaliza GLORYS12v.1 izmenenij ledovitosti, srednej tolshchiny l'da, poverhnostnoj temperatury i poverhnostnoj solenosti akvatorij Mirovogo okeana. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-torproducts/?option=com\\_csw&view=details&productid=GLOBAL\\_REANALYSIS\\_PHY\\_001\\_030](http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-torproducts/?option=com_csw&view=details&productid=GLOBAL_REANALYSIS_PHY_001_030). (in Russian).
26. Bank dannyh Centra urovnya morya Gavajnskogo universiteta (UHSLC) [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://uhslc.soest.hawaii.edu/thredds/catalog.html>. (in Russian).

*Поступила в редакцию 16.02.2023 г*

### РАЗДЕЛ 3. ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

*Посвящается светлой памяти известного  
пермского карстолога, профессора В. Н. Катаева*

УДК 551.44

#### КАРСТОЛОГО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАРСТА ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЯ (КРЫМ)

*Амеличев Г. Н.<sup>1</sup>, Вахрушев Б. А.<sup>2</sup>, Токарев С. В.<sup>3</sup>*

*<sup>1,2,3</sup>ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского,  
Симферополь, Российская Федерация  
E-mail: <sup>1</sup>lks0324@yandex.ru*

Статья посвящена изучению карста г. Симферополя и длится уже более 130 лет. Оно было инициировано крымскими гидрогеологами и обуславливалось растущими потребностями города в питьевой воде. Интерес к карстовым объектам на первых этапах также проявлялся со стороны геологов, минералогов и археологов. В настоящее время установлено, что более 90% площади города — это толщи меловых, палеогеновых и неогеновых карбонатных пород разной степени закарстованности. На территории города развито три водоносных горизонта (нижнемеловой, среднеэоценовый и четвертичный), которые разгружаются через 25 карстовых источников с суммарным расходом более 380 л/с. Широко отмечаются связанные с карстом участки подтопления, площадь которых достигает 30% территории города. Интегральным показателем интенсивности карстового процесса является величина химической денудации, которая в городе колеблется от 5–10 до 30–50 мкм/год (среднее значение 27 мкм/год) и до 50% обеспечивается антропогенной активизацией карста. В пределах г. Симферополя наблюдается высокое морфологическое и эволюционно-генетическое разнообразие карста, насчитывается более 20 типов поверхностных и подземных карстопроявлений. Среди них выявлено более 20 карстовых полостей. Образованные в ходе гипогенного спелеогенеза, активного в плиоцене — начале плейстоцена, сегодня они развиваются по эпигенной схеме в парагенезисе с гравитационными и суффозионными процессами. В периоды аномальных атмосферных осадков активизируются провальное-просадочные явления, часто приводящие к аварийным ситуациям на объектах хозяйствования. Карст в Симферополе выступает в основном как негативный процесс, требующий тщательного изучения, учета и инженерно-геологической оценки со стороны хозяйствующих субъектов.

**Ключевые слова:** карстопроявление, Симферополь, гипогенный карст, эпигенный карст, карстовая полость, карстовый источник, водоносный горизонт, карстоопасность, антропогенная активизация.

#### ВВЕДЕНИЕ

Исторический обзор изучения карстопроявлений любой территории, независимо от уровня освоения, является важнейшим этапом ее инженерно-карстологических исследований, направленных на выявление устойчивости и степени карстовой опасности. В нормативных документах по освоению закарстованных территорий данные характеристики опираются на материалы многолетних мониторинговых исследований, которые в большинстве карстовых районов и столице Крыма ведутся нерегулярно либо вовсе отсутствуют. В последнем случае решить проблему в какой-то степени помогает сбор и систематизация разновременных литературных,

архивных и фондовых сведений о проявлении карстовых процессов и обнаружении карстовых форм. Поэтому целью данного сообщения является подготовка фактологической основы формируемой инженерно-карстологической базы данных по городу Симферополю. В качестве решаемых задач выступают изучение исторического опыта карстологических и спелеологических исследований, анализ современных и древних карстопроявлений столицы Крыма.

### **ИСТОРИЧЕСКИЙ ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ КАРСТА СИМФЕРОПОЛЯ**

Изучение карстовых явлений в пределах Симферополя было начато в конце XIX в. и закладывалось как исследование водоносных пород для целей питьевого водоснабжения растущей столицы Крыма. Наиболее полные сводки о начальном этапе изучения растворимых водовмещающих пород находим в работах Н.А. Головкинского [1] и П.А. Двойченко [2]. В этих трудах приведены первые сведения о распространении карстующихся пород в Симферополе и их обводнении, выявленные по результатам бурения артезианских скважин. Впервые были установлены нижнемеловой и среднеэоценовый водоносные горизонты, с которыми в настоящее время связываются карстовые процессы и явления. А.П. Двойченко (1927) описаны наиболее известные на тот период карстовые источники в пределах городской черты. Даже после выхода в свет работы А.А. Крубера «Карстовая область Горного Крыма» [3], многие родники и напорные скважины не рассматривались как явления, связанные с карстом.

Первые сведения о пещерах Симферополя можно найти в газетах XIX–XX в., где, например, указывалось о преследовании властями известного разбойника Алима Азамата, который скрылся от полиции в глубокой пещере на окраине Симферополя (ныне Алимова пещера). Известна история о том, как гимназисты в учебных целях расчистили одну из пещер на западном склоне Петровской балки, после чего ее занял крестьянин Пашковский, который «приделал к ней двери и, сделав кое-какие приспособления, поселился в ней и там живет» [4]. При описании минералов Крыма А.П. Двойченко [5] характеризует мелкие натечные образования из небольшой пещеры в склоне Битакской куэсты, обращенном к парку Салгирка.

В 1927 г. А.П. Двойченко и С.И. Забниным были выполнены археологические раскопки и открыта палеолитическая стоянка в пещере Чокурча на берегу М. Салгира. Позднее местным краеведом А. Столбуновым здесь найдена еще одна пещера с археологическим материалом.

В 1957 г. А.А. Щепинский описывает открытую при рытье колодца небольшую пещеру в столичном микрорайоне Заводское [6].

В 60–70-х гг. В.П. Душевский изучает ряд пещер на Внутренней гряде. Часть из них находится в пределах Симферополя. Так появляются первые планы и разрезы карстовых полостей, которые в своем большинстве были вскрыты при строительстве хозяйственных объектов города. Некоторые из этих пещер получили имя по названию улиц (Русская, Сельвинского, Херсонская, Залесская). В.Н. Дублянским и А.А. Ломаевым эти полости включены в состав Предгорно-Крымской карстовой области и описаны в монографии «Карстовые пещеры Украины» [7].

## КАРСТОЛОГО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАРСТА ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЯ (КРЫМ)

---

В начале 80-х гг. В.П. Душевский описывает генезис и условия заложения пещер, вскрытых при строительстве жилых многоэтажных домов, в пределах Симферополя [8]. Он указывает, что активизация карста происходит при вмешательстве человека в естественный ход карстовых процессов и связана с перепланировкой территории, перераспределением нагрузки на карстующиеся породы, нарушением условий дренирования подземных вод. В качестве примера он приводит произошедший в феврале 1981 г. провал на улице Сельвинского с образованием вертикальной полости глубиной более 10 м [9].

В середине 80-х гг. Ю.И. Шутов и К.В. Аверкиев исследуют небольшую реликтовую пещеру Богурча в окрестностях с. Каменка (ныне микрорайон Каменка). Она располагается рядом с хорошо обводненной Каменской балкой, где поверхностный сток полностью уходит в недра. Здесь же позднее обнаружено несколько полузасыпанных гротов с признаками глубинного происхождения [10].

В 90-х гг. крымскими карстологами активно разрабатывается учение о парагенезисе карст-подтопление, обосновываются подходы, связанные с оценкой карстовой опасности, включая урбанизированные территории [11, 12]. Исследования, выполненные в этот период, легли в основу первых карт карстопораженности и потенциальной карстоопасности Симферополя и Крыма [13]. Они учтены при корректировке генплана города.

В начале 2000-х гг. Н.И. Лысенко и А.А. Башкин публикуют материалы о генезисе Алимовой пещеры на южном склоне Марьинской куэсты. Авторы выдвигают ряд гипотез ее происхождения, анализируют характер и распределение различных видов пещерного заполнителя [14].

С 2006 г. в Симферополе создан Институт спелеологии и карстологии, который ведет карстовый мониторинг пещер и учет всех карстовых деформаций в Симферополе и Крыму в целом, выполняет оценку карстовой опасности на проектируемых хозяйственных объектах, занимается теоретическими и методическими вопросами изучения карста. Первые итоги изучения карста в пределах Симферополя сотрудники Института подвели в работе [15]. Благодаря разработанной в Институте концепции гипогенного карста, за последние 10 лет произошла переоценка генезиса и эволюции карста в Крыму. Для Предгорного Крыма, в пределах которого расположен Симферополь, разработана эволюционно-генетическая модель карста [16, 17].

С 2015 г. большую долю в изучении карста занимают инженерно-карстологические исследования, связанные с массовым строительством хозяйственных объектов на закарстованных территориях крымских городов [18, 19]. В связи с отключением Северо-Крымского канала активизируются исследования карстовых вод, источников и областей их питания. Сотрудниками Института спелеологии применяются новые изотопно-геохимические и традиционные индикаторные методы в карстолого-гидрологическом изучении карстово-водоносных систем на территории Симферополя [20, 21, 22, 23, 24, 25].

В 2020 г. на юго-восточной окраине Симферополя исследуется морфология и устанавливается гипогенно-карстовое происхождение небольшой реликтовой пещеры, получившей имя крымского партизана К.Т. Руева [26]. В 2020–2022 гг. при

строительстве жилых домов по ул. Суходольной и Балаклавской, при прокладке водовода в Петровской балке Симферополя вскрывается ряд карстовых полостей в нуммулитовых известняках. Некоторые из них, несмотря на свою древность, обладают признаками современной обводненности. Выполняется их геофизическое обследование, проводятся противокарстовые мероприятия.

### СОВРЕМЕННЫЕ И ДРЕВНИЕ КАРСТОПРОЯВЛЕНИЯ СИМФЕРОПОЛЯ

*Карстовые источники.* Среди современных карстопроявлений в черте Симферополя самыми распространенными являются конечные части карстово-водоносных систем – карстовые источники. Они приурочены, главным образом к долинам рр. Салгир, Малый Салгир, Абдалка, Славянка и Петровской балке (рис. 1). Источники связаны в основном с приразрывными зонами в падающих к северо-западу среднеэоценовых и нижнемеловых известняках или приурочены к контакту с выходящими на поверхность слабопроницаемыми глинами и мергелями верхнего эоцена, у которых осуществляется частичная безнапорная разгрузка подземных вод. Современное питание среднеэоценового водоносного горизонта автогенное, осуществляется в пределах структурного склона Внутренней гряды. Барремский водоносный горизонт получает воду из области, уходящей на юг от города и, несмотря на небольшую мощность, является слабо напорным. Стекая по моноклинали к северо-западу, карстовые воды обоих горизонтов утыкаются в разрывные нарушения северного простирания, контролирующее развитие Чумакарской, Курцовской и Петровской балок. Здесь происходит концентрация подземного стока, а при вскрытии горизонтов и секущих их разрывов долинно-балочными формами и разгрузка в виде карстовых источников. Источники, как правило, малодобитные, часто с рассеянным из-за разгрузки в пролювиально-аллювиальные отложения стоком, но функционируют круглогодично. Преимущественный химический состав вод характерен для карбонатного карста и относится к гидрокарбонатному кальциевому типу с вариациями.

Современный механизм функционирования карстово-водоносных систем Симферополя с нисходящим свободным стоком является относительно молодым. Морфологический анализ вскрытых карстовых полостей, по которым осуществлялся сток в прошлом, указывает, что они до конца плиоцена — начала плейстоцена формировались как напорные артезианские системы с восходящими потоками через подстилающие горизонты с отдаленными и возвышенными областями питания [16].

В настоящее время в пределах городской черты насчитывается более двух десятков карстовых источников (табл. 1). За частью из них ведется гидрологический мониторинг, с помощью которого оцениваются условия формирования и режим карстовых вод, выполняются водно-балансовые исследования, определяется величина химической денудации.

Так установлено, что в режиме питания источников выделяется два периода восполнения карстовых вод — большой (декабрь-март) и малый (май-июль). Первый играет главную роль в обеспечении водности городских родников (низкий фон

КАРСТОЛОГО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАРСТА ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЯ (КРЫМ)

испарения, достаточное количество эффективных осадков, наличие снегового питания).

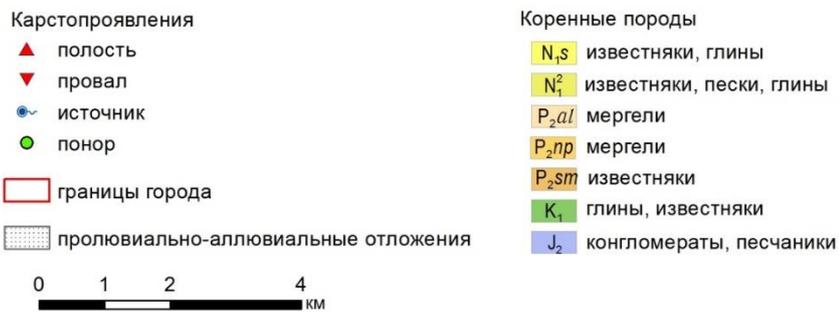
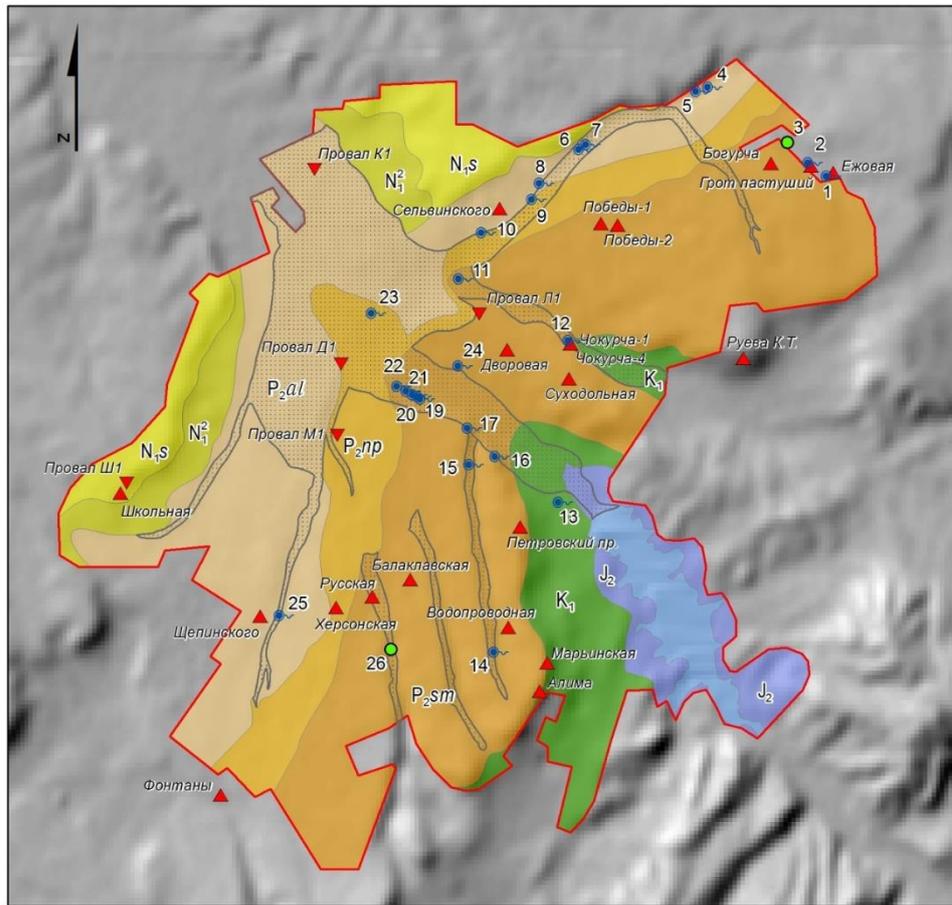


Рис. 1. Размещение карстопроявлений на геологической карте Симферополя (нумерацию и индексацию см. в табл. 1 и тексте).

Составлено авторами.

Таблица 1.

Статистические характеристики показателей гидрохимии, температуры и расхода карстовых вод, наблюдаемых источников Симферополя [10, 22, 23, 27 и др.]

Источник (№ на рис. 1)	Электропроводность, мСм/см		Минерализация, г/л		Температура, °С		Расход, л/с	
	средняя	Cv*	средняя	Cv	средняя	Cv	средний	Cv
Исток (1)	0,850	0,05	0,551	0,05	12,2	0,07	0,13	0,49
Каптаж (2)	0,949	0,03	0,618	0,03	12,5	0,06	0,17	0,04
Верхний ключ (4)	1,137	0,02	0,739	0,03	12,5	0,08	2,90	0,83
Белый ключ (5)	1,275	0,18	0,827	0,18	12,4	0,01	26,60	0,48
Белый-1 (6)	1,270	0,09	0,832	0,03	13,2	0,06	10,81	0,59
Белый-2 (7)	1,237	0,04	0,804	0,03	12,8	0,03	11,00	1,00
Сергеевский (8)	1,083	0,08	0,705	0,08	13,2	0,14	1,30	1,08
Малый (9)	0,984	0,10	0,639	0,10	13,5	0,07	7,00	0,99
Поворотный	0,964	0,16	0,627	0,16	12,2	0,14	2,30	0,61
Ковчег (10)	1,164	0,12	0,760	0,12	13,0	0,12	9,50	0,68
Титова (11)	1,032	0,04	0,671	0,04	14,1	0,04	21,20	0,41
Чокурча (12)	0,944	0,17	0,643	0,15	13,0	0,04	0,57	0,46
Салгирка (13)	0,480	0,20	0,313	0,20	12,5	0,34	18,81	0,49
Петровский верх. (14)	0,515	0,05	0,336	0,05	12,0	0,08	0,10	0,47
Петровский ср. (15)	1,149	0,1	0,751	0,1	11,6	0,1	0,83	0,3
Петровские скалы (16)	0,761	0,04	0,494	0,04	11,7	0,03	9,06	0,64
Петровский фонт. (17)	1,760	0,04	1,148	0,04	12,9	0,01	2,53	0,62
Савопуло-1 (корт) (18)	0,909	0,06	0,591	0,06	13,5	0,15	0,47	1,14
Савопуло-2 (верх.) (19)	0,902	0,08	0,588	0,08	13,1	0,10	0,17	0,73
Савопуло-3 (глав.) (20)	0,971	0,04	0,630	0,04	13,5	0,06	0,61	1,81
Савопуло-4 (ниж.) (21)	0,926	0,07	0,600	0,06	13,4	0,08	0,30	0,85
Феодосийский мост (22)	0,693	0,13	0,448	0,16	12,8	0,16	245,17	0,86
Гагаринский пруд (23)	0,675	0,16	0,441	0,17	15,5	0,51	7,59	0,84
Семашко (24)	0,664	0,10	0,432	0,10	13,3	0,13	0,19	0,82
Бор-Чокрак (25)	0,820	-	0,533	-	13,6	-	10,00	-

\*Примечание: Cv- коэффициент вариации.

Он также может оказывать существенное влияние на водность второго периода, если в феврале-марте наблюдался снеговой покров. Такая ситуация обеспечивает высокое заполнение карстово-водоносных систем, которые не успевают срабатываться за апрель-начало мая до начала летнего максимума осадков. Поэтому в июне системы имеют относительно высокую степень обводненности и быстро откликаются изменением расходов на летние дожди. Наоборот, при отсутствии снегового покрова в феврале-марте к началу летних осадков системы подходят слабо заполненными, и значительная часть июньских дождей уходит на восполнение статических запасов вод прежде, чем расходы карстовых источников начнут реагировать на свежее дождевое питание. Максимальная сработка статических запасов карстовых вод происходит во второй половине лета — первой половине осени. Отсутствие осадков и высокое испарение приводят к пересыханию отдельных источников, вариациям их химического состава и минерализации.

В ходе водно-балансовых исследований установлено, что всё большую роль в питании родников начинает играть антропогенный сток (растущие утечки водопроводно-канализационных сетей, несанкционированный сброс стоков, полив). Это проявляется в относительно высокой зимней температуре вод, временных экстремальных аномалиях химического состава и минерализации на фоне нормированных месячных показателей и др.

Выяснено, что величина химической (карстовой) денудации в Симферополе колеблется от 5–10 мкм/год на малоосвоенных преимущественно периферийных территориях города до 30–50 мкм/год на плотно заселенных и промышленных участках. Примерно 50% от второго диапазона дает антропогенная активизация карста.

*Карстовая морфоскульптура.* Карстопроявлений на территории Симферополя сравнительно немного. В основном они приурочены к обнаженным поверхностям вершинной и склоновой части Внутренней гряды. Из поверхностных форм встречаются единичные просадки, поноры, рвы, а также ниши, гроты и навесы, заложенные в основном на пересечениях субвертикальными трещинами межпластовых контактов и отдельных слоев. Здесь же на поверхности нуммулитовых известняков местами сформированы зоны дезинтеграции пород мощностью до 2 м, состоящие из выветрелых, сильно корродированных плиток и остроугольных обломков известняка [12]. Эти участки входят в состав эпикарстовой зоны, выполняющей функцию перераспределения рассеянных атмосферных осадков в концентрированный подземный сток [28]. Итоговыми формами длительно и активно функционирующей эпикарстовой системы являются воронки. Однако в пределах всей Внутренней гряды они почти не фиксируются. Это говорит о молодости эпикарстовой зоны и ее эволюционной морфологической незрелости, связанной с недавним по геологическим меркам экспонированием.

Максимальная концентрация карстовых морфоскульптур (многочисленные карры, тафони, зоны кавернозности, выходы каналовых структур разной сложности, гроты, навесы, бастионные формы) наблюдается на аструктурном склоне Марьинской, Битакской и Свободской куэст. Эти образования трактуются как реликтовые гипогенно-карстовые формы, которые ранее развивались в закрытых

гидрогеологических обстановках, связанных с напорным восходящим движением карстовых вод, а позднее были выведены в приповерхностное положение и раскрыты блоковыми отседаниями и обвалами на склоне в ходе формирования структурно-денудационного, гравитационного и флювиального рельефа куэсты. Подземные формы представлены многочисленными закарстованными трещинами, реликтовыми гипогенно-карстовыми полостями и небольшими эпигенными пещерами.

За последние 5 лет в микрорайоне Каменка стали известны несколько случаев обнаружения карстовых полостей при бурении скважин для воды. Размеры пустот, оцененные с помощью спущенной видеокамеры с подсветкой, не превышают 2 м в поперечнике.

В 2005 г. при строительстве многоквартирного жилого дома по проспекту Победы 211 на глубинах до 10 м от поверхности с помощью сейсмо- и георадарного профилирования было выявлено несколько относительно крупных карстовых полостей, положение которых было подтверждено бурением и котлованным вскрытием. Размеры полостей: ширина 2–5 м, длина 10–12 м, высота от пола до свода 1,2–1,5 м [29]. В том же году на ул. Кубанской 11 в ходе инженерно-геологических изысканий 11-метровой скважиной выявлена мощная зона закарстованных известняков, в которой полости располагались этажно. Высота отдельных пустот достигала 1,5 м, а общая доля пустот в разрезе составила почти 50%. Полость была слабо обводнена. Уровень воды в ней реагировал на выпадающие осадки.

В декабре 2020 г. при рытье котлована под жилой дом на ул. Суходольной была вскрыта карстовая полость, уходящая на 3,5 м ниже проектного дна котлована и на 2 м вверх по его стене. Почти вся полость кроме двух куполов была заполнена глиной. После расчистки в полости выявлен морфологический комплекс восходящих потоков (МКВП) [30], включающий в себя стенные желоба, карманы и ниши, зоны повышенной кавернозности, потолочные купола и другие формы, указывающие на гипогенно-карстовое происхождение. Наличие красной мелкодисперсной глины также является диагностическим признаком гипогенеза.

В марте 2022 г. строители многоквартирного жилого дома по ул. Батурина 17 вскрыли линейно вытянутую полость-трещину шириной 20–40 см, местами закольматированную красноцветной глиной. Глубина полости составила более 5 м. Несмотря на признаки древности, полость с глубины 3 м была обводнена, что связывается с близостью барражной зоны разрывного нарушения, контролирующего Курцовскую балку.

Полости небольших размеров периодически фиксируются в пределах частных домовладений (ул. 51 армии), при прокладке водовода в Петровской балке.

Всего же по данным Кадастра карстовых полостей Крыма (на 01.09.2022) в пределах Симферополя насчитывается 22 пещеры. Морфометрические характеристики 17 пещер приведены в таблице 2.

*Провально-просадочная опасность.* Техногенная деятельность на закарстованных территориях является одной из важнейших причин активизации карста и современного роста карстоопасности во многих промышленных и сельскохозяйственных регионах мира. В последние годы карстовая провально-просадочная опасность стала активно проявляться в пределах городских агломераций

**КАРСТОЛОГО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ И СОВРЕМЕННОЕ  
СОСТОЯНИЕ КАРСТА ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЯ (КРЫМ)**

Крыма, в том числе Симферополя. Главная причина роста карстоопасности в городских агломерациях Крыма – техногенная деятельность, связанная с промышленным, жилищным, дорожным и гидротехническим строительством, прокладкой и эксплуатацией подземных сооружений, систем ЛЭП.

Таблица 2.

Морфометрические характеристики карстовых полостей Симферополя [10, 15, 26]

Кадастровый номер	Название	Протяженность, м	Амплитуда, м	Объем, м <sup>3</sup>
347-1	Сельвинского	27	15	60
349-1	Богурча	18	6	10
349-2	Чокурча-1	45	7	110
354-1	Чокурча-4	16	2	10
356-1	Щепинского	17	7	10
356-2	Фонтаны	7	5	20
356-3	Залесская	27	16	190
356-4	Херсонская	17	11	20
357-1	Петровская	10	3	10
363-1	Марьинская	30	11	30
368-1	Алимова	125	6	670
351-1	Школьная	17	7	40
350-1	Ежовая	10	2	30
350-2	Пастуший грот	6	3	30
359-1	Руева	29	5	50
349-3	Победы-1	12	1	20
349-4	Победы-2	11	2	40
354-2	Суходольная	8	6	10

Осуществление таких видов деятельности без учета генетических особенностей и эволюционного состояния карста может привести к возникновению аварий, повреждению или выводу из эксплуатации, как самих объектов воздействия, так и хозяйственных систем, находящихся в сфере их влияния. Карст провоцирует развитие естественных парагенетических процессов, связанных с гравитацией (оползни, провалы, обвалы), эрозией и суффозией (просадки). В итоге это ведет к нарушению экологической ситуации, формирует напряженное состояние в регионе и на объектах хозяйствования.

Среди современных карстопроявлений Симферополя следует отметить периодически происходящие небольшие просадки и провалы суффозионно-карстовой природы. Так, 10.05.2012 на ул. Лермонтова 7 образовался провал (Л1, рис. 1) глубиной 8 м и диаметром 1,5 м на месте засыпанного 32 года назад колодца. После засыпки колодца грунтовые воды в нем продолжали менять свои уровни в зависимости от малой или высокой обводненности водоносного горизонта. Это стимулировало развитие суффозионных и карстовых процессов в зоне колебания

засыпных грунтов. Вынос материала из нижней части засыпки колодца на фоне вибрационного эффекта от проезжающих у дома автомобилей сопровождался проседанием всей тампонажной колонны со скоростью 1 м за 4 года [21]. Мелкие (в среднем до 3 м) карстовые просадки и провалы происходили на проспектах Кирова и Победы (П1, рис. 1), на улицах Балаклавской, Киевской (К1, у Ашана), Маяковского (М1), у мемориала «Дубки» (Ш1, рис. 1) и др. Так в мае 2018 г. на ул. Маяковского возник провал, связанный с высокими паводковыми колебаниями уровня сточных вод р. Казанка, протекающих по старым полуразрушенным подземным коллекторам. В карстоопасной зоне влияния реки находятся несколько зданий по ул. Долгорукова (Д1, рис. 1), включая Художественный музей.

*Утечки и поглощение стока.* О существующей карстовой опасности, связанной с потерей поверхностного стока, свидетельствуют гидрологические исследования, проведенные на реках северного макросклона Крымских гор. В частности, наблюдениями, выполненными Ю.И. Шутковым [31] и В.Г. Ткачуком с соавторами [32], установлено, что при прохождении Внутренней гряды по долинам прорыва, подстилаемым песчаниками, мергелями и известняками, реки Бельбек, Кача и Альма частично или полностью теряют свой сток. Не являются исключением и реки, протекающие через Внутреннюю гряду в пределах Симферополя. Например, рр. Абдалка и Казанка, стекая по структурному склону куэсты, полностью теряют свой поверхностный сток (поноры 3 и 26 на рис. 1) и продолжают подземными потоками до выхода в днище Северной продольной депрессии в виде родников. На подземных отрезках своего пути они активно растворяют среднеэоценовые известняки, внося существенный вклад в формирование величины химической денудации. Если на р. Казанка выполненные эксперименты по трассированию поглощенных вод пока не дали окончательного результата [25], то для р. Абдалка с помощью солевого индикатора установлено, что скорость подземного потока в период невысокой обводненности системы составляет от 0,45 до 0,65 км/сут. [33]. Постоянство температуры и напора вод на выходе подземного потока в источнике Белый ключ, указывают на прохождение термического буфера в толще среднеэоценового водоносного горизонта и формирование восходящей циркуляции вследствие погружения известняков и существования фильтрационного порога у их контакта с перекрывающими верхнеэоценовыми мергелями и глинами. Находки закарстованных мергелей новопавловского и альминского ярусов на южном склоне Внешней гряды указывают, что величина напора вод в прошлом была намного больше.

*Подтопление.* Одним из негативных явлений, связанных с утечками из водонесущих объектов и коммуникаций, является подтопление закарстованных территорий. Это ведет к возникновению и развитию парагенезиса карст-подтопление [12].

Симферополь располагается в пределах Южной и Северной продольных депрессий, разделяющей их Внутренней куэстовой гряды и ограничивающей город с севера Внешней гряды. Основными природными причинами подтопления города являются наличие слабопроницаемых грунтов, близкое к поверхности залегание грунтовых вод. Среди техногенных причин — изменение условий поверхностного

## КАРСТОЛОГО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАРСТА ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЯ (КРЫМ)

---

стока, засыпка естественных дрен, растущая инфильтрация из-за утечек водонесущих сетей (изношенность 30% городских трубопроводов достигает 90%), уменьшение испарений и рост конденсационного питания под зданиями и асфальтно-бетонными покрытиями; полив зеленых насаждений [12].

Вследствие хорошей дренируемости, Внутренняя и участок Внешней гряды (Плато) характеризуются как неподтопляемые. К периодически подтопляемым относятся участки Петровской, Курцовской, Каменской и Чумакарской балок, где развиты делювиально-пролювиальные отложения (рис. 1). Потенциально подтопляемые территории тяготеют к юго-восточному склону Внутренней гряды (Марьино), сложенному нижнемеловыми породами, перекрытыми коллювиальными и элювиально-делювиальными отложениями, а также к северным и северо-западным склонам Внутренней гряды (Фонтаны, Ц. Рынок, пл. Ленина, Красная горка, Загороднее).

В пределах Северной продольной депрессии подтопленные площади тяготеют к долинам рр. Славянка, М. Салгир, Салгир, Абдалка. Здесь они приурочены к пойме и первой надпойменной террасе (Гагаринский парк, железнодорожный вокзал, промзона Западного района, набережная у городского парка и др.). Именно на подтопленных, периодически подтопляемых и потенциально подтопляемых территориях чаще всего происходит образование внезапных провалов и вскрытий карстовых полостей во время инженерно-технических работ [9]. При этом под покровом верхнеэоценовых глин и мергелей часто обнаруживаются реликтовые гипогенные полости, выведенные вертикальными тектоническими движениями в приповерхностное положение, ныне развивающиеся по эпигенной схеме карстообразования. Такие участки характеризуются условиями взрезанного карста (пещеры Сельвинского, Русская, Херсонская, Щепинского).

*Водопритоки в горные выработки.* В 90-х гг. XX в. при строительстве Симферопольского дренажного коллектора глубокого заложения наблюдались значительные водопритоки. Наиболее активное поступление вод фиксировалось на участках ул. Ленина — площадь Советская, в районе перекрестка ул. Павленко и К. Либкнехта и у железнодорожного вокзала. Все отмеченные участки связаны с зонами вскрытия среднеэоценового или четвертичного водоносных горизонтов, а также с подтопленными территориями. При проходке коллектора через четвертичные отложения в районе железнодорожного вокзала объемы водопритоков настолько увеличились, а инженерно-геологические условия настолько ухудшились, что строительство объекта пришлось заморозить. В настоящее время ведется новое строительство дренажного коллектора, которое учитывает инженерно-геологические опасности, связанные с карстовой спецификой территории города.

### **ВЫВОДЫ**

Таким образом, изучение карста г. Симферополя длится более 130 лет. Оно было инициировано крымскими гидрогеологами и обуславливалось растущими потребностями города в питьевой воде. Интерес к карстовым объектам на первых этапах также проявлялся со стороны геологов, минералогов и археологов. После становления карстоведения в ранге официальной науки и оформления общественного

спелеологического движения и до настоящего времени карстовые процессы и явления подвергаются комплексным исследованиям.

За последние десятилетия сотрудниками созданного в Симферополе Института спелеологии и карстологии установлены границы развития растворимых пород разного возраста и литологии, выявлено, что более 90% площади города — это толщи меловых, палеогеновых и неогеновых карбонатных пород разной степени закарстованности. На территории города развито три водоносных горизонта (нижнемеловой, среднеэоценовый и четвертичный), которые разгружаются через 25 карстовых источников с суммарным расходом более 380 л/с. Широко отмечаются связанные с карстом участки подтопления, площадь которых достигает 30% территории города. Именно на таких участках наблюдается высокая концентрация карстовых источников. Среди гидрографических объектов города выявлено две типично карстовых реки Абдалка и Казанка, имеющие в истоке карстовые источники, в среднем течении — поноры с полным перехватом поверхностного стока и обратным выведением его на поверхность. Доля карстового питания в них может достигать 80%.

Интегральным показателем интенсивности карстового процесса является величина химической денудации, которая в городе колеблется от 5–10 до 30–50 мкм/год (среднее значение 27 мкм/год) и до 50% обеспечивается антропогенной активизацией карста.

В пределах Симферополя наблюдается высокое морфологическое и эволюционно-генетическое разнообразие карста, насчитывается более 20 типов поверхностных и подземных карстопроявлений. Среди них выявлено более 20 карстовых полостей, большая часть из которых имеет реликтовый характер. Образованные в ходе гипогенного спелеогенеза, активного в плиоцене — начале плейстоцена, сегодня они развиваются по эпигенной схеме в парагенезисе с гравитационными и суффозионными процессами. В периоды аномальной активизации атмосферных осадков они провоцируют провально-просадочные явления, часто приводящие к аварийным ситуациям на объектах хозяйствования.

Таким образом, карст в Симферополе выступает в основном как негативный процесс, требующий тщательного изучения, учета и инженерно-геологической оценки со стороны хозяйствующих субъектов. Ожидается, что с учетом нарастающей хозяйственной деятельности проявления карстового генезиса в ближайшем будущем будут фиксироваться всё чаще.

### **БЛАГОДАРНОСТИ**

Исследование выполнено частично за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00236, <https://rscf.ru/project/23-27-00236>.

### **Список литературы**

1. Головкинский Н.А. Артезианские колодцы Таврической губернии // Новороссийский календарь. Одесса, 1890. 39 с.
2. Двойченко П.А. Геологические разрезы артезианских скважин г. Симферополя. Симферополь, 1927. 29 с.

## КАРСТОЛОГО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАРСТА ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЯ (КРЫМ)

3. Крубер А.А. Карстовая область Горного Крыма. М., 1915. 324 с.
4. Балка «Петровская» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tavrika.su/id15895> (дата обращения 21.02.2023).
5. Двойченко П.А. Минералы Крыма // Записки Крымского общ-ва естествоиспытат. Симферополь, 1914. Т. IV. 208 с.
6. Щепинский А.А. Подземная форма карста близ Симферополя // Известия Крымского отдела Географического общества СССР. 1957. № 2. С. 22–23.
7. Дублянский В.Н., Ломаев А.А. Карстовые пещеры Украины. К.: Наук. думка, 1980. 180 с.
8. Душевский В.П. Активизация древнего карста в районе г. Симферополя // Состояние, задачи и методы изучения глубинного карста СССР. М., 1982. С.112–113.
9. Шутов Ю.И. Заключение о происхождении карстового провала на территории спецавтобазы «Укрмясомолтранс» (Симферополь) // Фонды ИМР. Симферополь, 1981. 2с.
10. Амеличев Г.Н., Галкина М.В. Генезис и современное состояние карста в истоке р. Абдалка (Симферополь, Крым) // Сборник трудов IV Научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки крымского федерального университета им. В.И. Вернадского», Симферополь, 10–17 октября 2018 г. Симферополь, 2019. С. 31–37.
11. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Картографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закарстованных территорий. Новосибирск, 1992. 145 с.
12. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст-подтопление. Пермь, 1998. 200 с.
13. Атлас. Автономная республика Крым. Киев-Симферополь, 2003. 80 с.
14. Лысенко Н.И., Башкин И.А. Палеогеографические сокровища пещеры Алима в Крыму // Природа. №1. Симферополь, 2000. С. 8–11.
15. Амеличев Г.Н., Дмитриева А.Ю., Самохин Г.В. Гипогенный карст Симферополя (Предгорный Крым) и его эволюция // Спелеология и карстология. № 8. Симферополь, 2012. С. 50–62.
16. Климчук А.Б., Тимохина Е.И., Амеличев Г.Н., Дублянский Ю.В., Шпетль К. Гипогенный карст Предгорного Крыма и его геоморфологическая роль. Симферополь: ДиАйПи, 2013. 204 с.
17. Klimchouk A., Amelichev G., Tymokhina E., Dublyansky Yu. Hypogene Speleogenesis in the Crimean Piedmont, the Crimea Peninsula // Hypogene Karst Regions and Caves of the World / Ed. A. Klimchouk et al. Springer International Publishing AG, 2017. P. 407–430.
18. Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Вахрушев Б.А., Науменко В.Г., Амеличев Е.Г. Карстологические исследования участков дорожного строительства с неактивным проявлением карстовых процессов (на примере объездной автодороги г. Симферополя) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 3 (69). №2. 2017. С. 256–264.
19. Амеличев Г.Н. Оценка карстовой опасности при дорожном строительстве в Севастополе // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 8. №1. 2022. С. 130–144.
20. Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Вахрушев Б.А. Химическая денудация как показатель активизации карста в пределах урбанизированных территорий Крыма (на примере восточной части Симферополя) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 3 (69). №1. 2017. С. 177–191.
21. Амеличев Г.Н. Формирование и режим карстовых вод в междуречье Большого и Малого Салгира (Симферополь, Республика Крым) // Геополитика и экогеодинамика регионов. Том 3(13). Вып. 2. 2017. С. 21–38.
22. Амеличев Г.Н. Подземные карстовые воды в верхнем течении р. Абдалка (Симферополь, Предгорный Крым) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 4 (70). № 4. 2018. С. 251–267.
23. Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Токарев И.В. Формирование и режим карстовых подземных вод в бассейне р. Абдалка (Предгорный Крым) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 5 (71). №2. 2019. С. 202–233.
24. Токарев С.В., Амеличев Г.Н., Токарев И.В. Гидрохимические и гидродинамические особенности карстовых подземных вод юго-восточной части г. Симферополь в условиях антропогенно-

- нарушенного режима // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 5 (71). №4. 2019. С. 199–218.
25. Амеличев Г.Н., Самохин Г.В., Токарев С.В., Науменко В.Г. Эксперимент по трассированию карстовых вод в Симферополе (Республика Крым) // Теория и практика современной карстологии и спелеологии. Материалы международной научно-практической конференции III Крымские карстологические чтения. Симферополь, 2021. С. 33–40.
  26. Амеличев Г.Н., Вахрушев Б.А., Самохин Г.В., Токарев С.В. Гипогенно-карстовый геоморфогенез центральной части Предгорного Крыма // *American Scientific Journal*, №39, 2, 2020. P. 4–10.
  27. Амеличев Г.Н., Олиферов А.Н., Новикова Ф.Н. Гидрологические особенности реки Абдалка (Симферополь) в области питания артезианского бассейна Равнинного Крыма // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 3 (69). №1. 2017. С. 161–176.
  28. Климчук А.Б. Эпикарст: гидрогеология, морфогенез и эволюция. Симферополь: Сонат, 2009. 112 с.
  29. Провально-просядочная опасность в городах Симферополь и Севастополь в свете гипогенного генезиса карста Предгорья // Отчет «Разработка эволюционно-генетического подхода к прикладным проблемам карста» (итоговый). Симферополь: ТНУ-УИСК, 2014. 218 с.
  30. Климчук А.Б. Гипогенный спелеогенез, его гидрогеологическое значение и роль в эволюции карста. Симферополь, 2013. 180 с.
  31. Шутов Ю.И. Особенности перехода поверхностного стока в подземный в карстовых районах Украины // Метеорология и гидрология. Киев, 1969. С. 300–305.
  32. Ткачук В.Г., Молодых В.П., Сопина В.С. Особенности формирования стока малых рек юга УССР в связи с гидрогеологическими условиями их бассейнов // Водное хозяйство. 1966. Вып. 3. С. 61–69.
  33. Галкина М.В., Амеличев Г.Н. Трассирование карстовых вод на участке подземного течения р. Абдалка (Симферополь, Крым) // Сб. тезисов участников V научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского». Таврическая академия. Секция Землеведение и геоморфология. Симферополь, 2019. С. 13–14.

## **KARSTOLOGICAL AND SPELEOLOGICAL KNOWLEDGE AND THE CURRENT STATE OF THE KARST IN SIMFEROPOL (CRIMEA)**

*Amelichev G. N.<sup>1</sup>, Vakhrushev B. A.<sup>2</sup>, Tokarev S. V.<sup>3</sup>*

*<sup>1,2,3</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation  
E-mail: <sup>1</sup>lks0324@yandex.ru*

The study of the karst in Simferopol has been going on for more than 130 years. It was initiated by the Crimean hydrogeologists and was determined by the growing needs of the city in potable water. Interest in karst objects at the first stages was also shown by geologists, mineralogists and archaeologists. After the establishment of karstology in the rank of official science and the public speleological movement formation, and up to the present, karst processes and phenomena are subjects of comprehensive research.

Over the last decades, specialists of the Institute of Speleology and Karstology, created in Simferopol, have established the boundaries for the occurrence of soluble rocks of different ages and lithologies, it has been revealed that more than 90% of the city's area is strata of Cretaceous, Paleogene and Neogene carbonate rocks with varying degrees of karstification. There are three aquifers (Lower Cretaceous, Middle Eocene and Quaternary) on the territory of the city, which are discharged through 25 karst springs with a total flow of more than 380 l/s. Areas of flooding associated with karst are widely occurred, the area of which reaches 30% of the city's territory. There is a high concentration of karst springs in such areas.

Among the hydrographic objects of the city, two typically karst rivers, Abdalka and Kazanka, were identified, having karst springs at their source, and ponors in the middle reaches with complete interception of surface runoff and its return to the surface. The proportion of karst waters in their recharge can reach 80%.

An integral indicator of the intensity of the karst process is the value of chemical denudation, which in the city ranges from 5–10 to 30–50 microns/year (average value 27 microns/year) and up to 50% is provided by anthropogenic activation of karst.

Within Simferopol, there is a high morphological and evolutionary-genetic diversity of karst, there are more than 20 types of surface and underground karst manifestations. Among them, more than 20 karst cavities have been identified, most of which have a relict state. Formed by hypogene speleogenesis, that was active in the Pliocene - early Pleistocene, today they develop according to the epigene scheme in paragenesis with gravitational and suffusion processes. During periods of abnormal activation of atmospheric precipitation, they provoke failure-subsidence phenomena, often leading to emergency situations at socio-economical facilities.

Thus, karst in Simferopol acts mainly as a negative process that requires careful study, accounting and engineering-geological assessment by economic entities. It is expected that, taking into account the growing economic activity, manifestations of karst in the nearest future will be occurred more often.

**Keywords:** karst manifestations, Simferopol, hypogene karst, epigene karst, karst cavity, karst spring, aquifer, karst hazard, anthropogenic activation.

#### References

1. Golovkinskij N.A. Artezianskie kolodcy Tavricheskoj gubernii (Artesian wells of the Tauride province) // Novorossijskij kalendar'. Odessa, 1890, 39 p. (In Russian).
2. Dvojchenko P.A. Geologicheskie razrezy artezianskih skvazhin g. Simferopolja (Geological sections of artesian wells in Simferopol). Simferopol, 1927, 29 p. (In Russian).
3. Kruber A.A. Karstovaja oblast' Gornogo Kryma (Karst region of the Crimean Mountains). Moscow, 1915, 324 p. (In Russian).
4. Balka «Petrovskaja» [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://tavrika.su/id15895>. (In Russian).
5. Dvojchenko P.A. Mineraly Kryma (Minerals of Crimea) // Zapiski Krymskogo obshh-va estestvoispytat. Simferopol, 1914, vol. IV, 208 p. (In Russian).
6. Shhepinskiy A.A. Podzemnaja forma karsta bliz Simferopolja (Underground form of karst near Simferopol) // Izvestija Krymskogo otdela Geograficheskogo obshhestva SSSR, 1957, no. 2, pp. 22–23. (In Russian).
7. Dubljanskij V.N., Lomaev A.A. Karstovye peshhery Ukrainy (Karst caves of Ukraine). Kiev: Nauk. dumka, 1980, 180 p. (In Russian).
8. Dushevskij V.P. Aktivizacija drevnego karsta v rajone g. Simferopolja (Activation of the ancient karst near the city of Simferopol) // Sostojanie, zadachi i metody izucheniya glubinnogo karsta SSSR. Moscow, 1982, pp.112–113. (In Russian).
9. Shutov Ju.I. Zakljuchenie o proishozhdenii karstovogo provala na territorii specavtobazy «Ukrmyasomoltrans» (Simferopol') (Conclusion on the origin of the karst failure on the territory of the special motor depot "Ukrmyasomoltrans" (Simferopol)) // Fondy IMR. Simferopol, 1981, 2 p. (In Russian).
10. Amelichev G.N., Galkina M.V. Genezis i sovremennoe sostojanie karsta v istoke r. Abdalka (Simferopol', Krym) (Genesis and current state of karst at the source of the Abdalka river (Simferopol, Crimea)) // The proceedings of IV scientific-practical conference «Dni nauki krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo», Simferopol, 10 – 17 october 2018, Simferopol, 2019, pp. 31–37. (In Russian).

11. Dubljanskaja G.N., Dubljanskij V.N. Kartografirovanie, rajonirovanie i inzhenerno-geologicheskaja ocenka zakarstovannyh territorij (Mapping, zoning and engineering-geological assessment of karst territories). Novosibirsk, 1992, 145 p. (In Russian).
12. Dubljanskaja G.N., Dubljanskij V.N. Teoreticheskie osnovy izuchenija paragenezisa karst-podtoplenie (Theoretical bases for studying paragenesis karst-flooding). Perm, 1998. 200 s. (In Russian).
13. Atlas. Avtonomna respublika Krym (Atlas. Autonomous Republic of Crimea). Kiev-Simferopol, 2003, 80 p. (In Ukrainian).
14. Lysenko N.I., Bashkin I.A. Paleogeograficheskie sokrovishha peshhery Alima v Krymu (Paleogeographic treasures of the Alima cave in Crimea) // Priroda, no. 1, 2000, pp. 8–11. (In Russian).
15. Amelichev G.N., Dmitrieva A.Ju., Samohin G.V. Gipogennyj karst Simferopolja (Predgornyj Krym) i ego jevoljucija (Hypogenic karst of Simferopol (Crimea Piedmont) and its evolution) // Speleologija i karstologija, no. 8, 2012, pp. 50–62. (In Russian).
16. Klimchouk A.B., Timokhina E.I., Amelichev G.N., Dubljanskij Ju.V., Shpetl' K. Gipogennyj karst Predgornogo Kryma i ego geomorfologicheskaja rol' (Hypogenic karst of the Piedmont Crimea and its geomorphological role). Simferopol: DiAjPi, 2013, 204 p. (In Russian).
17. Klimchouk A., Amelichev G., Tymokhina E., Dublyansky Yu. Hypogene Speleogenesis in the Crimean Piedmont, the Crimea Peninsula // Hypogene Karst Regions and Caves of the World / Ed. A. Klimchouk et al. Springer International Publishing AG, 2017. P. 407–430.
18. Amelichev G.N., Tokarev S.V., Vakhrushev B.A., Naumenko V.G., Amelichev E.G. Karstologicheskie issledovaniya uchastkov dorozhnogo stroitel'stva s neaktivnym projavleniem karstovyh processov (na primere ob'ezdnoj avtodorogi g. Simferopolja) (Karstological studies of road construction sites with inactive manifestation of karst processes (on the example of the Simferopol bypass road)) // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean federal university. Geography. Geology. Vol. 3 (69), no. 2, 2017, pp. 256–264. (In Russian).
19. Amelichev G.N. Ocenka karstovoj opasnosti pri dorozhnom stroitel'stve v Sevastopole (Assessment of karst hazard during road construction in Sevastopol) // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean federal university. Geography. Geology. Vol. 8, no. 1, 2022, pp. 130–144. (In Russian).
20. Amelichev G.N., Tokarev S.V., Vakhrushev B.A. Himicheskaja denudacija kak pokazatel' aktivizacii karsta v predelakh urbanizirovannyh territorij Kryma (na primere vostochnoj chasti Simferopolja) (Chemical denudation as an indicator of karst activation within the urbanized territories of Crimea (on the example of the eastern part of Simferopol)) // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean federal university. Geography. Geology. Vol. 3 (69), no. 1, 2017, pp.177–191. (In Russian).
21. Amelichev G.N. Formirovanie i rezhim karstovyh vod v mezhdurech'e Bol'shogo i Malogo Salgira (Simferopol', Respublika Krym) (Formation and regime of karst waters in the interfluvium of the Bolshoi and Maly Salgir (Simferopol, Republic of Crimea)) // Geopolitics and Ecogeodynamics of regions. Vol. 3(13), no. 2, 2017, pp. 21–38. (In Russian).
22. Amelichev G.N. Podzemnye karstovye vody v verhnem techenii r. Abdalka (Simferopol', Predgornyj Krym) (Underground karst waters in the upper reaches of the Abdalka river (Simferopol, Piedmont Crimea)) // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean federal university. Geography. Geology. Vol. 4 (70), no. 4, 2018, pp. 251–267. (In Russian).
23. Amelichev G.N., Tokarev S.V., Tokarev I.V. Formirovanie i rezhim karstovyh podzemnyh vod v bassejne r. Abdalka (Predgornyj Krym) (Formation and regime of karst groundwater in the basin of the Abdalka river (Piedmont Crimea)) // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean federal university. Geography. Geology. Vol. 5 (71), no. 2, 2019, pp. 202–233. (In Russian).
24. Tokarev S.V., Amelichev G.N., Tokarev I.V. Gidrohimicheskie i gidrodinamicheskie osobennosti karstovyh podzemnyh vod jugo-vostochnoj chasti g. Simferopol' v uslovijah antropogennogo narushennogo rezhima (Hydrochemical and hydrodynamic features of karst groundwater in the south-eastern part of Simferopol under conditions of anthropogenic disturbance) // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean federal university. Geography. Geology. Vol. 5 (71), no. 4, 2019, pp. 199–218. (In Russian).
25. Amelichev G.N., Samokhin G.V., Tokarev S.V., Naumenko V.G. Jeksperiment po trassirovaniju karstovyh vod v Simferopole (Respublika Krym) (Karst water tracing experiment in Simferopol (Republic of Crimea)) // Theory and practice of modern karstology and speleology. The proceedings of international scientific-practical conference «III Krymskie karstologicheskie chtenija». Simferopol, 2021, pp. 33–40. (In Russian).

КАРСТОЛОГО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ И СОВРЕМЕННОЕ  
СОСТОЯНИЕ КАРСТА ГОРОДА СИМФЕРОПОЛЯ (КРЫМ)

---

26. Amelichev G.N., Vakhrushev B.A., Samokhin G.V., Tokarev S.V. Gipogenno-karstovyy geomorfogenez central'noj chasti Predgornogo Kryma (Hypogene-karst geomorphogenesis of the central part of the Piedmont Crimea) // American Scientific Journal, no. 39, 2, 2020, pp. 4–10. (In Russian).
27. Amelichev G.N., Oliferov A.N., Novikova F.N. Hidrologicheskie osobennosti reki Abdalka (Simferopol') v oblasti pitaniya artezijskogo bassejna Ravninnogo Kryma (Hydrological features of the Abdalka river (Simferopol) in the recharge area of the Plain Crimea artesian basin) // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean federal university. Geography. Geology. Vol. 3 (69), no. 1, 2017, pp. 161–176. (In Russian).
28. Klimchouk A.B. Jepikarst: gidrogeologija, morfogenez i jevoljucija (Epikarst: hydrogeology, morphogenesis and evolution). Simferopol: Sonat, 2009, 112 p. (In Russian).
29. Proval'no-prosadochnaja opasnost' v gorodah Simferopol' i Sevastopol' v svete gipogenno-genezisa karsta Predgor'ja (Failure-subsidence danger in the cities of Simferopol and Sevastopol in the light of the hypogene genesis of the foothills karst) // Report "Development of an evolutionary-genetic approach to applied problems of karst" (final). Simferopol: TNU-UISK, 2014, 218 p. (In Russian).
30. Klimchouk A.B. Gipogennyj speleogenez, ego gidrogeologicheskoe znachenie i rol' v jevoljucii karsta (Hypogene speleogenesis, its hydrogeological significance and role in the evolution of karst). Simferopol, 2013, 180 p. (In Russian).
31. Shutov Ju.I. Osobennosti perehoda poverhnostnogo stoka v podzemnyj v karstovyh rajonah Ukrainy (Features of the transition of surface runoff to underground runoff in the karst regions of Ukraine) // Meteorologija i gidrologija. Kiev, 1969, pp. 300–305. (In Russian).
32. Tkachuk V.G., Molodyh V.P., Sopina V.S. Osobennosti formirovanija stoka malyh rek juga USSR v svjazi s gidrogeologicheskimi uslovijami ih bassejnov (Features of runoff formation of small rivers in the south of the Ukrainian SSR in connection with the hydrogeological conditions of their basins) // Vodnoe hozjajstvo, 1966, no. 3, pp. 61–69. (In Russian).
33. Galkina M.V., Amelichev G.N. Trassirovanie karstovyh vod na uchastke podzemnogo techenija r. Abdalka (Simferopol', Krym) (Tracing of karst waters in the section of the underground flow of the Abdalka river (Simferopol, Crimea)) // Sb. tezisov uchastnikov V nauchno-prakticheskoj konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, aspirantov, studentov i molodyh uchenyh «Dni nauki KFU im. V.I. Vernadskogo». Tavricheskaja akademija. Sekcija Zemlevedenie i geomorfologija. Simferopol, 2019, pp. 13–14.

*Поступила в редакцию 21.02.2023 г.*

**РАЗДЕЛ 4.  
ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

**УДК 549.2/.8:548**

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕНЕЗИС ТИТАН-  
ОБОГАЩЁННОГО МАГНЕТИТА ИЗМЕНЁННЫХ  
АНДЕЗИТОВ КАРАДАГА (КРЫМ)**

*Гусев А. И.<sup>1</sup>, Алексеенко А. А.<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени  
В. М. Шукшина, Бийск, Российская Федерация  
E-mail: <sup>1</sup>anzerg@mail.ru*

Статья представляет собой оригинальное исследование по геохимическим особенностям титан-обогащённого магнетита изменённых андезитов палеовулкана Карадаг. Магнетит помимо титана имеет повышенные концентрации Al, Mg, Mn, Zn, Y и в отдельных пробах Cr. Он характеризуется большим разбросом концентраций оксида хрома от 0,1 до 1,8%. В процессе перекристаллизации магнетита происходило изменение его состава за счёт изменений редокс-обстановки. Генезис титан-обогащённого магнетита сложный, двухэтапный. На первом этапе титан-обогащённый магнетит сформировался в магматогенном процессе, а затем существенно изменён в ходе наложенных гидротермальных изменений андезитовых лав, что привело его состав ближе к переравновесному (перекристаллизованному). Участок наиболее значительного распространения магнетита в изменённых андезитах отнесён к рудопроявлению железа Карагач полигенного типа — магматогенно-гидротермальному.

**Ключевые слова:** Крым, палеовулкан, титан-обогащённый магнетит, химический состав, элементы-примеси, андезиты, пропилиты, магматогенный этап, гидротермальный этап, перекристаллизация, кислотность, основность, фугитивность кислотности.

**ВВЕДЕНИЕ**

Магнетит с эмпирической формулой  $FeFe_2O_4$  входит в группу шпинели, широко варьирует по составу и является распространённым акцессорным минералом в изверженных, осадочных и метаморфических породах. Он также является и главным рудным минералом в магматических и гидротермальных месторождениях [1, 2, 3]. Магнетит имеет такую же структуру, как и шпинель (сочетание тетраэдров и октаэдров, причём каждая вершина является общей для одного тетраэдра и трёх октаэдров) и обычно в неё входит большое число катионов (изоморфных примесей), таких как Mg, Al, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Zn, Ga [1, 3]. Изучение показало, что структуры и состав магнетита являются чувствительными к физико-химическим условиям, при которых формируется минерал [4, 5, 6, 7, 8]. Недавнее изучение магнетита в магматических и гидротермальных рудных месторождениях привело к созданию нескольких дискриминационных диаграмм по рассеянным элементам, которые значительно увеличили возможности реставрации происхождения и выявления отличий магнетита (изверженного относительно гидротермального) и различий среди типов месторождений по составу магнетита [1, 2, 3, 9, 10].

# ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕНЕЗИС ТИТАН-ОБОГАЩЁННОГО МАГНЕТИТА ИЗМЕНЁННЫХ АНДЕЗИТОВ КАРАДАГА (КРЫМ)

Цель исследования — осветить геохимические особенности и генезис титан-обогащённого магнетита из изменённых лав андезитов древнего палеовулкана Карадаг.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование состава магнетита по главным элементам проведено на растровом электронном микроскопе JEOL JSM-6510LA с энергодисперсионным спектрометром JED-2200 (СО РАН, г. Новосибирска). Микроэлементы определены с помощью ионного микрозонда Cameca-IMS-4f (Лаборатория ИМГРЭ, г. Москва). Изотопный состав кислорода определён на масс-спектрометре Finnigan MAT 253 в Институте геологии и минералогии СО РАН (г. Новосибирск).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Петро-геохимические особенности породных типов палеовулкана Карадаг, имеющего байосский возраст, изучен детально [11, 12]. Пробы изменённых андезитов с магнетитом отобраны на самых верхних горизонтах вулканического разреза хребта Карагач (рис. 1).

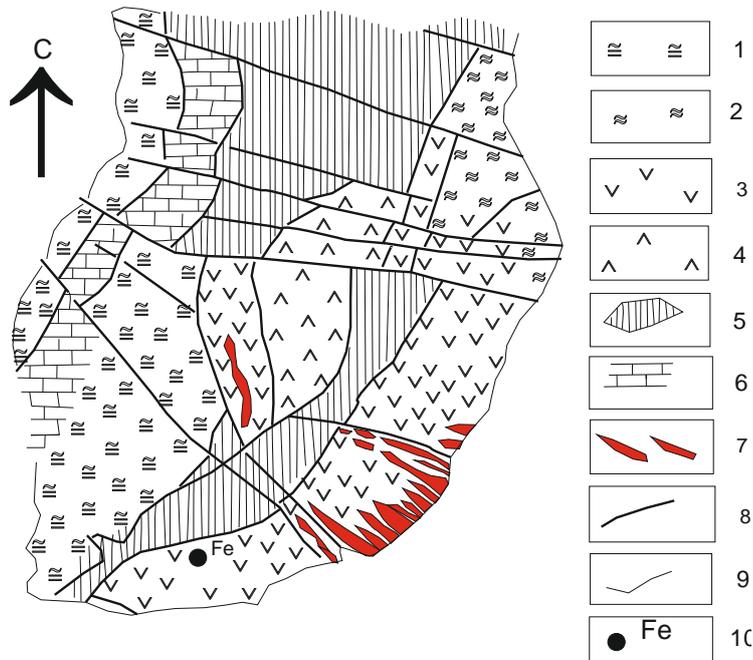


Рис. 1. Эскиз геологического строения палеовулкана Карадаг по [13].

1 — Раннеюрские флишевые образования; 2 — байосские глины; 3 — вулканогенные образования; 4 — игнимбриты; 5 — батские и келовейские глины; 6 — оксфордские известняки, конгломераты, песчаники; 7 — кислые дайки; 8 — разломы; 9 — геологические границы; 10 — проявление железа Карагач.

Андезиты сильно изменены вторичными процессами (альбитизация, хлоритизация, серицитизация, эпидотизация, карбонатизация) с обильными выделениями магнетита часто октаэдрического габитуса, сопровождающимися халцедоном, цеолитами, Магнетит образует вкрапленность с размерами зёрен от 0,1 до 1 мм, часто лимонизирован. По объёму вариации магнетита в породе колеблются от 10 до 35 %. Содержания железа варьируют от 12 до 30%. Спектральным анализом в рудах определены (%): Cu — 0,05-0,3, Zn -0,1-0,2. Повышенные концентрации также отмечены для Ag -10-35 г/т, Y -50-95 г/т. Химический состав 6 проб магнетита приведен в табл. 1.

Таблица 1.

Химический состав магнетита изменённых андезитов Карадага (оксиды в вес. %, элементы в г.т., изотопы кислорода в ‰)

	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	0,33	0,9	0,5	0,22	0,5	0,6
TiO <sub>2</sub>	10,7	10,8	10,7	10,6	16,4	15,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,75	4,1	4,9	4,5	3,6	3,8
FeO <sub>t</sub> *	74,1	71,3	72,8	74,6	69,3	70,5
MnO	0,45	0,5	0,4	0,42	0,7	0,66
MgO	3,0	3,5	3,3	4,1	3,6	3,7
CaO	0,26	0,3	0,25	0,2	0,1	0,4
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1	0,15	0,2	0,1	0,12	0,13
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1	0,2	1,8	0,3	0,26	0,3
Σ	92,8	91,75	94,85	95,04	94,58	95,19
Ni	35	45	42	44	52	51
Co	56	49	59	63	79	85
Zn	112	143	128	119	213	243
Y	154	147	155	163	265	298
δ, ‰	0,6	–	–	–	–	–

*Примечание.* FeO<sub>t</sub>\* — сумма Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и FeO. Прочерки — определения не проводились.

Анализ таблицы показывает, что все пробы минерала характеризуются повышенными концентрациями титана, что позволяет отнести его к обогащённому титаном магнетиту. Известно, что кристаллизация магнетита из силикатного расплава обычно и приводит к высоким концентрациям Ti, Al, Mg и Mn в виде включений твёрдых растворов [14]. Обращают на себя внимание большой разброс концентраций оксида хрома — от 0,1 до 1,8 % и повышенные содержания цинка и иттрия. По концентрациям титана выделяется группа проб (№5 и №6 в таблице) с содержаниями этого элемента, превышающими 15%. В таком сильно обогащённом титаном магнетите отмечены и повышенные концентрации марганца, никеля, цинка, иттрия. Все эти элементы характеризуются весьма высокими значениями потенциала ионизации. Известно, что способность к ионизации определяет кислотно-основные свойства химических элементов. В то же время кислотность и основность среды

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕНЕЗИС ТИТАН-ОБОГАЩЁННОГО МАГНЕТИТА ИЗМЕНЁННЫХ АНДЕЗИТОВ КАРАДАГА (КРЫМ)

минералообразования является важнейшей проблемой эндогенного рудообразования и петрологии магматизма. Условный потенциал ионизации магнетита по [15] составляет 190,6 ккал/моль. А условный потенциал ионизации магнетита с весьма высокими концентрациями титана и перечисленных элементов составляет 192,6 ккал/моль, (в сравнении с более низкими концентрациями Ti, Mn, Ni, Co, Zn, Y – условный потенциал ионизации — 191,3 ккал/моль), что указывает на более кислотные условия кристаллизации магнетита с весьма высокими содержаниями титана [15].

На диаграммах (рис. 2, а-д) фигуративные точки составов магнетита позволяют наметить сложную полигенную трактовку генезиса минерала.

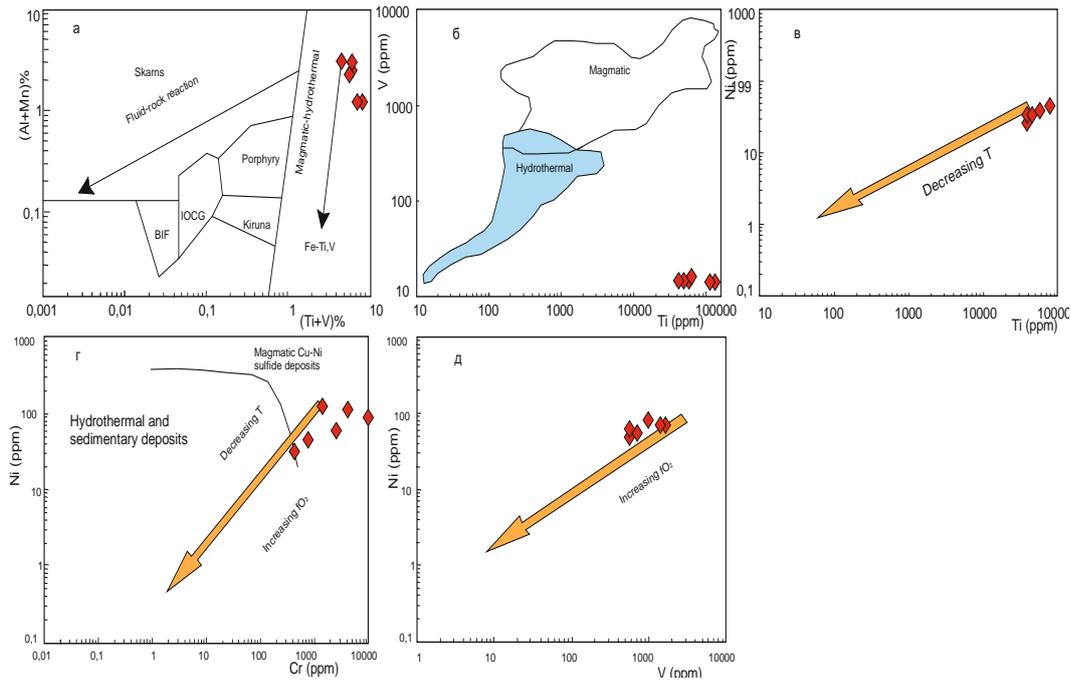


Рис. 2. Диаграммы составов магнетита из изменённых андезитов Карадага: а — диаграмма (Al+Mn, %) — (Ti+V, %) по [3]; б — диаграмма V – Ti (г/т) по [10]; диаграммы в — Ni – Ti (г/т); г — Ni-Cr (г/т); д — Ni – V, (г/т) по [16]. Skarns — скарны; Fluid-rock reaction — тренд флюид-породные взаимодействия; BIF — слоистая железная формация; IOCG — железно-окисно-медно-золоторудный класс месторождений; Porphyry — порфировые месторождения; Kiruna — месторождения типа Кируна Вара; Magmatic — магматический; hydrothermal — гидротермальный; Magmatic — магматический; Hydrothermal — гидротермальный; Decreasing T — тренд уменьшение температуры; Increasing  $fO_2$  — увеличение фугитивности кислорода; Hydrothermal and sedimentary deposits — гидротермальные и осадочные месторождения; Magmatic Cu-Ni sulfide deposits — магматические медно-никелевые сульфидные месторождения.

Если на диаграмме соотношений (Al+Mn) и (Ti+V) составы анализируемого магнетита локализуются в поле магматогенного и гидротермального происхождения (рис. 2, а), то в координатах ванадия и титана (рис. 2, б), он ближе к гидротермальному. Разброс фигуративных точек составов магнетита указывает на согласованность трендов уменьшения температур и параллельное увеличение фугитивностей кислорода (рис.2, в-д).

Широкий разброс фигуративных точек состава магнетита позволяет трактовать как сложный его генезис. Скорее всего, магнетит был сформирован в магматический этап при кристаллизации лав андезитов, а затем под воздействием гидротермальных растворов он был существенно изменён, так как на рис. 2, б все составы минерала ближе к гидротермальному типу. На это также указывают и особенности трендов разных температур и значений фугитивности кислорода, реставрируемых для процесса кристаллизации титан-обогащённого магнетита (рис. 2, в-д). По составу ассоциации гидротермальных минералов наложенные на лавы метасоматиты ближе к пропилитам.

Установлено, что при перекристаллизации магматогенного магнетита под воздействием гидротермальных растворов приводит увеличение концентраций Fe, а содержания V остаются почти постоянными [17]. При воздействии на магматогенный магнетит гидротермальных растворов может происходить внедрение в кристаллическую решётку минерала больших концентраций элементов, несущих такими растворами. Показательно на диаграмме соотношений V/Ti — Fe фигуративные точки титан-обогащённого магнетита попадают в область гидротермального магнетита и параллельны тренду перекристаллизации или переравновесия химических элементов (рис. 3).

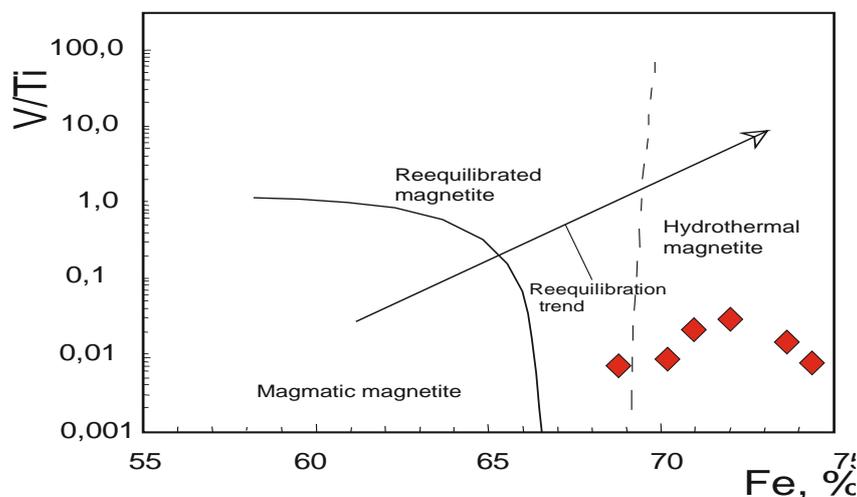


Рис. 3. Диаграмма V/Ti — Fe по [18, р. 260] для титан-обогащённого магнетита Карадага.

Magmatic magnetite – магматический магнетит, Reequilibrated magnetite — перекристаллизованный (переравновесный) магнетит, Hydrothermal magnetite — гидротермальный магнетит, Reequilibration trend — тренд переравновесия.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕНЕЗИС ТИТАН-ОБОГАЩЁННОГО МАГНЕТИТА ИЗМЕНЁННЫХ АНДЕЗИТОВ КАРАДАГА (КРЫМ)

Таким образом, титан-обогащённый магнетит Карадага показывает различный спектр геохимических особенностей, среди которых можно выделить две группы: с высоким содержанием титана (ниже 15%) и весьма высоким (более 15%). В последнем наряду с титаном в повышенных содержаниях находятся элементы с высоким потенциалом ионизации (Mn, Ni, Co, Zn, Y), обладающих свойством повышенной кислотности. Условный потенциал ионизации выделенных групп магнетита: с высокой и весьма высокой концентрацией титана, составляют 191,3 и 192,6, соответственно. Первый характеризуется более основной характеристикой, а второй — более кислотной.

Другими физико-химическими параметрами титан-обогащённого магнетита является наличие трендов уменьшения температуры кристаллизации и одновременного увеличения фугитивности кислорода.

По составу изотопа кислорода  $\delta^{18}$  в магнетите отчётливо видна его двойственная природа и магматогенная и гидротермальная (рис. 4). По изотопии кислорода появление Карагач может быть отнесено к типу вулканогенных железорудных месторождений.

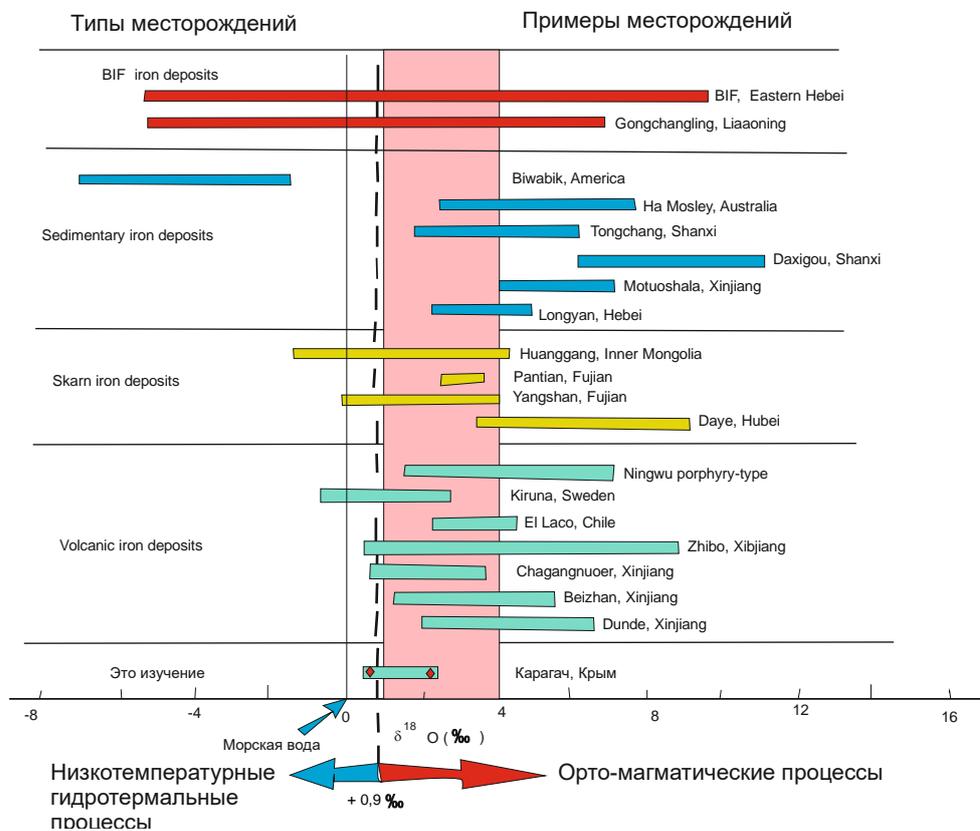


Рис. 4. Диаграмма содержаний  $\delta^{18}$  в магнетите по [19] для проявления Карагач.

Андезиты и изменённые андезиты Карадага весьма схожи с рудно-связанными вулканическими породами, варьирующими по составу от базитовых до кислых, но наиболее продуктивных на оруденение железа — средних, т.е. андезитоидных разностей [20]. Такие вулканические породы являются типично натровыми и имеют отношения Nb/Y ниже 0,7, подтверждая, что они являются субщелочными. Действительно, андезитовые лавы Карадага имеют вариации отношений Nb/Y ниже 0,7 (от 0,068 до 0,16) [11]. Довольно значительные содержания магнетита в изменённых андезитах достигают 35%. Это обстоятельство позволяет отнести описанный участок к рудопроявлению железа Карагач сложного магматогеогидротермального типа. В целом палеовулканический центр Карадаг, действительно перспективен на обнаружение промышленного оруденения железа, на что указывают интенсивные магнитные аномалии и в районе проявления Карагач, и на северо-восточном участке массива Карадаг — Магнитном. Следует указать, что проявление магнетита Карагач весьма схоже с промышленными месторождениями железа, связанными с лавами андезитов, которые имеются в Горном Алтае (Коргонское, Коксинское, Холзунское и другие месторождения) [21], в железорудном металлогеническом поясе Авулал (месторождение Жибо и другие), металлогеническом поясе Аквишан-Ямансу (месторождение Ямансу) в Китае [22, 23].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Титан-обогащённый магнетит в изменённых (пропилиитизированных) лавах андезитов палеовулкана Карадаг характеризуется повышенными концентрациями Ti, Al, Mg, Mn, Zn, Y и в отдельных пробах Cr. Выделены 2 группы магнетита: с повышенным содержанием титана и весьма повышенными концентрациями титана. Если первому свойственна более высокая основность, то второму — более кислотная характеристика. В целом титан-обогащённый магнетит имеет сложный генезис. Вначале магнетит формировался в процессе кристаллизации лав андезитов, а затем в процессе наложенных гидротермальных изменений был перекристаллизован и существенно изменён. Трансформация состава магнетита протекала в меняющихся условиях изменений фугитивностей кислорода и редокс-чувствительные элементы (Cr, Ti, Al, Fe) в его составе чутко реагировали в процессе перекристаллизации магматогенного магнетита в гидротермальный. По изотопу кислорода  $\delta^{18}$  (от +0,6 до +1,2) магнетит проявления Карагач имеет двойственную природу — магматогеогидротермальную. В конечном итоге титан-обогащённый магнетит несёт в себе больше признаков перекристаллизации и переравновесия под воздействием гидротермального изменения. Район интенсивной вкрапленности магнетита в изменённых андезитах следует отнести к рудопроявлению железа Карагач комбинированного магматогеогидротермального типа в вулканогенных породах.

#### Список литературы

1. Dupuis C., Beaudoin G. Discriminant diagrams for iron oxide trace element fingerprinting of mineral deposit types // Miner. Deposita. 2011. Vol. 46. pp. 319–335.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕНЕЗИС ТИТАН-ОБОГАЩЁННОГО  
МАГНЕТИТА ИЗМЕНЁННЫХ АНДЕЗИТОВ КАРАДАГА (КРЫМ)

---

2. Dare S.A.S., Barnes S., Beaudoin G., Merric J., Boutroy E., Potvin-Doucet C. Trace elements in magnetite as petrogenetic indicators // *Miner. Deposita*, 2014. Vol. 49. pp. 785–796.
3. Nadoll P., Angerer T., Mauk J. L., French D. Walshe J. The chemistry of hydrothermal magnetite: a review // *Ore Geol. Rev.* 2014. Vol. 61. pp. 1–32.
4. Nash W.P., Crecraft H.R. Partition coefficients for trace elements in silicic magmas // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1985. Vol. 49. pp. 2309–2322.
5. Lindsley D. H., Banerjee S. Oxide minerals: petrologic and magnetic significance // *Rev. Mineral., Mineral. Soc. Am.* 1991. 509 p.
6. Harlov D. E. Comparative oxygen barometry in granulites, bamble sector, SE Norway // *J. Geol.*, 1992. Vol. 100. pp. 447–464.
7. Harlov D.E. Titaniferous magnetite-ilmenite thermometry and titaniferous magnetite-ilmenite-orthopyroxene-quartz oxygen barometry in granulite facies gneisses, Bamble Sector, SE Norway: implications for the role of high-grade CO<sub>2</sub>-rich fluids during granulite // *Contrib. Mineral. Petr.*, 2000. Vol. 139. pp. 180–197.
8. Toplis M.J., Corgne A. An experimental study of element partitioning between magnetite, clinopyroxene and iron-bearing silicate liquids with particular emphasis on vanadium // *Contrib. Mineral. Petr.*, 2002. Vol. 144. pp. 22–37.
9. Nadoll P., Mauk J. L., Leveille R. A., Koenig A. E. Geochemistry of magnetite from porphyry Cu and skarn deposits in the southwestern United States // *Miner. Deposita*, 2015. Vol. 50. pp. 493–515.
10. Knipping J.L., Bilenker L.D., Simon A.C., Reich M., Barra F., Deditius A.P., Wälle M., Heinrich C.A., Holtz F., Munizaga R. Trace elements in magnetite from massive iron oxide-apatite deposits indicate a combined formation by igneous and magmatic-hydrothermal processes // *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 2015. Vol. 171. pp. 15–38.
11. Гусев А.И. Петрология и геохимия вулканических пород Карадага (Восточный Крым, Россия) // *Успехи современного естествознания*. 2014. №12. С. 57–62.
12. Попов D.V., Brovchenko V.D., Nekrylov N.A., Plechov P.Yu., Richard A. Spikings R.A., Tyutyunnik O.A., Krigman L.V., Anosova M.O., Kostitsyn Yu. A., Soloviev A.V. Removing a mask of alteration: Geochemistry and age of the Karadag volcanic sequence in SE Crimea // *Lithos*, 2019. Vol. 324–325. pp. 371–384.
13. Лебединский В.И., Макаров Н.Н. Вулканизм Горного Крыма. Киев, Издательство Академии наук УССР, 1962. 207 с.
14. Frost B.R., Lindsley D.H. Occurrence of iron-titanium oxides in igneous rocks. In *Oxide Minerals: Petrologic and Magnetic Significance* (ed. D. H. Lindsley) // *Rev. Mineral., Mineral. Soc. Am.* 1991. Vol. 87. pp. 433–462.
15. Жариков В.А. Кислотно-основные характеристики минералов // *Геология рудных месторождений*. 1967. №5. С. 75–89.
16. Dare S.A.S., Barnes S.J., Beaudoin G. Variation in trace element content of magnetite crystallized from a fractionating sulfide liquid, Sudbury, Canada: implications for provenance discrimination // *Geochim Cosmochim Acta*. 2012. Vol. 88. pp.27–50.
17. Hu H., Lentz D., Li J. W., McCarron T., Zhao X. F. and Hall D. Reequilibration processes in magnetite from iron skarn deposits // *Econ. Geol.*, 2015. Vol. 110. pp. 1–8.
18. Wen G., Li J.-W., Hofstra A.H., Koenig A.E., Lowers H.A., Adams D. Hydrothermal reequilibration of igneous magnetite in altered granitic plutons and its implications for magnetite classification schemes: Insights from the Handan-Xingtai iron district, North China Craton // *Geochimica et Cosmochimica Acta.*, 2017. Vol.213. pp. 255–270.
19. Jonsson E., Troll V.R., Hogdahl K., Harris C, Weis F., Nilsson K.P., Skelton A. Magmatic origin of giant 'Kiruna-type' apatite-iron-oxide ores in central Sweden. // *Sci/ Rep/* 2013. Vol. 3. pp.1644
20. Zhang, Z.H., Hong, W., Duan, S.G., Wang, Z.H., Li, M.W., Shi, F.P., Zhao, J., Zheng, R.Q., 2012. Geological features, mineralization types and metallogenic setting of Late Paleozoic iron deposits in western Tianshan Mountains of Xinjiang. *Miner. Deposits* 31. 2012. pp. 941–964.
21. Гусев А.И. Минерагения и полезные ископаемые Алтайского края. Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2011, 365 с

22. Jiang Z., Zhang Z., Wang Z., Duan S., Li F., Tiand J. Geology, geochemistry, and geochronology of the Zhibo iron deposit in the Western Tianshan, NW China: Constraints on metallogenesis and tectonic setting // *Ore Geology Reviews.*, 2014. Vol.57. pp.406–424.
23. Sun Z., Wang Yu., Long L. In-situ LA-ICP-MS trace element and oxygen isotope signatures of magnetite from the Yamansu deposit, NW China, and their significance // *Acta Geochim.*, 2020. Vol. 39(5). pp.599–615.

## **THE GEOCHEMICAL PECULIARITIES AND GENESIS OF TI – ENRICHED MAGNETITE OF ALTERED ANDESITE OF KARADAG (CRIMEA)**

*Gusev A. I.<sup>1</sup>, Alekseenko A.M.<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk, Russian Federation.  
E-mail: <sup>1</sup>anzerg@mail.ru*

Paper present original research on geochemistry peculiarities of titan-enriched magnetite of altered (propylitization) andesites of paleovolcano Karadag. Titan-enriched magnetite form dense disseminated of dimensions from 0,1 to 1 mm. and often it limonitization. Shapes of separations are xenomorphic grains often and rare — idiomorphic octahedral crystals. Contents of magnetite in ore bodies between propylites fluctuate from 15 to 35%. Manifestation of iron Karagach detached in more rich accumulations of titan-enriched magnetite. Contents of iron in ore bodies vary from 12 to 30%. Concentration of elements determined by spectral analysis (%): Cu – 0,05-0,3, Zn -0,1-0,2. High concentrations marked so for Ag -10-35 ppm, Y -50-95 ppm. Magnetite has besides of titan high concentration Al, Mg, Mn, Zn, Y so. Chemical composition of magnetite characterized by large scatter oxide of chromium from 0,1 to 1,8 %. Concentration of basic components in mineral vary (%): FeO from 69,3 to 74,6, TiO<sub>2</sub> from 10,6 to 16,4, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> from 3,6 to 4,9, MnO from 0,4 to 0,7, MgO from 3,0 to 4,6. Contents in spectrum of microelements in magnetite composed (ppm): Ni from 35 to 52, Co from 49 to 85, Zn from 112 to 243, Y from 147 to 298. Contents of isotope oxygen  $\delta^{18}$  vary from +0,6 to 1,2‰.

Two groups of magnetite detached: 1- with high concentration of titan and 2- with very high concentration of titan (above 15 %). High concentration of other chemical elements, having high potential of ionization in magnetite of second group (kJ/mol) observed: Ti<sup>4+</sup> - 429, Mn<sup>2+</sup> - 206, Ni<sup>2+</sup> - 297, Co<sup>2+</sup> - 287, Zn<sup>2+</sup> - 316, Y<sup>3+</sup> - 302. This is allow to evaluated acidic-basic characteristics of both groups of magnetite. The conditional potential of ionization of magnetite with high concentration of titan composed 191,3 kJ/mol (basic environment), but magnetite with very high concentration of titan determined in 192,6 kJ/mol (more acidic environment).

Titan-enriched magnetite on ratio (Al+Mn) — (Ti+V) carry to type of magmatic and hydrothermal deposits. Analysis The analysis magnetite in coordinates of V – Ti confidently localized in field of hydrothermal of origin. Ratio of (V/Ti) – Fe show hydrothermal genesis of mineral and agreemently with trend of reequilibration (recrystallization) of titan-enriched magnetite. Ratio of Ni – Ti, Ni – Cr, Ni – V in titan-reached magnetite demonstrated agreemently of trends decreasing of temperature of crystallization of magnetite and parallel of increasing of fugacity oxygen.

Genesis of titan-enriched magnetite is complicated (polygenesis), two stages. Titan-enriched magnetite form in magmatic process (in process crystallization of andesites) on the first stage; magmatogenic magnetite was changed on the second stage in motion of hydrothermal stage of changing andesite in process propylitization of andesite of lava, that it is lead his composition near to reequilibration (recrystallization) of titan-enriched magnetite. The considerable redistribution of chemical elements in titan-enriched magnetite took place in process hydrothermal changing of andesite and considerable introduce of many chemical elements, that it is transfer hydrothermal solutions.

The dual nature: magmatic and hydrothermal observe in titan-enriched distinctly of titan-enriched magnetite on content of composition isotope oxygen  $\delta^{18}$ . Manifestation of Karagach could be refer to type volcanogenic iron deposits on isotope of oxygen  $\delta^{18}$ .

Andesites and altered andesites (propylitization) of volcano Karadag there are extremely similar with ore related volcanic rocks, vary on composition from basalt to acidic, but more productive on ore of iron, that is andesitoids varieties. These volcanic rocks submit type sodium and has ratio Nb/Y less 0,7, confirming that these there are middle alkaline. Andesite lavas of Karadag really has variation ratio Nb/Y less 0,7 (от 0,068 до 0,16).

Tract of more considerable dissemination of titan-enriched propylitization andesites carry to manifestation of iron Karagach of polygenetic type — magmatic-hydrothermal. There are the metallogenic presuppositions and right signs of ore magnetite for paleovolcano Karadag. There are perspectives of disclosing minable deposit of iron in district Karadag and of it environs.

**Keywords:** Crimea, paleovolcano, titan-enriched magnetite, chemical composition, element-admixtures, andesites, propylites, magmatogenic stage, hydrothermal stage, recrystallization, acidic, basic, fugacity of oxygen.

#### References

1. Dupuis C., Beaudoin G. Discriminant diagrams for iron oxide trace element fingerprinting of mineral deposit types // *Miner. Deposita*. 2011. Vol. 46. pp. 319–335.
2. Dare S.A.S., Barnes S., Beaudoin G., Merric J., Boutroy E., Potvin-Doucet C. Trace elements in magnetite as petrogenetic indicators // *Miner. Deposita*, 2014. Vol. 49. pp. 785–796.
3. Nadoll P., Angerer T., Mauk J. L., French D. Walshe J. The chemistry of hydrothermal magnetite: a review // *Ore Geol. Rev.* 2014. Vol. 61. pp. 1–32.
4. Nash W.P., Crecraft H.R. Partition coefficients for trace elements in silicic magmas // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1985. Vol. 49. pp. 2309–2322.
5. Lindsley D. H., Banerjee S. Oxide minerals: petrologic and magnetic significance // *Rev. Mineral., Mineral. Soc. Am.* 1991. 509 p.
6. Harlov D. E. Comparative oxygen barometry in granulites, bamble sector, SE Norway // *J. Geol.*, 1992. Vol. 100. pp. 447–464.
7. Harlov D.E. Titaniferous magnetite-ilmenite thermometry and titaniferous magnetite-ilmenite-orthopyroxene-quartz oxygen barometry in granulite facies gneisses, Bamble Sector, SE Norway: implications for the role of high-grade CO<sub>2</sub>-rich fluids during granulite // *Contrib. Mineral. Petr.*, 2000. Vol. 139. pp. 180–197.
8. Toplis M.J., Corgne A. An experimental study of element partitioning between magnetite, clinopyroxene and iron-bearing silicate liquids with particular emphasis on vanadium // *Contrib. Mineral. Petr.*, 2002. Vol. 144. pp. 22–37.
9. Nadoll P., Mauk J. L., Leveille R. A., Koenig A. E. Geochemistry of magnetite from porphyry Cu and skarn deposits in the southwestern United States // *Miner. Deposita*, 2015. Vol. 50. pp. 493–515.

10. Knipping J.L., Bilenker L.D., Simon A.C., Reich M., Barra F., Deditius A.P., Wälle M., Heinrich C.A., Holtz F., Munizaga R. Trace elements in magnetite from massive iron oxide-apatite deposits indicate a combined formation by igneous and magmatic-hydrothermal processes // *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 2015. Vol. 171. pp. 15–38.
11. Gusev A.I. Petrologiya i geohimiya vulkanicheskikh porod Karadaga (Vostochnyj Krym, Rossiya) // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2014. №12. S. 57–62 (in Russian).
12. Popov D.V., Brovchenko V.D., Nekrylov N.A., Plechov P.Yu., Richard A. Spikings R.A., Tyutyunnik O.A., Krigman L.V., Anosova M.O., Kostitsyn Yu. A., Soloviev A.V. Removing a mask of alteration: Geochemistry and age of the Karadag volcanic sequence in SE Crimea // *Lithos*, 2019. Vol. 324–325. pp. 371–384.
13. Lebedinskij V.I., Makarov N.N. Vulkanizm Gornogo Kryma. Kiev, Izdatel'stvo Akademii nauk USSR, 1962. 207 s. (in Russian).
14. Frost B.R., Lindsley D.H. Occurrence of iron-titanium oxides in igneous rocks. In *Oxide Minerals: Petrologic and Magnetic Significance* (ed. D. H. Lindsley) // *Rev. Mineral., Mineral. Soc. Am.* 1991. Vol. 87. pp. 433–462.
15. ZHarikov V.A. Kislotno-osnovnye harakteristiki mineralov // *Geologiya rudnyh mestorozhdenij*. 1967. №5. S. 75–89. (in Russian).
16. Dare S.A.S., Barnes S.J., Beaudoin G. Variation in trace element content of magnetite crystallized from a fractionating sulfide liquid, Sudbury, Canada: implications for provenance discrimination // *Geochim Cosmochim Acta*. 2012. Vol. 88. pp.27–50.
17. Hu H., Lentz D., Li J. W., McCarron T., Zhao X. F. and Hall D. Reequilibration processes in magnetite from iron skarn deposits // *Econ. Geol.*, 2015. Vol. 110. pp. 1–8.
18. Wen G., Li J.-W., Hofstra A.H., Koenig A.E., Lowers H.A., Adams D. Hydrothermal reequilibration of igneous magnetite in altered granitic plutons and its implications for magnetite classification schemes: Insights from the Handan-Xingtai iron district, North China Craton // *Geochimica et Cosmochimica Acta.*, 2017. Vol.213. pp. 255–270.
19. Jonsson E., Troll V.R., Hogdahl K., Harris C, Weis F., Nilsson K.P., Skelton A. Magmatic origin of giant 'Kiruna-type' apatite-iron-oxide ores in central Sweden. // *Sci/ Rep/* 2013. Vol. 3. pp.1644
20. Zhang, Z.H., Hong, W., Duan, S.G., Wang, Z.H., Li, M.W., Shi, F.P., Zhao, J., Zheng, R.Q., 2012. Geological features, mineralization types and metallogenic setting of Late Paleozoic iron deposits in western Tianshan Mountains of Xinjiang. *Miner. Deposits* 31. 2012. pp. 941–964.
21. Gusev A.I. Minerageniya i poleznye iskopaemye Altajskogo kraya. Bijsk: Izd-vo GOUVPO AGAO, 2011, 365 s. (in Russian).
22. Jiang Z., Zhang Z., Wang Z., Duan S., Li F., Tiand J. Geology, geochemistry, and geochronology of the Zhibo iron deposit in the Western Tianshan, NWChina: Constraints on metallogenesis and tectonic setting // *Ore Geology Reviews.*, 2014. Vol.57. pp.406–424.
23. Sun Z., Wang Yu., Long L. In-situ LA-ICP-MS trace element and oxygen isotope signatures of magnetite from the Yamansu deposit, NW China, and their significance // *Acta Geochim.*, 2020. Vol. 39(5). pp.599–615.

*Поступила в редакцию 07.12.2022 г.*

УДК 551.24.44 (477.75)

## ТЕКТОНИКА РАЙОНА КРЫМСКОЙ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА И ЕЕ ГЕНЕЗИС

*Юдин В. В.*

*МОО Крымская академия наук, Симферополь, Российская федерация*

*E-mail: yudin\_v\_v@mail.ru*

Положение разрывов в районе по данным разных авторов противоречивое и связи со строением пещеры не имеет. Оснований для предположения о потоках глубинных термальных вод по таким разломам нет. Рассмотрено строение киммерийского и неокиммерийского структурных этажей. В верхнем этаже по зонам стратиграфических несогласий выделены два послонных срыва. Анализ температур и новообразованных минералов в пещере показывает отсутствие там гидротермальных процессов и оснований для проявления глубинного гипогенного карста. На основе конкретного сбалансированного геологического разреза впервые создана реконструкция палеоартезианской системы с учетом мел-кайнозойских толщ, размытых на Главной гряде гор. Суммарное превышение над пещерой Таврида олигоценовых известняков на юге Карабийского массива до размыва на 20 км расстояния составляло как минимум 3 км. Это определило артезианский генезис пещеры.

**Ключевые слова:** геология, сбалансированная тектоника, карст, пещера Таврида, Крым.

### ВВЕДЕНИЕ

Изучение тектоники района, где в 10 км северо-восточнее Симферополя в 2018 г. открыта пещера Таврида, продолжается много лет. Первоначально здесь была выявлена пологая ненарушенная моноклираль из мел-кайнозойских отложений, которая перекрывает толщу битакских конгломератов, относящихся тогда к перми-триасу. Ниже выделялись условно кристаллические породы. Разрывы, с которыми обычно принято связывать формы карстовых полостей, до 50-х годов XX в. века, здесь не выделялись совсем.

Позже, с позиции концепции фиксизма, в разных местах и направлениях стали выделять различные субвертикальные «блоковые разломы» с невыясненной морфологией и кинематикой. Впервые на геологической карте Крыма 1967 года под редакцией М.В. Муратова были выделены три разлома вдоль русел рек Бештерек, Зуя и Бурульча [1]. Геологического обоснования для них, кроме представлений, что реки текут по разломам, не было, и на следующих картах эти разломы не выделялись.

В 1975 году на основании синтеза 42-х геологических карт разных авторов, группа геологов во главе с Г.И. Князевым выделила в районе 8 разнонаправленных прямолинейных разломов (рис. 1). Большинство из них не было подтверждено последующими исследованиями. Позже, на картах С.В. Пивоварова и Л.С. Борисенко в 1984–1985 годах разломы нарисованы уже в других местах и с иными направлениями. Подобные несовпадения касаются и украинских государственных геологических карт масштаба 1:200000, составленных Л.А. Фиколиной и др. в 1991 и 2008 году. На карте [2] один из таких разломов северо-восточного простирания окончанием был расположен в километре южнее пещеры Таврида, но позже никем не подтвердился. Хотя до этого киевский геолог В.Г. Пазинич в 2001 г. на основании только дешифрирования космических снимков, нарисовал совсем другую картину линеаментов, которые он считал «разломами». Через участок пещеры без всякого

геологического обоснования им была проведена короткая и широкая, в 2-3 км, зона нарушения северо-восточного простирания (рис. 1). Разломами по В.Г. Пазиничу столь же бездоказательно вновь стали линейные части русел рек Зуя и Бештерек.

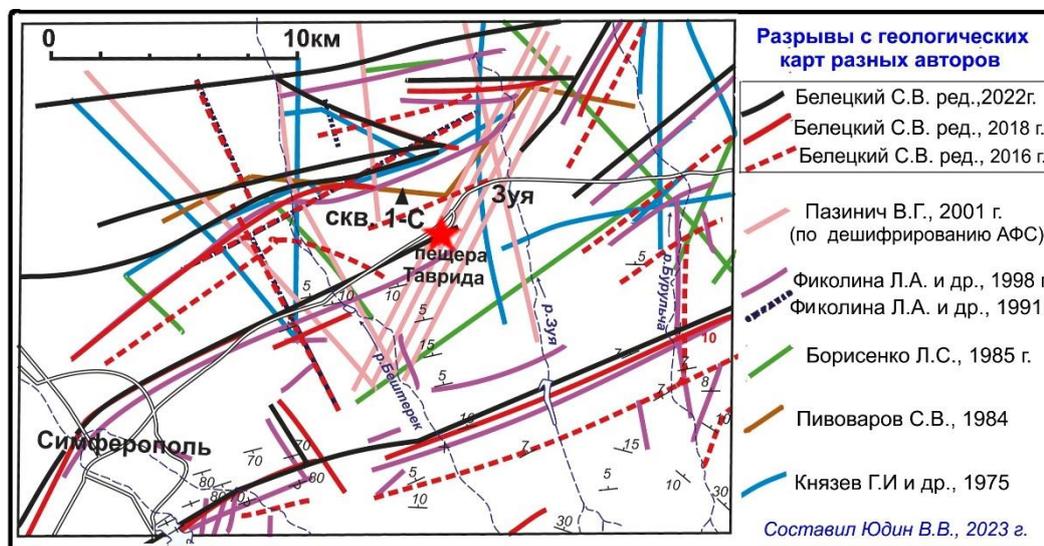


Рис. 1. Сравнение положения разрывов в районе пещеры Таврида

В заключение обзора, необходимо остановиться на анализе разрывов в государственных геологических картах РФ м-ба 1:1000000 [3]. В течение 8-и лет один и тот же коллектив авторов под редакцией С.В. Белецкого (ГУП РК «Крымгеология») после очередного отклонения на доработку карты на Научно-редакционном совете ВСЕГЕИ, изменял положение разрывов и также произвольно изображал новые в других местах рассматриваемого района (рис. 1). Причем после открытия пещеры Таврида, под ее мел-кайнозойским чехлом на карте 2022 года было нарисовано окончание «разлома», которое ничем себя не проявляет (рис. 1).

Подчеркнем, что все выше отмеченные прямолинейные пересекающиеся субвертикальные «разломы», в том числе «глубокого заложения», не имеют существенной амплитуды и реального геологического обоснования. Они не допускают приведение крыльев, смещенных ими пород в исходное положение, вследствие чего являются несбалансированными и геометрически невозможными [4, 5]. Никакой связи этих разрывов со строением пещеры Таврида нами не обнаружено. Она есть лишь с выделенными нами послынными срываами (флэтами).

Выделение широких прямолинейных сквозных «георазломов» с напорными глубинными потоками высокотемпературной пресной воды по [6, 7 и др.] – лишь геологически не обоснованное предположение. Увязывать с ними карстовые полости некорректно, что подробно обосновано в нашей статье [8].

Гипотезы «о глубинной гидросфере Крыма», «о ювенильных пресных водах» и о напорных потоках пресных вод по «георазломам» из очагов древнего магматизма, которые приведены в статьях [6, 7 и др.], противоречат реальному геологическому

строению района. Никаких горячих магматических очагов, тепловых аномалий и термальной переработки пород с молодыми гидротермальными жилами здесь нет. В районе пещеры отсутствуют магнитные аномалии и крупные магматические тела. Глубокое и мелкое бурение вблизи пещеры, а также температуры в карстовых и искусственных полостях не подтверждают наличия термальных пресных вод для формирования гипогенного карста.

«Зуйская гипербазитовая интрузия» [2, 7] севернее пещеры отсутствует. Она ошибочно предполагалась по косвенным данным и геохимическому составу динамометаморфических сланцев в Присутурном меланже, что обосновано в статье [8]. Подчеркнем, что за исключением кимберлитовых трубок, корневые тела, из мантийных пород, в Природе вообще не существуют. Аллохтонные глыбы гипербазитов встречаются лишь в офиолитовых меланжах [5 и мн. др.]. Поэтому несуществующая «Зуйская интрузия» не могла выполнять роль «подводящего тектонического канала, по которому в приповерхностную часть земной коры поступают пароводные флюиды и тепловая энергия земных недр» [7, стр. 270].

Прогноз тех же авторов о нахождении под пещерой Таврида пресных вод в «прокарстованных карбонатных отложениях карбона» — тоже ничем не обоснован и противоречит материалам бурения скважины Симферопольская-1, [9]. Судя по керну, на глубине были вскрыты лишь бескарбонатные, водонепроницаемые породы, с не окисленным пиритом, что свидетельствует об отсутствии промытости недр. Севернее пещеры на глубине каменноугольные породы также представлены водонепроницаемыми бескарбонатными метаморфизованными сланцами. Известняков среди них не обнаружено. Таким образом, объективных оснований для предположения о потоках глубинных термальных вод, поднимающихся из отсутствующих магматических очагов, в районе пещеры не существует.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Современное представление о геологии, сбалансированной тектонике и геодинамике района пещеры Таврида, в общем виде было изложено в большой монографии [4]. Юго-западнее, в районе Симферополя, строение детализировано в статье [10]. Юго-восточнее пещеры сложные соотношения нижнемеловых пород и верхнеюрских известняков Карабийского массива изложены в статьях [11 и 12]. Материалы бурения скважины Симферопольская-1 полностью не опубликованы. Краткое их изложение приведено в статье [9]. Все фото и рисунки в статье сделаны автором. В рассматриваемом районе выделяется два структурных этажа.

Верхний (неокиммерийский этаж) сложен терригенными породами нижнего мела, которые с несогласием перекрыты известняками эоцена и слабо уплотненными породами неогена. Весь комплекс под углами 5–10° наклонен на север-северо-запад и представляет собой пологую Куэстовую моноклиналию (рис. 2).

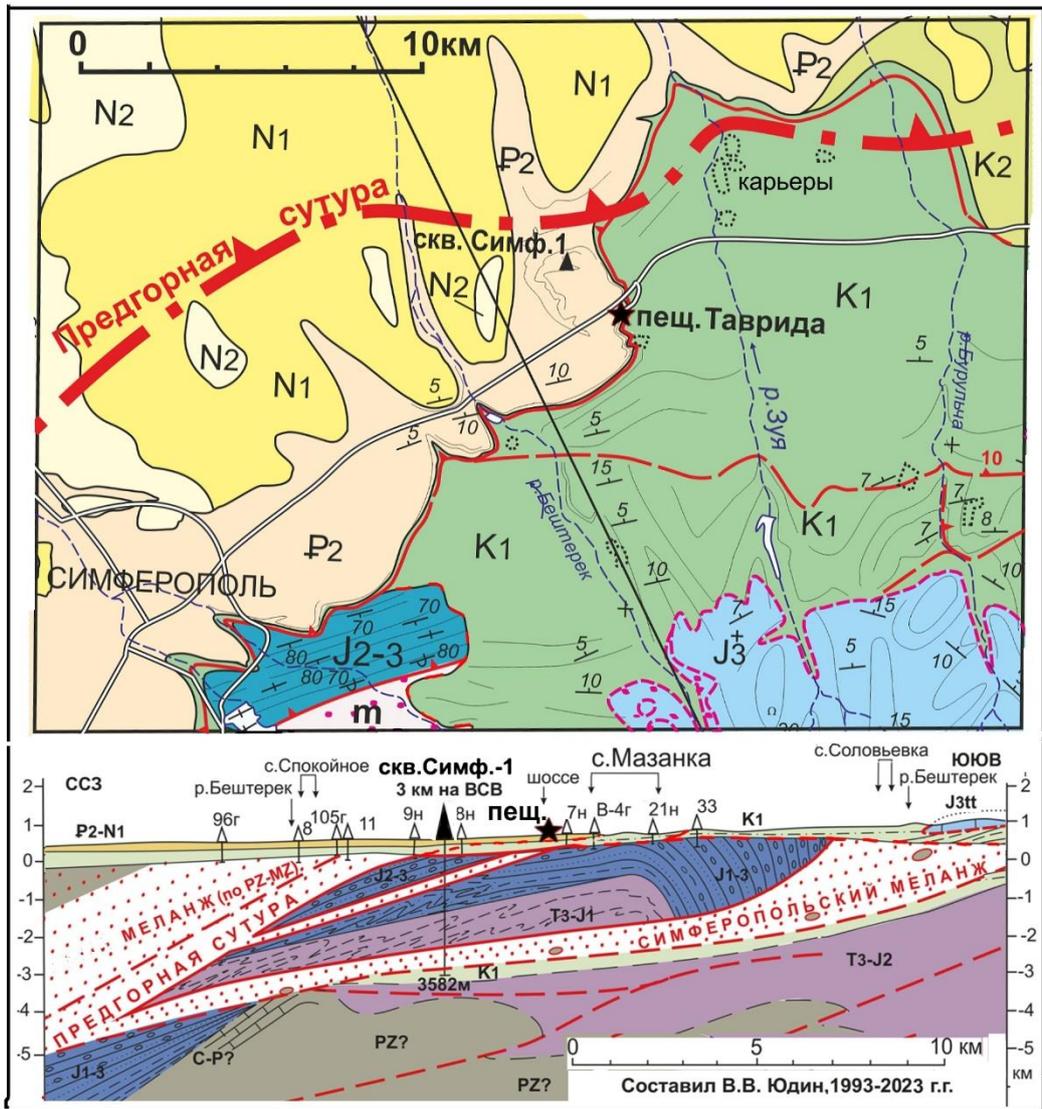


Рис. 2. Сбалансированная геологическая карта и разрез района пещеры Таврида.

Простое моноклинальное залегание осадочного чехла осложнено двумя послынными срывами (флэтами). Нижний из них расположен в основании отложений раннего мела. Он выделен нами 30 лет назад, как региональный Подкуэстовый надвиг и прослежен по всему Крыму [4 и др.]. Флэт связан с надвиганием с севера жесткой известняковой пластины по более пластичным толщам нижнего мела. Разрыв выражен зоной брекчирования из карбонатно-терригенных пород, а также небольшими оперяющими принадвиговыми структурами. По простиранию южнее Симферополя в этой зоне срыва выявлены крутые, до  $50^\circ$ , залегания меловых пород

и гидротермальные минералы в виде жилок барита. Они, свидетельствуют об эндогенном генезисе флэта [10].

В районе пещеры Таврида отработан сейсмический профиль № 000357. На его записи видно, что от субгоризонтального срыва вверх ответвляются надвиги и ретронадвиги с небольшими складками, которые отсутствуют на глубине и в перекрывающей толще эоценовых известняков. Размеры складок составляют первые сотни метров. Совершенно аналогичные, но меньшие по размерам структуры в раннемеловых отложениях, перекрытые ненарушенными известняками неогена, обнажены южнее Севастополя [4, рис. 5.1.13]. Из-за плохой обнаженности в районе пещеры Таврида, такие структуры не наблюдаются.

По данным бурения скважины Симферопольская-1 (Симф.-1), расположенной в километре к северо-западу от пещеры Таврида (рис. 2), мощность закарстованных эоценовых известняков, составляет 70 метров. В их основании расположено стратиграфическое несогласие. В нем из разреза выпадает диапазон возраста в 80 млн. лет (готерив-альб раннего мела, поздний мел и палеоцен). Доподлинно неизвестно, формировались ли здесь эти отложения и размыты в конце палеоцена или вовсе не отлагались. Западнее и восточнее от Симферопольского поднятия полнота разреза увеличивается и стратиграфическое несогласие исчезает.

В скважине Симф.-1 под нуммулитовыми известняками через сильно обводненный контакт были вскрыты субгоризонтально залегающие терригенные породы нижнего мела, мощностью 280 м. Они представлены полимиктовыми и олигомиктовыми песчаниками, гравелитами, а также карбонатными и песчанистыми известняками, конгломератами и пластичными глинами. У поверхности близ пещеры они известны как мазанская свита валанжин-готеривского возраста [1, 2, 13] Терригенные слои свиты являются главным коллектором подземных артезианских вод Равнинного Крыма.

Ниже, судя по шламу, скважиной пройден 120-метровый комплекс обломочных пород, сходных по литологии и с нижнемеловыми и со среднеюрскими. Он связан с принадвиговыми структурами и брекчиями послынного Подкуэстового надвига в основании пород нижнего мела.

Важно отметить, что под нижнемеловыми породами ни в одной из скважин района, с том числе и в Симф.-1 не вскрыты закарстованные верхнеюрские известняки, которые южнее слагают огромный Карабийский массив с Долгоруковской яйлой (рис. 2.). Этот массив известняков — бескорневой и представляет собой олистоплак Горнокрымской олистостромы, сползший с юга в раннем мелу [4, 11,]. Как следствие, он непосредственно не связан с образованием карста в эоценовых известняках. Отдельным объектом, также отсутствующим под пещерой Таврида, является тектонически сдвоенный и меланжированный пласт берриас-валанжинских известняков в бассейне р. Бурульчи. В его основании также выявлен послынный срыв с аномальным проявлением карстовых процессов [12].

При неоген-четвертичном тангенциальном сжатии отложений Крыма, существенная разница между прочными нуммулитовыми известняками и более пластичной нижнемеловой глинисто-песчаной толщей мазанской свиты, привела к малоамплитудному послынному срыву. В искусственном обнажении у входа в

пещеру, в основании эоценовых известняков вскрыты несортированные брекчии с угловатыми обломками разных размеров явно тектонического происхождения (рис. 3А). Ниже в глауконитовых песках появляются гальки кварца и других пород.

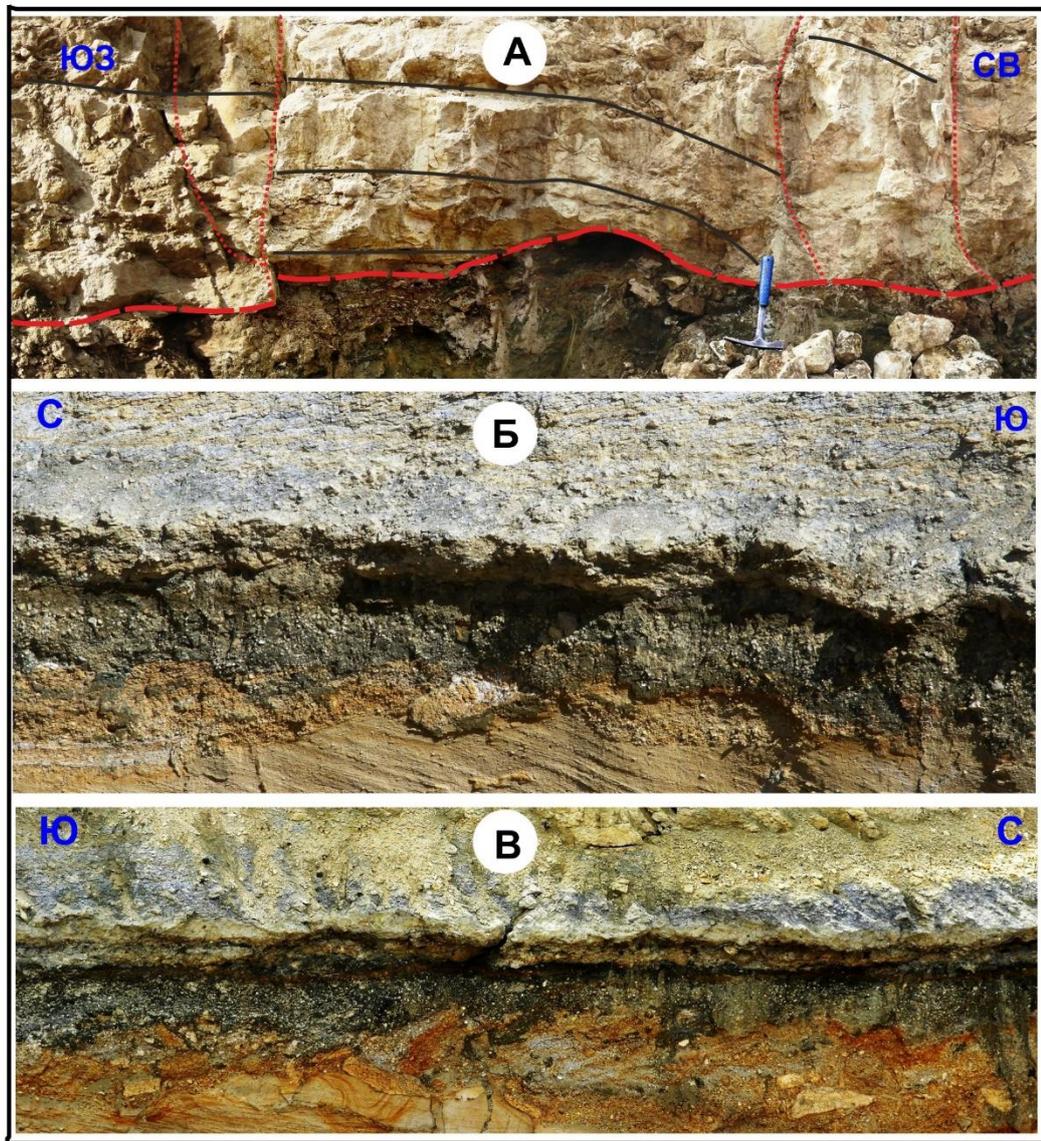


Рис. 3. Сорванный стратиграфический несогласный контакт в основании эоценовых известняков: А — справа у входа в пещеру Таврида (тектоническая модель генезиса, фото 30.09.2021г., координаты 45°02'38" С, 34°17'07" В); Б, В — контакты в стенках песчаного карьера поблизости (фото 2.04.2023г, координаты 45°01'45" С, 34°17'23" В).

Лишь отдельные глыбы нуммулитовых известняков имеют изометричную форму вследствие галтовки при перемещении. Характерных для зон несогласий валунов и галек эоценовых известняков, описанных статье [13, стр. 303] — нами не выявлено.

Этот же послыйный срыв на десятки метров вскрыт в небольшом карьере в 1,5 км южнее входа в пещеру Таврида. Там флэт выражен притертой зоной с мелкими обломами известняка, перетертыми глинистыми породами и брекчированием с расщеплением основания самих эоценовых известняков (рис. 3- Б, В).

Тектонический срыв и брекчии в основании толщи известняков привели к ее аномальной закарстованности. Флэт и его пологий наклон в значительной мере определил морфологию пещеры Таврида. Ее детальные разрезы и планы [14, 15 и др.] свидетельствуют о субпослойном положении полостей без следования каким-либо вертикальным «разломам» (рис. 1). Незначительные трещины торошения в известняках связаны с перемещением карбонатной пластины по неровной поверхности автохтона, а также с воздействием поверхностных сейсмических волн при сильных землетрясениях. Эти диаклазы (а не «разломы») местами лишь незначительно и локально влияют на форму пещеры в плане [15, 16 и др.].

В нижнем (киммерийском) структурном этаже под пещерой Таврида на глубинах с абсолютными отметками 0–1000 м расположена бескарбонатная и водонепроницаемая толща плотных полимиктовых песчаников и конгломератов битакской свиты юрского и раннемелового возрастов [4, 9]. Моласса слагает субгоризонтальный свод Симферопольской антиклинали (рис. 2). Южнее крыло складки имеет вертикальное залегание и сорвано шарьяжем с мощным Симферопольским меланжем [4, 10 и др.]. В структурно сбалансированной модели значительная южная часть молассового комплекса предполагается и реставрирована в поднадвиге, без чего невозможна палинспастическая реконструкция структур [4], (см. разрез на рис. 2).

Под грубообломочной толщей молассы в скважине Симф.-1 вскрыт 320-метровый комплекс плотного бескарбонатного полимиктового меланжа по юрским осадочным и магматическим породам. Под ним скважина на 2120м вскрыла динамометаморфизованные филлиты, хлоритовые, кварц-серицит-актинолитовые и др. сланцы. Они милонитизированы, местами брекчированы, с многочисленными пологими надвигами и притертыми контактами. Вследствие зеленосланцевого динамометаморфизма и полного отсутствия карбонатных пород, все они и ниже залегающие сланцы в поднадвиге, являются водоупорами. Через них невозможно поступление гипотетических термальных и холодных ювенильных вод для гипогенного спелеогенеза.

Под Симферопольским меланжем, на глубинах 3280-3582 м скважина Симф.-1, вошла в поднадвиг, сложенный темно-серыми бескарбонатными микрослоистыми филлитами и глинистыми сланцами с существенно меньшей степенью уплотнения. В них по трем образцам керна определен раннемеловой возраст пород [9]. Дальнейшее бурение скважины было остановлено и предполагаемые (по глыбам в Симферопольском меланже у поверхности и по сейсморазведке) палеозойские известняки в поднадвиге вскрыты не были (рис. 2, разрез).

Таким образом, с учетом данных бурения, под пещерой Таврида на глубину до 3,5 км киммерийский структурный этаж состоит из очень плотных метаморфизованных бескарбонатных водонепроницаемых пород. Спокойное магнитное поле не позволяет выделять здесь ни вертикальные «разломы», ни магматические тела, вдоль которых могли бы подниматься гипотетические ювенильные растворы по [6, 7], что обосновано в статье [8]. Севернее скважины Симф-1 по данным неглубокого бурения расположен также водонепроницаемый главный коллизионный шов Крыма, шириной 2–6 км (рис. 2).

Предгорная сутура с Присутурным меланжем были обоснованы в районе 30 лет назад [4 и др.]. Южная граница этого мощного тектонического комплекса под осадочным чехлом расположена в 3 км севернее пещеры Таврида (рис. 2). По геолого-геофизическим материалам, тектоническая зона пологой наклона на северо-запад под углами 20–30°, что подтверждено глубинной сейсморазведкой. По данным более 30 неглубоких скважин, аллохтон сложен водонепроницаемыми динамометаморфическими сланцами, милонитами и бластомилонитами с пологими надвигами и мелкими лежачими складками. Первоначально эти толщи представляли собой глубоководные черные сланцы, которые при динамометаморфизме превращены в эпидот-актинолитовые, эпидот-хлоритовые, альбит-хлоритовые, графит-мусковитовые, кварц-карбонат-хлорит-талльковые и другие милониты. Они отражают дислокации Присутурного надвигового меланжа [4]. Возраст пород здесь ранее считался протерозойским или палеозойским [1 и др.]. Однако изотопные датировки динамометаморфических минералов, возраст синхронной орогенезу прилегающей с юга битакской молассы и синхронного коллизии раннемелового магматизма в Равнинном Крыму, позволяют судить о длительном формировании динамометаморфического комплекса с конца ранней юры до раннего мела включительно [4]. Среди милонитов скважинами вскрыты небольшие бескорневые глыбы из габбро-диабазов, диоритов и даже мантийных ультрабазитов офиолитовой ассоциации мезозойского возраста [5,10]. Прогрев пород при внедрениях магматитов и при конвергентном динамометаморфизме здесь закончился в раннем мелу. За 100 млн. лет, после окончания коллизии Горнокрымского террейна с Евразией, породы здесь давно остыли и в современном тепловом поле никак не проявляются.

Гипогенный карст (по определению глубинный, эндогенный, связанный с процессами, происходящими в глубоких частях земной коры) [17] выделен в пещере Таврида и во всей Куэстовой моноклинали Крыма. Общим критерием в понимании термина «гипогенный карст» считается растворение известняков ниже базиса эрозии в условиях воздействия напорных горячих или холодных вод. Далее разными авторами термин понимается не одинаково: или как следствие миграции высокотемпературных флюидов из глубоких недр по разломам, или как артезианский спелеогенез в пластовой водонапорной системе. Существует также совсем иное понимание этого процесса, проявленного во льду, в лавовых потоках и др. [17].

О происхождении пещеры Таврида и ее аналогов сосуществуют две гипотезы. Согласно первой, пещера сформирована холодным артезианским карстом с экзогенным происхождением вод [16, 18; и др.]. Однако в этих же публикациях одновременно утверждается и гипогенная роль карстообразования за счет

предполагаемых глубинных флюидов по субвертикальным разломам. Например, считается, что восходящие флюиды двигались по *«высокопроницаемым сквозьформационным разрывам..., особенно в тектонических узлах надвигов и сбросов... связанных с субширотными разрывами вдоль Предгорной сутуры...»* [16, с. 245]. При этом геологическое обоснование таких разломов и тем более сбросов отсутствует (рис. 1).

Вторая гипотеза основана на только эндогенном карсте с гипотетическими термальными ювенильными водами, поднимающимися с больших глубин [6, 7, 14, 19 и др.]. Критический анализ таких представлений опубликован в статье [8].

Изложенное выше, приводит к необходимости тектоно-геодинамического объяснения происхождения предполагаемых агрессивных нагретых вод и путей их внедрения в палеогеновую толщу. Возраст гипогенного карста справедливо считается неоген-четвертичным, что по времени соответствует неокиммерийскому конвергентному орогенезу [4]. Он заключается в поддвиге субокеанической коры Черного моря под Крым с формированием асимметричных складчато-надвиговых структур северного наклона и тепловых аномалий в 100 км севернее зоны конвергенции [4].

В Предгорной сутуре в это время тектонической активизации и магматизма не было, о чем свидетельствует очень пологий наклон перекрывающего чехла мел-палеогеновых пород. Напорные восходящие потоки термальных вод по *«субвертикальным сквозьформационным тектоническим нарушениям»* представляются сомнительными. Это связано с отсутствием геологического обоснования таких «разломов» и их геометрической нереальности в сбалансированной модели строения. В частности, из многочисленных нарушений в районе (рис. 1), на участке пещеры Таврида выделено лишь одно окончание геологически не обоснованного разрыва, причем нарисованное в 2022 году, уже после открытия и описания пещеры (рис. 1).

Динамокатагенез в зоне Подкуэстового надвига, в результате которого сформировались небольшие структуры и жилки барита в нижнемеловых толщах, был локальным лишь вдоль флэта. Он не мог привести к формированию гипогенного карста в вышелегающих палеогеновых известняках. Предгорная сутура из-за значительной удаленности и наклона на север-северо-запад тоже не могла служить путем вертикальной миграции гипотетических термальных вод для формирования гипогенного карста в пещере Таврида (рис. 2, разрез).

Гидротермальные воды, связанные с тектоникой при образовании пещеры Таврида не доказаны. Если бы они были, то существовали бы их признаки в виде высокотемпературных минералов. Однако специальные исследования 8-и соавторов показали, что таковых в пещере нет [20]. Лишь предположительно к низкотемпературным образованиям можно отнести редкие небольшие жеоды из удлиненных кристаллов кальцита, образованного на допалеогенном этапе [20, с. 226]. Широко распространенная *«...кварцевая минерализация в виде полых трубчатых тел и метасоматитов во вмещающих породах» (там же)* представляется сомнительной, так как кварц в пещере не жильный и присутствует лишь в зернах песчаников и алевролитов толщ заполнения. Трубчатых тел кварц в Природе не создает. Тем не

менее, в ряде статей пишется о наличии в пещере гидротермального кварца [18 и др.] Существует мнение, что поскольку в рыхлом минеральном заполнителе пещеры широко распространен барит, то это основание предполагать его гидротермальную природу [20]. Однако, и этот минерал в заполнителе явно привнесенный. Все они не формировались в самой пещере в виде выполнения жил и не могут быть основанием гидротермальной деятельности с гипотетическим глубинным происхождением высокотемпературных вод. Кварцевые зерна песка, из подстилающей пещеру мазанской свиты, были принесены сюда древней подземной рекой. Они образовались далеко на севере при размыве древних пород Украинского щита и Мезокрымских гор. Поэтому вывод №2 о том, что «высокую ценность пещеры обеспечивают...гидротермальные отложения» [14, с. 208] нельзя считать обоснованным.

Температура воздуха в пещере Таврида была определена в 12°C [14 и др.]. По нашему мнению, ее нельзя считать слишком высокой по сравнению с температурами пещер на Главной гряде гор (около 8°C). Дело в том, что Таврида, расположена в предгорье на абсолютной высоте 340м, а пещеры Главной гряды Крыма - на 1000м и более. Температура воздуха в Крыму уменьшается на 0,65°C на каждые 100 м поднятия. Это легко объясняет разницу температур в 4–5°C. В горах климат более холодный и у поверхности, и в пещерах, где снег иногда сохраняется все лето. Поэтому объяснение в Тавриде «потока глубинного геотермального тепла» представляется неправильным. «Очевидность» предположения о погружении ходов пещеры Таврида на большое расстояние в глубину — тоже не обоснована, поскольку там нет карстующихся пород и вертикальных «разломов» (рис. 1, 2). Гипотетические гидротермальные источники под пещерой и даже «вулкан» представляются сомнительными. Предположения о гидротермальной природе вод, сформировавших пещеру [14, с. 203] — проблематичны.

Тектоническая реконструкция образования пещеры Таврида впервые составлена на основе реального детального сбалансированного геологического разреза с реставрацией размывых мел-кайнозойских отложений (рис. 4).

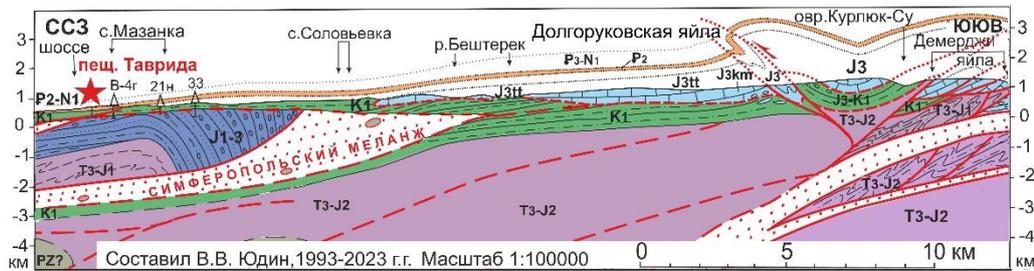


Рис. 4. Реставрация палеоартезианской системы в эоценовых известняках вдоль сбалансированного геологического разреза по [4, 5, 10, 11, 22 и др.] с дополнениями.

Верхнеюрские известняки Карабийского массива, по сравнению с меловыми и палеогеновыми, значительно более уплотнены и частично перекристаллизованы. Значительный эпигенез свидетельствует о том, что над ними залегал и ныне размыв

осадочный комплекс пород большой мощности. Попробуем его реставрировать. Судя по структурным построениям, в отдельных участках Карабийского массива размывта часть и самих верхнеюрских известняков. На них местами сохранились фрагменты нижнемеловой толщи, залегающей со стратиграфическим несогласием и с неясным диапазоном отсутствующих частей разреза.

Реставрация нижнемеловой толщи оказалась значительно сложнее. Структурно нижняя ее часть находится в автохтоне Симферопольского меланжа (рис. 4). Об этом свидетельствуют данные бурения скважины Симф.-1, а также многочисленные скважины в долине р. Салгир. В них, под нижнемеловой толщей верхнеюрские известняки отсутствуют и вскрыты: юрская моласса битакской свиты, Симферопольский меланж и флиш таврической формации (рис. 4).

Верхняя пластина из пород нижнего мела выходит на поверхность в виде очень широкой полосы (рис. 2, карта). При внешне простом моноклиальном наклоне пород на север-северо-запад под углами 5-10°, разнофациальные фрагменты разреза и выделенные здесь свиты до сих пор вызывают дискуссии [1, 3, 12 и др.]. В целом толщина местами сдвоенных фрагментов нижнемеловых отложений увеличивается к юго-востоку (рис. 4).

Отметим, что согласно геодинамическим реконструкциям [4 и мн. др.], в раннем мелу южнее современного Крыма началось рифтогенно-спрединговое раскрытие глубоководной впадины Черного моря. Процесс продолжался до олигоцена, что фиксируется по морской сейсморазведке и началу формирования мощной конвергентной майкопской толщи в передовом и тыловом прогибах [4].

В соответствии с общей геодинамикой региона и направлением косой слоистости в карьерах, дельтовые пески мазанской свиты имеют северный снос [4]. Представления о сносе терригенного материала с юго-востока по [13 и др.] — некорректно, поскольку из впадины Черного моря это невозможно. К тому же на дне Черного моря нет домеловых пород, идентичных по составу галькам в мазанских конгломератах. Состав галек в псефитах мазанской и байраклинской свит свидетельствует об их образовании за счет размыва коллизионных Мезокрымских гор, которые располагались севернее [4]. К ним относятся редкие гальки красных и черные радиоляритов из Присутурного меланжа.

Кроме того, в километре южнее пещеры Таврида расположены два песчаных карьера. Южный из них вскрывает эоценовые известняки, и подстилающие песчаники нижнего мела в высоких вертикальных стенках (рис. 5). Как видно на рисунке, направление косой слоистости указывает на несомненный снос материала с севера. В этом же карьере при внимательном рассмотрении пород вдоль стратиграфического несогласия отмечается субпослойное дробление и расланцевание основания эоценовых известняков и их обломки в зоне послыного надвига. В большом песчаном карьере севернее на значительной западной части развиты оползни-оплывины, свидетельствующие о большой глинистости песчаников и их проблематичной водопроницаемости. На поверхности оползней-оплывин развиты такыры, характерные для глин.

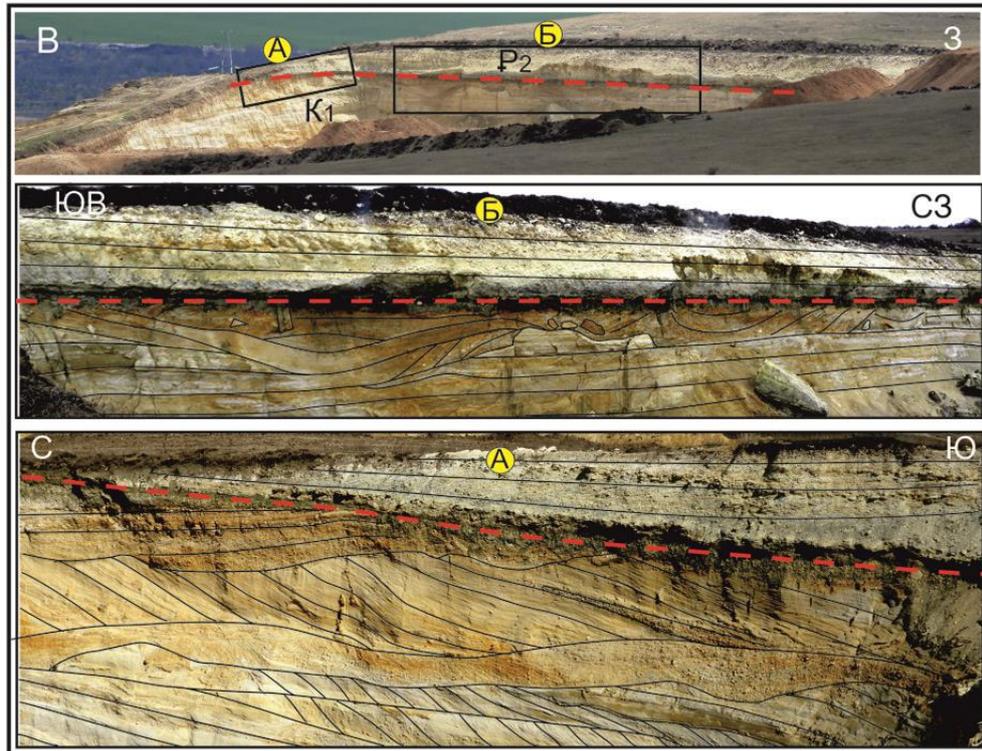


Рис. 5. Песчаный карьер (вид с выхода из пещеры вверх) и детализация его строения (фото 2.04.2023 г.) Координаты 45°01'45" С, 34°17'23" В.

При реставрации нижнемеловых толщ района, которые могли сохраниться от размыва юго-восточнее, можно предполагать существенное увеличение мощности и, возможно, глинистости. Поскольку мы не можем определить точную величину, во избежание дискуссий, в модели была принята почти неизменная мощность нижнего мела до Главной гряды гор (рис. 4).

Верхнемеловые породы в рассматриваемом районе на Симферопольском палеоподнятии отсутствуют. Отлагались они здесь и размывы, или не отлагались совсем — доподлинно неизвестно. Западнее и восточнее стратиграфический разрез четко наращивается до полного, без перерывов осадконакопления. Однако южнее это проблематично. Исходя из общей палеогеодинамической обстановки, за тогда еще не приподнятой территорией Горного Крыма, располагалась субокеаническая рифтогенная впадина Черного моря. Кроме того, породы верхнего мела известны на периклинальном замыкании Горного Крыма в районе Феодосии. Поэтому известняки и мергели верхнего мела на территории Караби-Яйлой вполне могли накапливаться и значительной мощности. При реконструкции, во избежание дискуссий, такое теоретически обоснованное предположение нами учтено не было (рис. 4), но о нем следует помнить при построении окончательной модели строения палеоартезианской системы.

Тоже касается отложений палеоцена, отсутствующих в районе пещеры и появляющихся северо-восточнее на дальних склонах Симферопольского палеоподнятия. К юго-востоку палеоценовые известняки, по нашему мнению, накапливались и увеличивали свою мощность. Однако доказательств тому нет, и в реставрацию они не включены (рис. 4).

При реконструкции нуммулитовых известняков, в которых расположена пещера Таврида, возникли аналогичные трудности. В Предгорном Крыму эти мелководные и послойно закарстованные породы выходят во Внутренней гряде полосой северо-восточного и широтного простирания (рис. 2, карта). Изучение литологии и мощностей обнаженных разрезов [21 и др.] не позволяет достоверно реставрировать отложения олигоцена к юго-востоку, где они или не отлагались, или размыты.

С позиций геодинамики вполне логично увеличение в южном направлении глубины образования эоценовых пород и наличие предполагаемых там подводных конусов выноса, показанных на рис. 4 в статье [21]. Однако проблематично, что мощность эоценовых пород может существенно уменьшаться к юго-востоку, особенно в конусах выноса, которые известны своими большими толщинами. Поскольку существуют разные мнения об изменении мощности размытых эоценовых известняков над Караби-Яйлой, при реставрации мы приняли их как одинаковые (рис. 4), хотя теоретически считаем более вероятным увеличение мощности толщи. Как следует из выше изложенного, размытые над Горным Крымом карстующиеся эоценовые известняки были распространены в виде единой толщи и подстилались карбонатно-терригенно-глинистыми породами нижнего мела, среди которых в верхах присутствуют слабопроницаемые глины и суглинки.

Следующая проблема — какие породы залегали до горообразования на эоценовых известняках Главной гряды гор (рис. 4). В полных разрезах восточнее и западнее рассматриваемого района нуммулитовые известняки перекрыты глинистой толщей майкопской свиты олигоцен-миоценового возраста, которая известна как региональный водоупор. Южнее и юго-восточнее очень мощная толща майкопских глин выделяется по данным сейсморазведки в акватории Черного моря. В районе пещеры Таврида эти глины или размыты, или не отлагались. То же можно предполагать на территории современного Карабийского массива (рис. 4). Мы считаем, что присутствие низов майкопской свиты над массивом допустимо, поскольку они развиты на периклинальном замыкании Горного Крыма с меньшим денудационным срезом в районе Феодосии. Кроме того, роль флюидоупора в кровле эоценовых известняков могли играть прослой глины в перекрывающих сарматских отложениях. В основании известняков пещере Таврида есть и вмытые глины.

В любом случае можно говорить о формировании палеоартезианской системы. Она начала развиваться с олигоцена при постепенном асимметричном подъеме гор складчато-надвиговыми структурами в результате поддвига субокеанической коры Черного моря под Крым [4]. Главным свидетельством начала орогенеза является одновременное с поднятием формирование в прилегающих районах терригенно-глинистых пород майкопской формации.

На рис. 4 показан минимальный суммарный результат поднятия. В настоящее время пещера Таврида имеет абсолютные отметки 340 м. С учетом минимальных

мощностей и изложенных выше допущений, превышение толщи олигоцена над Долгоруковской и Демерджи яйлами на расстоянии 20–30 км, составляет около 3 км (рис. 4). Средний угол наклона ныне 5–10°. В случае принятия в модели средних и максимальных мощностей размытых пород, перепад высот может увеличиться до 5 км. При этом следует понимать, что эндогенный рост гор происходил одновременно с их размывом. Учитывая скорости геодинамических процессов, реальное превышение в каждый период эволюции составлял 1–2 км, что вполне достаточно для формирования артезианской системы послыного карстообразования.

Предлагаем способ объективно представить себе полный стратиграфический разрез Главной гряды гор до глубокого денудационного среза. Для этого следует проанализировать строение постепенного северо-восточного погружения Крымских гор в районе Феодосии [22]. Складчато-надвиговые структуры со сдвиговой составляющей там более сложные, чем в районе пещеры Таврида, но стратиграфический разрез — полный. Разница заключается в том, что на юге отсутствуют (или скрыты морем) крупные оползневые массивы из верхнеюрских известняков. В целом же там представлен полный разрез нижнего и верхнего мела, палеоцена, эоцена и олигоцена включая нижний и верхний майкоп до миоцена [2]. Это подтверждает правильность нашей реконструкции на более приподнятой западнее и глубоко размытой части Крымских гор.

По мере роста гор с олигоцена, атмосферные осадки, попадая в еще не размытую палеоартезианскую систему, мигрировали по послыно закарстованным эоценовым известнякам к северу и накапливались там под давлением, сдерживаемым глинистыми породами (рис. 4). Вследствие незначительной мощности эоценовых известняков и перекрывающих глин, вода при движении в такой «плоской эоценовой трубе» к северо-западу растворяла и вымывала подземные карстовые полости в основном по пологому напластованию и лишь локально при перетоках наверх. Таким образом образовывались развитые в пещере Таврида восходящие каналы (фидеры).

При посещении пещер в палеогеновых породах Предгорного Крыма возникает обманчивое впечатление. Визуально четко воспринимаются большие округлые вертикальные купола на сводах. Однако на их фоне от внимания ускользает несравнимо большая по масштабам длина горизонтальных ходов, свидетельствующая об ином генезисе всей полости. Похожее впечатление иногда создается при рассмотрении разрезов пещер с преувеличенным вертикальным масштабом, опубликованных в статьях и книгах [14, 19 и др.]

Мы привели к единому вертикальный и горизонтальный масштаб на разрезах пещеры Таврида по [14, рис. 1], а также сходных пещер Таврской и Мангупской по [19, рис. 80, 87]. Их анализ показал, что длина пещер больше, высоты фидеров в ее потолках от 30 до 130 раз! Во столько же раз меньше можно оценить роль «гипогенного карста» в генезисе пещер, развитых в палеогеновых известняках Крыма. Субгоризонтальная форма пещер свидетельствует об их формировании не гипогенными водами снизу, а субпослойно артезианскими напорными водами, из эпикарстовой зоны современной Главной гряды гор. То есть, пещера Таврида формировалась водами «не снизу вверх», а «сверху и сбоку» (с юга). Поэтому, представление, что «Таврида» имеет статус «пещеры наоборот» и образована

гидротермальными напорными водами снизу вверх (гипогенным спелеогенезом) – яркое, красивое, но неправильное. Генезис пещеры Таврида, по сути, связан с атмосферными эпикарстовыми водами, мигрировавшими на расстояние около 20 км из района современной Караби-Яйлы. Такой карст предлагается называть не гипогенным (*hurogene* — *глубинный, эндогенный...*), а артезиогенным (от греч. *αρτεσιανό* — артезианский).

Аналогичный карстовый процесс происходит в настоящее время в мел-палеогеновых известняках артезианских бассейнов Равнинного Крыма. Отличие этих, более северных, районов заключается не только в возрасте и литологии пород, но и в выявленных там аномалиях теплового поля, на месте которых в скважинах получены гидротермальные воды. Тепловые аномалии там связаны с обычным для геодинамического режима субдукции формированием будущего активно-окраинного вулканизма. Он закономерно располагается на 100 км по падению вдоль современной зоны конвергенции Черного моря. [4,]. На Кавказе при коллизии в аналогичных условиях этот процесс уже привел к формированию потухших вулканов Казбек, Эльбрус, а также Минвод и др. [4].

### ВЫВОДЫ

Анализ тектонических разрывов, выделенных предшествующими авторами в районе пещеры Таврида, показал их противоречивость и геометрическую нереальность. Связи их со строением пещеры Таврида не выявлено. Объективных оснований для предположения о потоках глубинных термальных вод, поднимающихся по таким разломам, в районе пещеры Таврида нет.

С позиций сбалансированной геодинамической модели строения, рассмотрено строение киммерийского и неокиммерийского структурных этажей. В верхнем этаже по зонам стратиграфических несогласий выделены два послонных срыва. Это Подкуэстовый надвиг в основании нижнего мела и малоамплитудный флэт в подошве эоценовых известняков. Анализ температур и новообразованных минералов в пещере показывает отсутствие там гидротермальных процессов и оснований для наличия глубинного гипогенного карста.

На основе геологического разреза впервые создана реконструкция палеоартезианской системы с учетом мел-кайнозойских толщ, размытых на Главной гряде гор. Показано, что суммарное превышение олигоценых известняков на юге Карабийского массива над пещерой Таврида до размыва составляло как минимум 3 км на 20 км расстояния. Это, определило артезианский генезис пещеры. Хорошо изученные полости Тавриды свидетельствует о ее формировании не термальными гипогенными водами по «разломам» снизу, а холодными подземными артезианскими водами из района Главной гряды Крымских гор (сверху и с юго-востока).

### БЛАГОДАРНОСТИ

Автор благодарит Б.А. Зайцева и А.В. Ену за обсуждение статьи, а также коллег за дискуссию на Всероссийской научной конференции 26 апреля 2022 г.

Презентация доклада с поясняющими рисунками и фото доступна по ссылке: [https://www.researchgate.net/publication/370403168\\_471\\_Geologia\\_rajona\\_pesery\\_Tavrida\\_v\\_Krymu](https://www.researchgate.net/publication/370403168_471_Geologia_rajona_pesery_Tavrida_v_Krymu)

### Список литературы

1. Геология СССР. Т. 8. Крым. Часть 1. Геол. описание / Ред. М. В. Муратов. М. Недра, 1969. 575 с.
2. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Кримська серія. Група аркушів L-36-XXIX (Сімферополь), L-36-XXXV (Ялта). Пояснювальна записка / Фіколіна Л.А., Білокрис О.О., Обшарська Н. та ін., ред. Белецкий С.В. Київ, КП «Південкогеоцентр», изд. УкрДГРІ, 2008. 370 с.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000. Третье поколение. Серия Скифская. Лист L-36. Симферополь (К-36). Объяснительная записка. / сост. Фиколина Л.А., Белецкий С.В., Белокрыс О.А. и др. Минприроды России, Роснедра, ФГБУ «ВСЕГЕИ», ГУП РК «Крымгеология». СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. 244 с.
4. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь / ДИАИПИ, 2011. 336 с.
5. Юдин В.В. Надвиговые и хаотические комплексы. Симферополь. ИТ «АРИАЛ», 2013. 252 с.
6. Ковалев Н. Природные подземные опреснители морской воды – новые возобновляемые источники глубинных пресных вод в Крыму // Журнал Международная жизнь №3. 2021. С. 82–83.
7. Кузнецов И.В., Павлюк Н.Я. Результаты геолого-геофизических исследований по оценке перспектив получения дополнительных водных ресурсов за счет формирующихся подземных вод в глубинной гидросфере Крыма // Учёные записки Крымского федерального ун-та. География. Геология. Том 7 (73). № 1. 2021. С. 265–275.
8. Юдин В. В. О «глубинной гидросфере Крыма» и поисках пресных ювенильных вод // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2022. Том 8 (74). № 1. С. 204–218.
9. Юдин В.В., Гошовский С.В., Еременко Г.К. Геологическая интерпретация скважины Симферопольская-1. В сб. докл. VI Международной конф. «Крым-2005»: Геодинамика, сейсмичность и нефтегазоносность Черноморско-Каспийского региона. Симферополь, изд-во ДОЛЯ. 2006. С. 87–98.
10. Юдин В.В. Геология и геодинамика района Симферополя // Спелеология и карстология. 2014. №12. С. 42–56.
11. Юдин В.В. Тектоника Карабийского массива в Крыму // Ученые записки Крымского федерального ун-та. География. Геология. 2019. Том 5 (71). №1. С. 270–302.
12. Юдин В.В., Аркадьев В.В., Капралов А.М., Федорова А. А. Геология района Баксан (Крым). / Труды Крымской Академии наук, Симферополь, ИТ «АРИАЛ». 2017. С. 38–52.
13. Дубкова К.А., Шишлов С.Б., Бугрова Э.М., Закревская Е.Ю. Строение и история формирования разреза нижнего мела – эоцена в центральной части Симферопольского поднятия // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2022. Т. 164, кн. 2. С. 297–317.
14. Амеличев Г.Н. Оценка ресурсного потенциала пещеры Таврида (Предгорный Крым)// Геополитика и экогеодинамика регионов. Том 5 (15). Вып. 2. 2019. С. 196–213.
15. Оксиненко П.В., Лавров А.В. История формирования пещеры Таврида – памятника фауны позвоночных позднего виллафранка и ее палеонтологическое значение //Вестник Московского ун-та, сер. 5 География. 2021. №1. С 27–42.
16. Амеличев Г.Н. Эволюция гипогенного карста в бассейне р. Зуя (Крым)//Геополитика и экогеодинамика регионов. 2019. Т. 5 (15). № 4. С. 241–254.
17. Геологический словарь. В трех томах Издание третье перераб. И доп. / Гл ред. О.В. Петров. Т.1. А-Й. СПб.Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. 432 с.
18. Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Самохин Г.В и др. Реликтовый карст в бассейне р. Зуя (Республика Крым) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2019. Т. 5. № 2. С. 234–254.
19. Климчук А.Б., Тимохина Е.И., Амеличев Г.Н., Дублянский Ю.В., Шпётль К. Гипогенный карст Предгорного Крыма и его геоморфологическая роль. Симферополь: ДИАИПИ, 2013. 204 с.

## ТЕКТОНИКА РАЙОНА КРЫМСКОЙ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА И ЕЕ ГЕНЕЗИС

20. Червяцова О.Я., Потапов С.С., Киселева Д.В. и др. Минеральные отложения пещеры Таврида (Предгорный Крым) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 5 (71). 2019. № 3. С.226–255.
21. Копаевич Л.Ф., Лыгина Е.А., Никишин А.М., Яковишина Е.В. Крымская эоценовая нуммулитовая банка // Вестн. Моск. ун-та, Сер. 4. Геология. 2008. Вып. 3. С. 64–66.
22. Юдин В.В. Геологическая карта и разрезы Горного, Предгорного Крыма. Масштаб 1:200000. Изд. второе, дополненное. Санкт-Петербург, Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2018.

## TECTONICS OF THE CRIMEAN CAVE TAVRIDA REGION AND ITS GENESIS

*Yudin V. V.*

*Interregional Public Organization Crimean Academy of Sciences, Simferopol, Russian Federation  
E-mail: yudin\_v\_v@mail.ru*

Location of the breaks in the Tavrída cave area is contradictory and has no connection with the structure of the cave. There are no grounds for assuming flows of deep thermal waters along such faults. The structure of the Cimmerian and Neo-Cimmerian structural stages is considered. In the upper floor, two layer-by-layer failures were identified along the zones of stratigraphic unconformities. Analysis of temperatures and newly formed minerals in the cave shows the absence of hydrothermal processes and absence of grounds for the manifestation of deep hypogene karst. On the basis of a balanced geological section, a paleoartesian system first time was reconstructed considering the Cretaceous-Cenozoic strata eroded on the top of the Main Range of the Crimean mountains. The total excess of Oligocene limestones above the Taurida cave in the south of the Karabian massif before its erosion was at least 3 km per 20 km of distance. This determined the artesian genesis of the Tavrída cave.

The analysis of tectonic discontinuities identified by previous authors in the area of the Tavrída cave showed their inconsistency and geometric unreality. Their connection with the structure of the Tavrída cave has not been revealed. There are no objective grounds for the assumption about the flows of deep thermal waters rising along such faults in the area of the Tavrída cave.

From the standpoint of a balanced geodynamic model of the structure, the structure of the Cimmerian and Neocimmerian structural floors is considered. In the upper floor, according to the zones of stratigraphic inconsistencies, two layer-by-layer breakdowns are distinguished. This is a sub-Cretaceous thrust at the base of the Lower Cretaceous and a low-amplitude flat in the sole of Eocene limestones. The analysis of temperatures and newly formed minerals in the cave shows the absence of hydrothermal processes there and the grounds for the presence of deep hypogenic karst.

Based on the geological section, the reconstruction of the Paleoartesian system was created for the first time, taking into account the Cretaceous-Cenozoic strata eroded on the Main ridge of the mountains. It is shown that the total excess of Oligocene limestones in the south of the Karabian massif over the Tavrída cave before erosion was at least 3 km by 20 km distance. This determined the Artesian genesis of the cave. The well-studied cavities of the Taurida indicate its formation not by thermal hypogenic waters along the "faults" from

below, but by cold underground artesian waters from the area of the Main Ridge of the Crimean Mountains (from above and from the southeast).

### References

1. Geologiya SSSR. T. 8. Krym. CHast' 1. Geol. opisanie / Red. M. V. Muratov. M. Nedra, 1969. 575 s. (in Russian)
2. Derzhavna geologichna karta Ukraïni. Masshtab 1:200 000. Krims'ka seriya. Grupa arkushiv L-36-XXIX (Simferopol'), L-36-XXXV (YAlta). Poyasnyuval'na zapiska / Fikolina L.A., Bilokris O.O., Obshars'ka N. ta in., red. Beleckij S.V. Kiïv, KP «Pivdenekogeocentr», izd. UkrDGRI, 2008. 370 s. (in Russian)
3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii masshtaba 1:1000000. Tret'e pokolenie. Seriya Skifskaya. List L-36. Simferopol' (K-36). Ob'yasnitel'naya zapiska. / sost. Fikolina L.A., Beleckij S.V., Belokrys O.A. i dr. Minprirody Rossii, Rosnedra, FGBU «VSEGEI», GUP RK «Krymgeologiya». SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2019. 244 s. (in Russian)
4. YUdin V.V. Geodinamika Kryma. Simferopol' / DIAJPI, 2011. 336 s. (in Russian)
5. YUdin V.V. Nadvigovye i haoticheskie komplekxy. Simferopol'. IT «ARIAL», 2013. 252 s. (in Russian)
6. Kovalev N. Prirodnye podzemnye opresniteli morskoy vody – novye vozobnovlyaemye istochniki glubinyh presnyh vod v Krymu // ZHurnal Mezhdunarodnaya zhizn' №3. 2021. S. 82–83. (in Russian)
7. Kuznecov I.V., Pavlyuk N.YA. Rezul'taty geologo-geofizicheskikh issledovanij po ocenke perspektiv polucheniya dopolnitel'nyh vodnyh resursov za schet formiruyushchihsya podzemnyh vod v glubinnoj gidrosfere Kryma // Uchyonye zapiski Krymskogo federal'nogo un-ta. Geografiya. Geologiya. Tom 7 (73). № 1. 2021. S. 265–275. (in Russian)
8. YUdin V. V. O «glubinnoj gidrosfere Kryma» i poiskah presnyh yuvenil'nyh vod // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2022. Tom 8 (74). № 1. S. 204–218. (in Russian)
9. YUdin V.V., Goshovskij S.V., Eremenko G.K. Geologicheskaya interpretaciya skvazhiny Simferopol'skaya-1. V sb. dokl. VI Mezhdunarodnoj konf. «Krym-2005»: Geodinamika, sejsmichnost' i neftegazonosnost' CHernomorsko-Kaspijskogo regiona. Simferopol', izd-vo DOLYA. 2006. S. 87–98. (in Russian)
10. YUdin V.V. Geologiya i geodinamika rajona Simferopolya // Speleologiya i karstologiya. 2014. №12. S. 42–56. (in Russian)
11. YUdin V.V. Tektonika Karabijskogo massiva v Krymu // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo un-ta. Geografiya. Geologiya. 2019. Tom 5 (71). №1. S. 270–302. (in Russian)
12. YUdin V.V., Arkad'ev V.V., Kapralov A.M., Fedorova A. A. Geologiya rajona Baksan (Krym). / Trudy Krymskoj Akademii nauk, Simferopol', IT «ARIAL». 2017. S. 38–52. (in Russian)
13. Dubkova K.A., SHishlov S.B., Bugrova E.M., Zakrevskaya E.YU. Stroenie i istoriya formirovaniya razreza nizhnego mela – eocena v central'noj chasti Simferopol'skogo podnyatiya // Uchen. zap. Kazan. un-ta. Ser. Estestv. nauki. 2022. T. 164, kn. 2. S. 297–317. (in Russian)
14. Amelichev G.N. Ocenka resursnogo potentsiala peshchery Tavrida (Predgornyj Krym)// Geopolitika i ekogeodinamika regionov. Tom 5 (15). Vyp. 2. 2019. S. 196–213. (in Russian)
15. Oksinenko P.V., Lavrov A.V. Istoriya formirovaniya peshchery Tavrida – pamyatnika fauny pozvonochnyh pozdnego villafranka i ee paleontologicheskoe znachenie // Vestnik Moskovskogo un-ta, ser. 5 Geografiya. 2021. №1. S. 27–42. (in Russian)
16. Amelichev G.N. Evolyuciya gipogennoho karsta v bassejne r. Zuya (Krym)//Geopolitika i ekogeodinamika regionov. 2019. T. 5 (15). № 4. S. 241–254. (in Russian)
17. Geologicheskij slovar'. V trekh tomah Izdanie tret'e pererab. I dop. / Gl red. O.V. Petrov. T.1. A-J. SPb.Izd-vo VSEGEI, 2010. 432 s. (in Russian)
18. Amelichev G.N., Tokarev S.V., Samohin G.V i dr. Reliktovyy karst v bassene r. Zuya (Respublika Krym) // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2019. T. 5. № 2. S. 234–254. (in Russian)
19. Klimchuk A.B., Timohina E.I., Amelichev G.N., Dublyanskij YU.V., SHpyotl' K. Gipogennyj karst Predgornogo Kryma i ego geomorfologicheskaya rol'. Simferopol': DIAJPI, 2013. 204 s. (in Russian)

## ТЕКТОНИКА РАЙОНА КРЫМСКОЙ ПЕЩЕРЫ ТАВРИДА И ЕЕ ГЕНЕЗИС

---

20. СHервыасова О.УА., Potapov S.S., Kiseleva D.V. i dr. Mineral'nye otlozheniya peshchery Tavrida (Predgornyj Krym) // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. Tom 5 (71). 2019. № 3. S.226–255. (in Russian)
21. Kopaevich L.F., Lygina E.A., Nikishin A.M., YAkovichina E.V. Krymskaya eocenovaya nummulitovaya banka // Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 4. Geologiya. 2008. Vyp. 3. S. 64–66. (in Russian)
22. YUdin V.V. Geologicheskaya karta i razrezy Gornogo, Predgornogo Kryma. Masshtab 1:200000. Izd. vtoroe, dopolnennoe. Sankt-Peterburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2018. (in Russian)

*Поступила в редакцию 08.03.2023 г.*

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Амеличев Геннадий Николаевич** кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры физической и социально-экономической географии, ландшафтоведения и геоморфологии Института «Таврическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Борисов Дмитрий Андреевич** обучающийся Российской Академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация.
- Брехунцов Анатолий Михайлович** доктор геолого-минералогических наук, директор ООО «МНП «ГЕОДАТА», г. Тюмень, Российская Федерация.
- Голубченко Игорь Вячеславович** кандидат географических наук, доцент, Российская Академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация.
- Вахрушев Борис Александрович** доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой физической и социально-экономической географии, ландшафтоведения и геоморфологии Института «Таврическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.
- Галеева Эльвира Миассаровна** кандидат географических наук, доцент, доцент ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Российская Федерация.
- Гусев Анатолий Иванович** доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры, Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина, г. Бийск, Российская Федерация.
- Дорофеев Виктор Васильевич** доктор географических наук, профессор, профессор кафедры, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация.
- Дружинин Александр Георгиевич** доктор географических наук, профессор, директор Северо-Кавказского НИИ экономических и социальных проблем ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону; ведущий научный сотрудник ФГБУН «Институт географии РАН», главный научный сотрудник Института народнохозяйственного

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

---

	прогнозирования РАН, г. Москва, Российская Федерация.
<b>Кузнецов Илья Евгеньевич</b>	доктор технических наук, доцент, начальник кафедры, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация.
<b>Курочкин Леонид Егорович</b>	доцент кафедры судовождение и безопасность судоходства, Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Российская Федерация.
<b>Маковнева Анастасия Сергеевна</b>	обучающаяся ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Российская Федерация.
<b>Насонов Алексей Анатольевич</b>	кандидат географических наук, преподаватель кафедры, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация.
<b>Петров Юрий Владимирович</b>	кандидат географических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень, Российская Федерация.
<b>Пигарёва Алёна Евгеньевна</b>	аспирант кафедры физической географии и экологии, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», Тюмень, Российская Федерация.
<b>Полякова Наталья Олеговна</b>	кандидат географических наук, доцент ФГБОУ ВО «Курский государственный университет».
<b>Сарафанов Александр Александрович</b>	кандидат технических наук, научный сотрудник кафедры рекреационной географии и туризма, географический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация.
<b>Сарафанова Анастасия Геннадьевна</b>	научный сотрудник кафедры рекреационной географии и туризма, географический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация.
<b>Саттаров Валерий Валерьевич</b>	аспирант ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Российская Федерация.
<b>Токарев Сергей Викторович</b>	кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры физической и социально-экономической географии, ландшафтоведения и геоморфологии Института «Таврическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

---

**Требушкова Ирина  
Егоровна**

кандидат географических наук, доцент, доцент ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Российская Федерация.

**Ушаков Михаил  
Вилорьевич**

кандидат географических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения РАН», г. Магадан, Российская Федерация.

**Хизбуллина Резеда  
Зиязетдинова**

кандидат географических наук, доцент ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Российская Федерация.

**Холопцев Александр  
Вадимович**

доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Севастопольского отделения ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова», профессор кафедры судовождение и безопасность судоходства Севастопольского государственного университета, г. Севастополь, Российская Федерация.

**Черепанов Дмитрий  
Викторович**

преподаватель кафедры, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация.

**Юдин Виктор  
Владимирович**

доктор геолого-минералогических наук, профессор, руководитель Отделения естественных наук, Межрегиональная общественная организация Крымская Академия наук, г. Симферополь, Российская Федерация.

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ 1. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

**Борисов Д. А., Голубченко И. В.**

Привлекательность регионов Португалии для гастрономического туризма: особенности, оценка, районирование ..... 3

**Брехунцов А. М., Петров Ю. В.**

Систематизация сведений по природно-ресурсному потенциалу Ямало-Ненецкого автономного округа для устойчивого развития..... 17

**Дружинин А. Г.**

Российская (советская) общественная география: важнейшие структурные метаморфозы XX – начала XXI веков ..... 33

**Сарафанова А. Г., Сарафанов А. А.**

Дайвинг с акулами как направление диверсификации морского туризма ..... 46

**Требушкова И. Е., Маковнева А. С., Полякова Н. О.**

Пространственно-временной анализ дорожно-транспортных происшествий в Курской области с помощью ГИС-технологий..... 56

### РАЗДЕЛ 2. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

**Галеева Э. М., Саттаров В. В., Хизбуллина Р. З.**

Современный взгляд на ландшафты южной лесостепи Республики Башкортостан на основе трудов И. П. Кадильникова ..... 74

**Кузнецов И. Е., Черепанов Д. В., Насонов А. А., Дорофеев В. В.**

Прогноз высоты нижней границы облачности в южных районах Приморского края в весенне-летний период ..... 90

**Пигарёва А. Е.**

Пирологические особенности почв, влияющие на риск возникновения пожаров (на примере ландшафтов территории заповедника «Малая Сосьва» им В.В. Раевского).....100

**Ушаков М. В.**

Климатические изменения гидрологического режима рек Северо-Востока России.....112

<i>Холопцев А. В., Курочкин Л. Е.</i> Топография водной поверхности Берингова моря и вариации суммарного момента импульса планет-гигантов.....	134
--	-----

**РАЗДЕЛ 3.  
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ**

<i>Амеличев Г. Н., Вахрушев Б. А., Токарев С. В.</i> Карстолого-спелеологическая изученность и современное состояние карста г. Симферополя (Крым).....	151
--	-----

**РАЗДЕЛ 4.  
ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

<i>Гусев А. И.</i> Геохимические особенности и генезис титан-обогащённого магнетита изменённых андезитов Карадага (Крым).....	168
<i>Юдин В. В.</i> Тектоника района крымской пещеры Таврида и ее генезис .....	179
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ .....</b>	<b>198</b>