

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

**Научный журнал**

**Том 5 (71). № 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, 2019**

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 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.**

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

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

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

Амеличев Г.Н., к. г. н., доцент  
Баранов П.Н., д.г.-м.н., д.г.н., профессор  
(Украина)  
Боков В.А., д. г. н., профессор  
Вольфман Ю.М., к. г.-м. н.  
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  
(Турция)  
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  
Округин В.М., к.г.-м.-н., с.н.с.  
Пасынков А.А., д. г. н.  
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.  
Скребец Г.Н., к. г. н., доцент  
Старожилов В.Т., д.г.н., профессор  
Страчкова Н.В., к. г. н., доцент  
(ответственный секретарь)  
Танжу Тосун, доктор политологии (Турция)  
Холопцев А.В., д. г. н., профессор  
Шаповалов Ю.Б., д.г.-м.н., с.н.с.  
Шаров Н.В., д.г.-м.н., профессор  
Швец А.Б., к. г. н., доцент  
Яковенко И.М., д. г. н., профессор

**Технический секретарь – Петлюкова Е. А., Челомова А.А.**

Подписано в печать \_\_\_\_\_.2019. Формат 70х100 1/16 Объем 14,1 усл. п. л. Заказ № \_\_\_\_.

Цена свободная Тираж 50 экз. Дата выхода в свет \_\_\_\_\_.2019

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

## РАЗДЕЛ 1.

# ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 379.852

## БОЛЬШАЯ СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ ТРОПА КАК ПРОЕКТ КОМПЛЕКСНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

*Бровцына В.С.<sup>1</sup>, Каширина Е.С.<sup>2</sup>, Прыгунова И.Л.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*ГАУ Центр развития туризма, Севастополь, Российская Федерация*

*E-mail: crt.sev@mail.ru*

<sup>2</sup>*Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова*

*в г. Севастополе, Российская Федерация*

*E-mail: e\_katerina.05@mail.ru, irina\_prygunova@mail.ru*

В статье рассматривается проект активного туризма г. Севастополя Большая севастопольская тропа (БСТ) с точки зрения её вклада в региональное развитие. Рассмотрены природные условия и технические особенности маршрута БСТ по отдельным участкам. Проведена оценка транспортной доступности БСТ с точки зрения железнодорожных, авиационных, автомобильных и морских путей, а также маршрутов общественного транспорта. Проанализировано положение БСТ относительно гостиниц и других коллективных средств размещения туристов, а также предприятий питания. Выявлено, что в зоне тяготения БСТ проживает более 48 тыс. человек. По оценкам, общий турпоток на БСТ за год может достигать около 500 тыс. чел. (человеко-дней), что будет способствовать развитию смежных секторов обслуживания: гостиниц, кемпингов, предприятий питания, турфирм, организующих гидов и экскурсоводов. В целом, реализация проекта БСТ приведет к социально-экономическому развитию региона.

**Ключевые слова:** Большая севастопольская тропа (БСТ), туризм, природные ресурсы, региональное развитие, Севастополь

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ современного состояния туризма в России показывает, что в последние годы эта сфера в целом развивается стабильно и динамично. Данные из Реестра туроператоров показывают увеличение интереса участников рынка к внутреннему туризму. Так, в период с 2010 по 2014 гг. отмечается снижение числа туроператоров по международному туризму, которое достигло 3 раз. Число операторов по международному въездному и выездному туризму с 2011 г. по 2014 г. снизилось на 40%. На фоне снижения операторов международного рынка отмечается рост операторов, специализирующихся на организации внутреннего туризма: рост операторов по внутреннему туризму составил 20%. Необходимо отметить, что максимальные темпы роста зафиксированы в 2013 г., что свидетельствуют о повышении интереса россиян к поездкам внутри страны. В 2014 г. спрос на

внутренние туристские направления вырос на рекордные 30% - до 41,5 млн. чел., а в 2018 г. – на 25%. В настоящее время, подобная межгодовая динамика сохраняется [1].

Внутренний турпоток неравномерно распределен по регионам РФ. Традиционно, лидерами по приему туристов являются Москва, Санкт-Петербург и Краснодарский край. Необходимо отметить популярность Севастополя среди российских туристов. Попадая в Крым, большинство из них организовано или не организовано стремится попасть в Севастополь. Российский турпоток в Севастополь и Крым в целом увеличивается [2]. Так, если за 2014 г. в Республику Крым прибыло 3,8 млн. пассажиров, то за 2015 г. в Крыму отдохнуло 4 млн. 598 тыс. туристов, а в 2018 г. – более 6 млн. что на 30% выше уровня прошлого года.

Таким образом, для удовлетворения потребностей возрастающего спроса необходимо развитие соответствующей запросам туристско-рекреационной инфраструктуры.

Севастополь в административных границах, – Большой Севастополь, вместе с сельской зоной, богат не только историко-культурным наследием (более 2500 лет), которое привлекает большое количество экскурсантов, но и уникальным природным наследием, не менее привлекательным для активных, природоориентированных туристов: научный туризм, краеведческий, спортивный, экстремальный, маршрутный по особо охраняемым природным территориям и другие; пешеходный, велосипедный, дайвинг, парашютный спорт, альпинизм, скалолазание и другие; корпоративный, с друзьями, одиночный, с семьей, пленэрный с эстетическим уклоном, детский, для «серебряного возраста» и другие; циклы – однодневные, учебные, выходного дня, еженедельные, двухнедельные, отпускные.

Одним из вариантов удовлетворения такого многокомпонентного запроса и организацией возрастающего турпотока, является спроектированная и организованная тропиночная сеть по самым интересным и востребованным местам, маршрутам и видовым площадкам Большого Севастополя, для людей, предпочитающих активный природоориентированный отдых, позволяющий ознакомиться с многообразием и эстетикой ландшафтов Юго-Западного Крыма.

Большая севастопольская тропа (БСТ) – это проект призванный стать локомотивом в развитии туристской индустрии Севастополя и, как следствие, способствовать решению социальных и экономических задач региона, увеличению количества рабочих мест и доходов населения, повышению туристской и инвестиционной привлекательности региона, повышению его конкурентоспособности на рынке туруслуг Российской Федерации. Важнейшим аспектом реализации проекта является расширение туристского сезона, привлечение туристов в низкий сезон, а также стимулирование развития депрессивных районов города, - расширение возможностей для сельских жителей, фермеров и земледельцев, привлечение пенсионеров и молодежи, поддержка семейного и малого бизнеса, появление новых рабочих мест и развитие смежных отраслей и услуг, формирование новых брендов.



## БОЛЬШАЯ СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ ТРОПА КАК ПРОЕКТ КОМПЛЕКСНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

---

Цели исследования – анализ проекта Большой севастопольской тропы, как важного фактора регионального развития Севастопольского региона. В настоящее время, под активным туризмом понимаются приключенческие туры с регулируемыми (на выбор) физическими нагрузками в разнообразные, эстетически привлекательные природные или природно-антропогенные ландшафты с целью удовлетворения физических, духовных, эстетических потребностей человека, связанные с его развитием, - через получение новых впечатлений, ощущений, знаний,- неиссякаемым, уникальным источником которых является природная среда.

Наиболее активно в мире развивается экологический туризм, занимающий в доле отраслей экономики отдельных развитых стран от 10 до 20%, для развития которого в России есть все необходимые возможности и предпосылки. В Большом Севастополе также есть все предпосылки для его развития: природные и социально-экономические, которые позволяют региону занять лидирующие позиции в этом направлении среди других регионов.

Вместе с тем, развитие экологического и других направлений активного туризма в Большом Севастополе сталкивается с рядом проблем, среди которых необходимо выделить следующие:

- недостаток турпродуктов на рынке;
- недостаток профессиональных гидов;
- нет четкого определения экологического туризма, что позволяет приравнивать к нему любой отдых на лоне природы. Анализируя спектр предлагаемых услуг, можно сказать, что они не соответствуют критериям экологического туризма;
- отсутствие системы сертификации;
- отсутствие инфраструктуры и удобной навигации в лесной зоне;
- сезонность туристских потоков,
- отсутствие культуры отдыха на природе и другие.

Кроме того, территории перспективные для развития природоориентированных видов туризма одновременно привлекают инвесторов по другим экономическим проектам, которые окупаются значительно быстрее, чем экологический и активный туризм в целом, но, в последствии, как правило, приносят больше затрат на приведение окружающей среды в порядок. Однако, как показывает международный опыт в большинстве стран, в долгосрочной перспективе, экологический и активный туризм является более выгодным для государства и регионов долгосрочным вложением в природный и человеческий капитал, а также в его устойчивое развитие.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Севастопольский регион расположен на Юго-Западе Крымского полуострова, отличающегося природным разнообразием ландшафтов: сочетанием горных лесов, степных равнин и средиземноморского Южного бережья. Его общая площадь составляет 107,96 тыс. га, из них 21,6 тыс. га - акватория бухт и 86,4 тыс. га - территория. Общая протяженность границ - 258 км, из них 152 км – сухопутных и 106 км – морских. Территория города неоднородна в физико-географическом

отношении и делится на две части: юго-западную часть Главной гряды Крымских гор и западную оконечность Южного берега Крыма (ЮБК). Географическое положение обусловило наличие общих черт с природой Предгорья, Главной гряды и ЮБК.

Севастопольский регион расположен в зоне умеренного морского климата. В Предгорье представлен степной приморский тип климата. Над Южным берегом сформировался субсредиземноморский тип климата; для внутренних горных территорий Главной гряды характерны предгорный и горный лесные типы климата. Важов В.И. в границах Севастополя выделил 3 климатических района: Южнобережный, Гераклеяский (предгорный) и Западный (предгорный) [3]. Температура воздуха в январе изменяется от 0°C (с. Орлиное) до +4°C (мыс Херсонес). Среднеиюльская температура воздуха колеблется от +18 °C до +22°C. Среднегодовое количество осадков над территорией Севастополя составляет от 355 мм на берегу Севастопольской бухты до 550 мм в с. Орлиное. Над городом преобладает ветер западных и северо-западных направлений [4].

Поверхностные воды представлены реками, озерами и искусственными водоемами. В регионе расположен бассейн одной из самых многоводных рек Крыма - Черной [5]. Также территорию Севастополя пересекают реки юго-западного Крыма – Бельбек и Кача. Озера региона небольшие по площади, пресные и соленые. Крупнейшим искусственным водоемом является Чернореченское водохранилище, созданное на реке Черная.

По геоботаническому районированию Крыма основная часть территории г. Севастополя входит в округ Горного Крыма, относящегося к Эвксинской провинции Средиземноморской ботанико-географической области. По классификации Н.И.Рубцова территория Большого Севастополя относится к юго-западному приморскому предгорному лесному и лесостепному районам. Основными типами растительности Севастопольского района являются: редколесья *Junipereiaexcelsae* и *Pistacietamuticae*; леса *Pinetapityusae*; леса *Pinetapallasianae*; леса *Pinetakoehianae*; леса *Quercetapubescentis*, *Carpinetaorientalis*, горные луговые осочковые (*Caricetahumilis*) и возникшие на их месте злаковые (*Festucetarupicolae*, *Bromopsidetacappadoccae*) степи, луговые ковыльные степи (*Stipefatirsae*); настоящие ковыльные степи (*Stipetaponticae*), а также сельскохозяйственные земли [6, 7].

Природные условия региона разнообразны и привлекательны для развития природоориентированных видов туризма: экологического, пешеходного, водного, велосипедного и др. С целью развития туризма в городе Севастополе в 2015 г. был разработан проект Большой Севастопольской тропы (БСТ), маршрут которой (около 120 км) проложен по горно-лесной зоне от поселка Любимовка до Балаклавы [8]. Он проходит от устья реки Бельбек, протекает по горам Внутренней и Главной гряды, достигает берега моря в районе Балаклавы и мыса Фиолент (рис. 1).

# БОЛЬШАЯ СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ ТРОПА КАК ПРОЕКТ КОМПЛЕКСНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

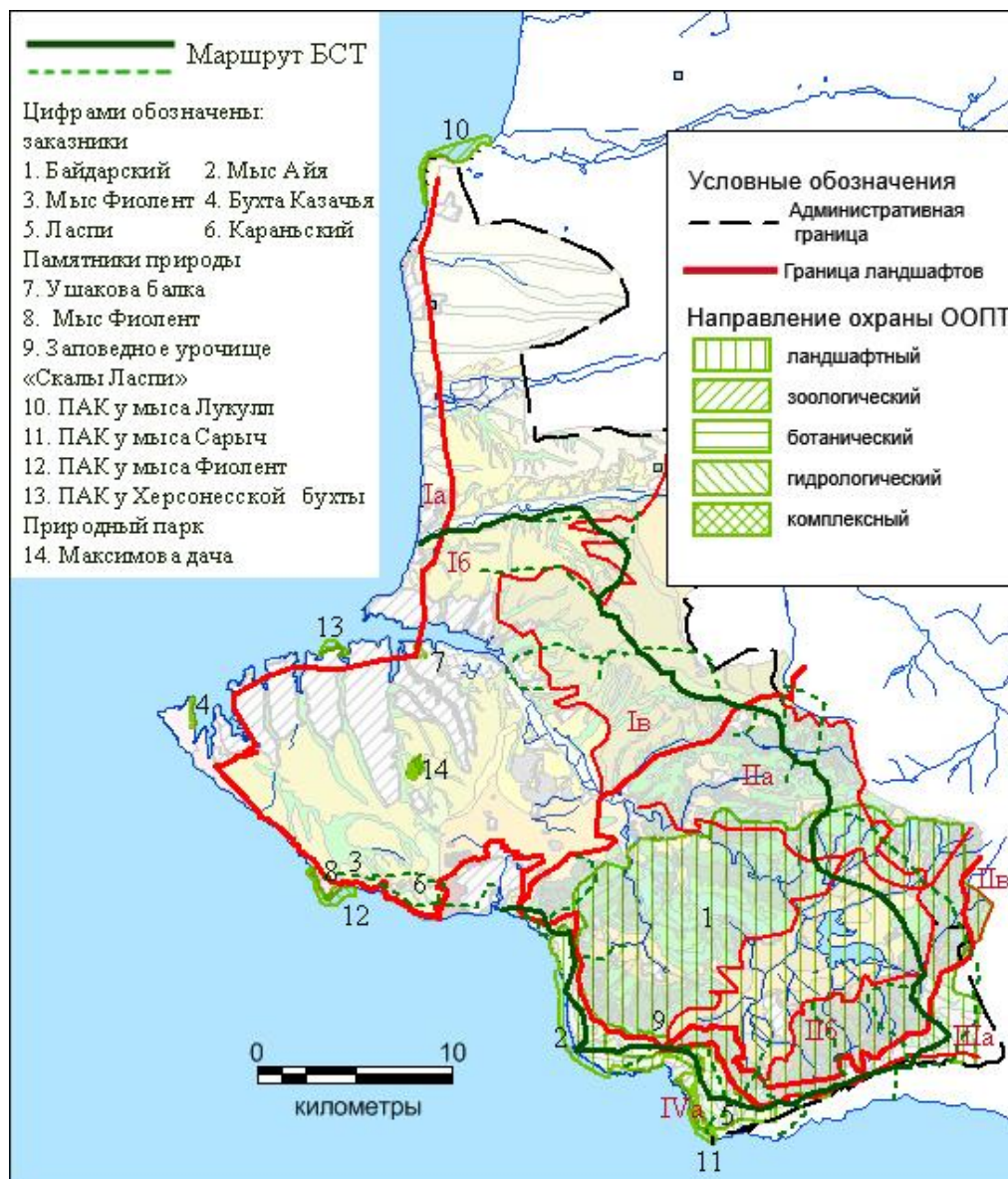


Рис. 1. Маршрут Большой севастопольской тропы.

Маршрут БСТ пересекает все ландшафты Севастополя:

I. Предгорная зона разнотравных степей, шибляковых зарослей, лесостепи и дубовых лесов, I.A. Пояс приморский ингрессионно-бухтовый, абразионно-гравитационный и оползневой, I.B. Пояс шибляково-разнотравных степей и лесостепей на возвышенных аккумулятивных и денудационных равнинах и предгорья, I.B. Пояс дубовых лесов с преобладанием пушистого дуба и шибляковых зарослей на возвышенных расчлененных денудационных равнинах предгорья.

II. Зона широколиственных и сосновых лесов северного макросклона гор: II А. Пояс дубовых и можжевельново-сосновых лесов межгорных котловин и эрозионного низкогорья. II.Б. Пояс дубовых и смешанных широколиственных лесов эрозионного среднегорья.

III. Зона горных лугов и горной лесостепи на закарстованных плато яйлы: III.А. - Пояс лесных и лугово-лесных плато

IV. Зона полусубтропических лесов Южного берега Крыма: IV.А Пояс фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов.

Природные объекты, обладающие привлекательностью для туристов, расположены на особо охраняемых природных территориях Севастополя, через которые проходит маршрут БСТ: природные ландшафтные заказники «Байдарский», «Мыс Айя», «Ласпи», памятник природы «Заповедное урочище «Скалы Ласпи». Дополнительные ветки маршрута проложены, в том числе, на территории природного заказника «Мыс Фиолент» [9].

Маршрут БСТ разделен на отдельные участки, протяженность которых составляет от 11 до 23 км (табл. 1).

Таблица 1.

Протяженность участков БСТ, км [8]

| Любимовка – Горный ключ | Горный ключ – 2-ой каплон | 2 кордон – Гористое | Гористое – Передовое | Передовое – Узунджа | Узунджа – Байдарские ворота | Байдарские ворота – Ласпи | Ласпи – Балаклава |
|-------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|
| 14                      | 11                        | 14                  | 13                   | 13                  | 23                          | 11                        | 18                |

Как видно из таблицы, маршрут тропы охватывает различные по проходимости и физическим нагрузкам участки. Он проложен по районам с разными природными условиями, пересекают природные и историко-культурные достопримечательности. Наиболее сложным является участок от турстоянки Узунджа до перевала Байдарские ворота – его протяженность составляет около 23 км при наборе высоты до 650 м. Необходимо отметить, что прохождение БСТ возможно как со стороны Балаклавы, так и со стороны Любимовки. Также, на БСТ можно попасть в других промежуточных точках, воспользовавшись дополнительными маршрутами.

Оборудование маршрута БСТ предполагает совершенствование имеющейся и создание новой инфраструктуры благоустройства. На маршруте БСТ создается санитарное (туалеты и мусорные баки), информационное (навигационные столбы, навигационные указатели, большие информационные стенды, стенды объектов туристического показа), инженерное (укрепление полотна тропы, родник (каптаж) и архитектурное (дождевые навесы, скамейки) оборудование [10].

Реализация проекта прямым или косвенным образом будет оказывать влияние на прилегающие территории. БСТ расположена в густонаселённом районе Крыма, что определяет зону тяготения маршрута (табл. 2).

# БОЛЬШАЯ СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ ТРОПА КАК ПРОЕКТ КОМПЛЕКСНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Таблица 2.

Положения БСТ относительно населенных пунктов

| Участок тропы                            | Любимовка – Горный ключ                        | Горный ключ – 2-ой кордон | 2 кордон – Гористое | Гористое – Передовое | Передовое – Узунджа       | Узунджа – Байдарские ворота  | Байдарские ворота – Ласпи   | Ласпи – Балаклава                            |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|
| Пересекает                               | Любимовка, Поворотное, Вавилово (ВИР), Дальнее |                           | Терновка            | Передовое            | Передовое Колхозное       | Колхозное                    |                             | Балаклава                                    |
| Примыкает                                | Фруктовое                                      | Камышлы                   |                     |                      | Новобобровское Россосанка | Родниковское                 | Орлиное, Кизиловое, Тыловое | Тыловое                                      |
| Тяготеет (до 10 км)                      | Верхнесадовое                                  | Сахарная Головка          | Ходжа Сала Родное   | Широкое, Озерное     | Богатое ущелье            | Подгорное, Павловка, Орлиное | Форос, Санаторное           | Гончарное. Резервное, Оборонное, Благодарное |
| Численность населения населенных пунктов | 6623 / 744 / 2331                              | 0 / 60 / 4146             | 1843 / 755 / 0      | 643 / 0 / 747        | 649 / 376 / 104           | 44 / 517 / 2590              | 0 / 2723 / 2073             | 21073 / 573 / 817                            |
| Всего                                    | 9698                                           | 4206                      | 2598                | 1390                 | 1129                      | 3151                         | 4796                        | 22463                                        |

Маршрут БСТ пересекает 7 сельских населенных пунктов и заканчивается в урбанизированной зоне города - Балаклаве. Примыкают к маршруту еще 8 сельских населенных пунктов. В зону тяготения маршрута радиусом до 10 км попадают 15 сельских населенных пунктов, причем 4 из них расположены в соседнем субъекте: Бахчисарайском районе и городском округе Ялта Республики Крым. В целом, влияние маршрута будет сказываться на 30 сельских населенных пунктов, что будет способствовать их социально-экономическому развитию. Суммарная численность населения, проживающая в зоне тяготения БСТ, складывается из трех компонентов (рис. 2).

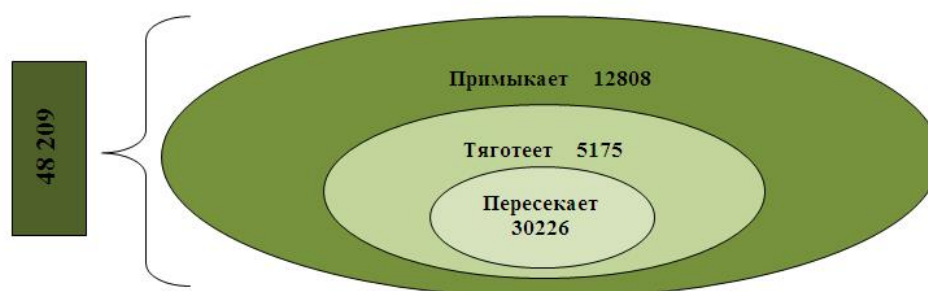


Рис. 2. Численность населения в зоне тяготения БСТ, чел.

Всего территориально с БСТ связаны населенные пункты с общей численностью населения 48209 человек, которые могут являться пользователями тропы, сотрудниками управляющей компании, а также предоставлять услуги приезжающим туристам.

Высокая плотность населенных пунктов в зоне тяготения БСТ определяет её высокую транспортную доступность [10]. Начинается и заканчивается маршрут в пределах населенных пунктов – поселка Любимовка и Балаклавы (Балаклавского района Севастополя). Более того, маршрут БСТ доступен для туристов,двигающихся от остановок общественного транспорта: автобусных, железнодорожных, т.к. он проходит возле муниципальных и межрегиональных маршрутов общественного транспорта. Основными транспортными узлами в регионе являются аэропорт Симферополь, железнодорожный и автовокзалы Севастополя, а также аэропорт Севастополя – Бельбек (табл. 3).

Таблица 3.  
Расстояния от начала БСТ до основных транспортных узлов, км [11]

|                                | поселок Любимовка | Балаклава |
|--------------------------------|-------------------|-----------|
| Аэропорт Симферополь           | 85                | 112       |
| Аэропорт Бельбек (Севастополь) | 5                 | 20        |
| Железнодорожный вокзал         | 35                | 20        |
| Автовокзал                     | 35                | 20        |
| в т.ч. автостанция Северная    | 12                |           |

Наиболее близко к маршруту расположена автостанция Северная – на расстоянии 12 км. От автовокзала и железнодорожного вокзала до тропы необходимо проехать 20 км. Около 85 км необходимо проехать от аэропорта Симферополь до БСТ (рис. 3).

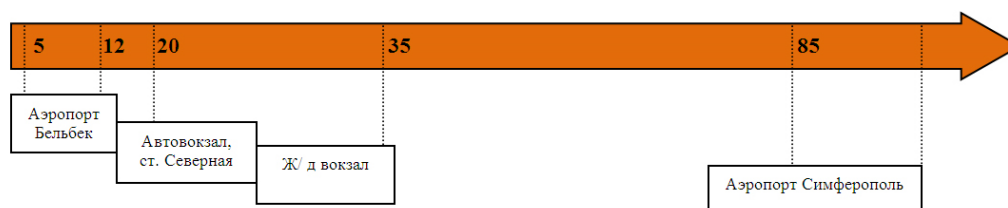


Рис. 3. Расстояние от БСТ до основных транспортных узлов, км.

Наибольшей транспортной доступностью характеризуются первые два участка тропы от пос. Любимовка до туристской стоянки Горный ключ. Здесь расположена трасса Севастополь-Симферополь, по которой проходят более 35 маршрутов общественного транспорта. Здесь же проходит железная дорога, соединяющая Севастополь и Симферополь. Через участок в урочище Ласпи проходит 9 маршрутов общественного транспорта. Для остальных участков БСТ характерна меньшая транспортная доступность [11]. Более того, общественный транспорт вс. Терновка, села Байдарской долины заканчивает ходить в 18-19 часов, что лимитирует турпоток.

Наличие возможности входа на БСТ с маршрутов общественного транспорта и, добравшись на личном автомобиле, формирует неорганизованный турпоток, который должен трансформироваться в частично регулируемый в условиях созданной инфраструктуры и навигации.

Проект БСТ тесно связан с развитием туристской инфраструктуры прилегающих территорий и всего субъекта в целом. Потребители услуг БСТ также являются потенциальными потребителями услуг объектов размещения туристов – гостиниц, туристских баз, кемпингов (палаточных лагерей). Положения БСТ относительно гостиниц и других коллективных средств размещения приведено в таблице 4.

Таблица 4.

Положения БСТ относительно гостиниц и других коллективных средств размещения

| Любимовка – Горный ключ                                                         | Гор-ный ключ | 2 кордон – | Гористое – Передовое                                                                                                                                                                                                                                              | Передовое – Узунджа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Узунджа – Байдарские ворота                                                                                                                                                                                                      | Байдарские ворота – Ласпи | Ласпи – Балаклава |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <p>Любоморье 1500 мест</p> <p>ДОЛ Радость</p> <p>Мини-гостиницы п.Любимовка</p> |              |            | <p><b>Село Передовое</b></p> <p>- хостел «Огород» - 30 мест</p> <p>- ДОЛ «Атлантика» - 280 мест</p> <p><b>Село Озёрное</b></p> <p>- гостиница HotelClubOzernoe – 8 номеров (16мест)</p> <p><b>Село Широкое</b></p> <p>- гостевой дом «Вилла Бланка» - 16 мест</p> | <p><b>Село Орлиное:</b></p> <p>- дом-усадьба семья Радченко – 6 номеров (15 мест)</p> <p>- парк-отель «Байдары» - 19 номеров (50 мест)</p> <p>- гостевой дом «Орлиное» - 8 номеров (16 мест)</p> <p>- усадьба «Белый остров» - 7 номеров (29 мест)</p> <p>- кемпинг «Уют» - 9 номеров (18 мест)</p> <p>- частный дом «На Тенистой» - 30 мест</p> <p>Гостевой дом «Лесотель» - 10 мест</p> <p><b>Село Подгорное</b></p> <p>- комплекс отдыха «Календы» - 12 номеров (27 мест)</p> <p>- уют-отель «Бай-дере» - 12 номеров (24 места)</p> <p>- гостевой дом «Календия» - 5 номеров (10 мест)</p> <p>- мини-гостиница «Приют странника» - 4 номера (12 человек)</p> <p><b>Село Родниковское</b></p> <p>- хостел «Вместе» - 50 мест</p> | <p><b>Село Кизиловое</b></p> <p>- гостевой комплекс «Кизиловое» - 12 номеров (30 мест)</p> <p>- коттедж – 4 номера (10 мест)</p> <p>- коттедж «У Петровича» – 2 этажа (9 мест)</p> <p>- гостевой дом «Уютный домик» - 8 мест</p> | <p>ДОЛ СуперКидс</p>      |                   |



**БОЛЬШАЯ СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ ТРОПА КАК ПРОЕКТ КОМПЛЕКСНОГО  
РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

| Продолжение таблицы 4. |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |
|------------------------|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                        |  |  |  | -база отдыха<br>«Родниковое» - 14<br>номеров (24 места)<br><b>Село Колхозное</b><br>- мини-отель<br>«Узунджа» - 6<br>номеров (16 мест)<br>- ДОЛ «Горный» -<br>248 мест<br><b>Село</b><br><b>Новобобровское</b><br>- гостевой дом<br>«Данира» - 4<br>номера (14 мест) |  |  |

Вдоль БСТ одновременно могут быть размещены около 2000 человек без учета детских оздоровительных лагерей. Детские лагеря (ДОЛ Атлантика, Горный, Радость, СуперКидс), расположенные поблизости к БСТ, могут вместить более 1000 детей. Наибольшей ёмкостью обладают средства размещения вдоль участков Передовое- Узунджа – Байдарские ворота, а также прибрежный гостинично-рекреационный комплекс пос. Любимова.

Во время прохождения по тропе туристы могут организовать привалы. Маршрут БСТ предполагает создание 26 специальных зон для организации привалов для туристов. В дальнейшем зоны привалов могут быть оборудованы в качестве туристских стоянок. Кемпинги, используемые туристами на БСТ, могут быть представлены несколькими классами. Наиболее приемлемыми классами кемпингов с учетом требований охраны окружающей среды являются "аменажные". Аменажные кемпинги (от фр. термина *terrainsaménagé* - благоустроенный ландшафт) - это, как правило, кемпинги и кемпинг-парки в сельской местности, которая уже оборудована централизованными инженерно-техническими коммуникациями на центральных усадьбах. Однако размещение кемпингов на сельскохозяйственных угодьях, особенно на пашне, запрещено, поэтому они могут быть размещены в сельских населенных пунктах (Орлиное, Кизиловое, Передовое, Новобобровское, Родниковское, Тыловое, Россошанка, Гончарное Резервное и др.). Более того, необходимо отметить уже имеющиеся кемпинги, расположенные вблизи БСТ:

- эко-кэмп в с. Колхозное
- Уют в с. Орлиное
- кемпинг у озера Байдарской долины (в районе оз. Муловское).

Таким образом, кемпинги направлены на комфортное размещение туристов, использующих маршрут БСТ.

Дополняют инфраструктуру маршрута предприятия общественного питания, которые расположены в границах населенных пунктов, а также в рамках развития придорожной инфраструктуры (автозаправочные станции, автокафе и др.). В целом, в прилегающих к маршруту районах имеется около 35 заведений питания (табл. 5).

Таблица 5.

Положения БСТ относительно заведений питания

| Любимовка<br>– Горный ключ                              | Горный ключ –<br>2-ой кордон | 2 кордон –<br>Гористое        | Гористое –<br>Передовое                | Передовое<br>– Узунджа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Узунджа –<br>Байдарские<br>ворота | Байдарские<br>ворота – Ласпи                                                                                           | Ласпи –<br>Балаклава                                |
|---------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Любоморье<br>Кафе<br>курортного<br>поселка<br>Любимовка |                              | С. Терновка –<br>«Чебуречная» | По<br>заказу в<br>ДОЛ<br>Атланти<br>ка | <b>Село Орлиное:</b><br>Кафе Орли,<br>Чебуречная, Белый<br>остров, Байдарский<br>дворик<br><b>Село Подгорное</b><br>По заказу в гост.<br>Календа<br><b>Село</b><br><b>Родниковское</b><br>По заказу в<br>пансионате<br>Родниковское<br><b>Село Колхозное</b><br>По заказу в гост.<br>Узунджа<br><b>Село</b><br><b>Новобобровское</b><br>По заказу в гост. |                                   | Ресторан<br>«Шалаш»<br>на пер.<br>Байдарски<br>еворота<br><b>Село</b><br><b>Кизиловое</b><br>– по<br>заказу в<br>гост. | Кафе на<br>пер.<br>Ласпи,<br>кафе<br>Хурма,<br>Алие |
| Не менее<br>20                                          | нет                          | 1                             | 1                                      | Не менее<br>8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   | 2                                                                                                                      | 3                                                   |

Территориальное распределение заведений общественного питания схоже с размещением объектов размещения: максимум в пос. Любимовка и на участках Передовое – Узунджа –Байдарские ворота и отсутствием инфраструктуры на участке Горный ключ – 2-ой кордон.

По экспертным оценкам, по всем участкам БСТ можно организовать туристский поток в размере до 480 тыс. человек (условных единиц «человеко-дней»). Из них примерно 40% - это туристы с ночевкой. Следует отметить, что такой турпоток возможно создать лишь при наличии эффективной системы продвижения и хорошо работающего онлайн-сервиса.

Помимо организации наиболее активных в передвижении туристов, приезжающих отдыхать в город с разными целями, БСТ продолжает развиваться и как площадка для местных туристских объединений школьников и молодежи города, артековцев, горожан. Уже можно отметить такие событийные мероприятия, которые явились удачным опытом продвижения бренда Большая севастопольская тропа в 2018 году, – историко-географические тематические квесты для школьников

и молодежи, семейного отдыха, посвященные средневековым событиям на территории Балаклавы, военно-исторические и патриотические квэсты, посвященные истории Великой Отечественной войны, партизанскому движению в Байдарской долине, Всероссийский фестиваль альпинизма для семейного познавательного отдыха и другие, которые будут развиваться и развивать интерес и привлекать к активному отдыху горожан и гостей города.

Нельзя не отметить еще несколько интересных направлений, получивших развитие и тесно связанных с разработкой и организационными мероприятиями по продвижению идей БСТ, - во-первых, это постоянно расширяющееся волонтерское движение по продвижению тропы, в котором приняли и принимают активное участие студенты Севастопольского госуниверситета, Филиала Московского госуниверситета имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе, городского центра развития туризма и краеведения для школьников и молодежи, Севастопольского детского дома творчества молодежи, колледжей города, и других; второе, - привлечение учительского и преподавательского сообщества к проведению «уроков на природе», учебных занятий и практик на основе опыта полевых учебных практик естественных факультетов университетов, практик учреждений системы дополнительного образования, спортивных и художественных объединений. Этот удачный опыт «учебных занятий и практик на природе» удачно реализует Филиал МГУ в Севастополе и Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова около двадцати лет в Балаклавском районе города и, безусловно, он также используется, как и в развитии, так и продвижении мероприятий БСТ. Уже имеющуюся инфраструктуру БСТ с большим удовольствием используют для семейного воскресного отдыха как горожане, так и их родственники и друзья, посещающие город в «низкий сезон» благодаря красочной навигации и насыщенным информационным аншлагам, приближенным к населенным пунктам. То есть, этот проект можно отнести к саморазвивающимся, доступным, так как он позволяет реализовать и местные инициативы разных городских сообществ.

Таким образом, тропа, с ее разнообразием: природным, историко-культурным, социально-экономическим, позволяет привлечь и удовлетворить интерес разных поколений путешественников и отдыхающих местных граждан разного возраста и интересов: к отечественной истории, биологии, экологии, географии, этнографии, экономике, краеведению, литературе, рисованию, гастрономии, физкультуре, физике, химии, математике, ОБЖ и другим, при условии активной поддержки региональными бизнессообществами, предпринимателями, сельхозпроизводителями, специалистами в области малого гостиничного хозяйства, образовательными организациями и научными организациями, управляющими региональными структурами, которые бы могли насытить проект БСТ интересными и неповторимыми деталями и превратить его из регионального в общенациональный, а активные событийные мероприятия разной направленности развивали бы интерес к неповторимым особенностям природы, человека и хозяйства в нашем регионе и привлекали новых туристов и почитателей Крыма и Севастополя.

## **ВЫВОДЫ**

1. Маршрут БСТ отличается разнообразием природных условий и насыщенностью природными достопримечательностями, особенно на территориях ООПТ.

2. Доказано, что БСТ формирует туристский поток на региональном уровне – в г. Севастополе. По оценкам полная реализация проекта позволит увеличить турпоток на 480 тыс. чел.

3. Определено, что увеличение турпотока будет способствовать привлечению инвестиций в смежные сектора: гостиницы, питание, транспорт, турфирмы и экскурсионные бюро и др. Реализация проекта создания БСТ будет способствовать развитию рынка труда и формированию новых рабочих мест в регионе.

4. Социальная направленность проекта БСТ и общедоступность для местных сообществ, школьников, молодежи, старших поколений будет привлекать интерес и желание развивать и реализовывать региональные природоориентированные проекты и сохранять уникальную природу Крымского полуострова.

5. Проект БСТ, развивая городские сообщества, стимулирует развитие новых для региона Севастополя и регионов России природоориентированных технологий, требующих разработки и реализации особых, слаженных механизмов взаимодействия власти-бизнеса-науки-культуры и образования.

## **Список литературы**

1. Официальный сайт Ростуризма. URL: <https://www.russia-tourism.ru/contents/statistika/statisticheskie-dannye-po-rtf-2018/> (дата обращения 20.09.2018).
2. Город Севастополь в цифрах 2017 г. Симферополь: Крат. стат. сб./Крымстат, 2018. 149 с.
3. Важов В.И. Целебный климат. Симферополь: Таврия, 1983. 96 с.
4. Атлас. Автономная республика Крым. Киев – Симферополь: ТНУ им. В.И.Вернадского, Крымский научн. центр НАН и МОН Украины, Ин-т географии НАН Украины, Ин-т передовых технологий, 2003. 80 с.
5. Олиферов А.Н., Тимченко З.В. Реки и озера Крыма. Симферополь: Доля, 2005. 216 с.
6. Дидух Я.П. Растительный покров горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). К.: Наукова думка, 1992. 256 с.
7. Рубцов Н.И. Растительный мир Крыма: Научно-популярный очерк. Симферополь: Таврия, 1978. 128 с.
8. Большая севастопольская тропа на сайте Правительства Севастополя. URL: <http://sevastopol.gov.ru/city/turizm/tour-list/bolshaya-sevastopolskaya-tropa.php> (дата обращения 25.04.2018).
9. Каширина Е.С. Рекреационный мониторинг маршрута Большой севастопольской тропы // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017: сборник статей по материалам науч.-практ. конференции с межд. участием (11-15 сентября 2017 г.) / под. ред. Ю.А. Омельчук, Н.В. Ляминой, Г.В. Кучерик. СевГУ Севастополь, 2017. С. 601-605.
10. Большая севастопольская тропа. Официальный сайт проекта. URL: <https://bst-sev.ru/> (дата обращения 20.09.2018).
11. Реестр муниципальных маршрутов города федерального значения Севастополя, Реестр смежных межрегиональных маршрутов регулярных перевозок между Республикой Крым и городом федерального значения Севастополем. URL: <https://sevastopol.gov.ru/city/traffic-lines/> (дата обращения 20.06.2018).

## THE GREAT SEVASTOPOL TRAIL AS A PROJECT OF COMPLEX REGIONAL DEVELOPMENT

*Brovtsyna V.S., Kashirina E.S., Prygunova I.L.*

<sup>1</sup>*GAU Center for Tourism Development, Sevastopol, Russian Federation*

*E-mail: crt.sev@mail.ru*

<sup>2</sup>*Branch of M.V. Lomonosov Moscow State University in the city of Sevastopol, Sevastopol,  
Department of natural sciences, Faculty of Geography, Sevastopol, Russia*

*E-mail: e\_katerina.05@mail.ru, irina\_prygunova@mail.ru*

In the paper, the project of active tourism in the city of Sevastopol, the Great Sevastopol Trail (GST), from the point of view of its contribution to regional development, is considered. The natural conditions and technical features of the GST route for individual sections are considered. The route consists of 8 sections with length from 11 to 23 km, starts from the coast and crosses the mountain forest zone.

Transport accessibility of the GST in terms of rail, air, road and sea routes, as well as public transport routes evaluated. The trail passes near municipal and interregional public transport routes. Simferopol airport, Sevastopol railway and bus stations, as well as Sevastopol – Belbek airport are the main transport hubs in the region. The provisions of the GST regarding hotels and other collective accommodation facilities for tourists as well as catering enterprises have been analyzed. It was revealed that in the zone of the GST more than 48 thousand people live.

It is proved that the GST forms a tourist flow at the regional level – in Sevastopol. It is estimated that the total tourist flow on the GST for the year can reach about 500 thousand people (man-days), which will contribute to the development of related services sectors: hotels, campgrounds, food sector, travel agencies, organizing guides and tour guides.

It is determined that the increase in tourist flow will help to attract investment in related sectors: hotels, food, transport, travel agencies and tour agencies, etc. The implementation of the GST project will contribute to the development of the labor market and the formation of new jobs in the region.

The social orientation of the GST project and accessibility for local communities, schoolchildren, youth, older generations will attract interest and desire to develop and implement regional nature-oriented projects and preserve the unique nature of the Crimean Peninsula. The GST project, developing urban communities, stimulates the development of new for the region of Sevastopol and the regions of Russia nature-oriented technologies that require the development and implementation of special, well-coordinated mechanisms of interaction between government-business-science-culture and education. In general, the implementation of the GST project will contribute to the socio-economic development of the region.

**Keywords:** Great Sevastopol Trail (GST), tourism, natural resources, regional development, Sevastopol

## References

1. Oficialnyj sayt Rosturizma (Official website of the Federal tourism Agency). URL: <https://www.russiatourism.ru/contents/statistika/statisticheskie-dannye-po-rf-2018/> (accessed 20.09.2018) (in Russian).
2. Gorod Sevastopol v cifrah 2017 g (The city of Sevastopol in 2017 figures). Simferopol: Krat.stat.sb.Krymstat. 2018. 149 p. (in Russian).
3. Vazhov V.I. Celebnyj klimat (Healing climate.). Simferopol: Tavriya, 1983. 96 p. (in Russian).
4. Atlas Avtonomnaya respublika Krym (Atlas. Autonomous Republic of Crimea). Kiev, Simferopol, TNU im. V.I. Vernadskogo, Krymskij nauchnyj tsentr NAN i MON Ukrainy, In-t geografii NAN Ukrainy, In-t peredovyh tekhnologij. 2003. 80 p. (in Russian).
5. Olinerov A.N., Timchenko Z.V. Reki i ozera Kryma (Rivers and lakes of the Crimea). Simferopol: Dolya, 2005. 216 p.
6. Diduh YA.P. Rastitelnyj pokrov gornogo Kryma: struktura, dinamika, ehvoljuciya i ohrana (Vegetation cover of the Crimean mountains (structure, dynamics, evolution, and protection).). K: Naukovadumka 1992. 256 p. (in Russian).
7. Rubcov N.I. Rastitelnyj mir Kryma Nauchno-populyarnyj ocherk (The flora of the Crimea: the essay). Simferopol: Tavriya 1978. 128 p. (in Russian).
8. Bolshaya sevastopolskaya tropa na sajte Pravitelstva Sevastopolya (Great Sevastopol trail on the website of the government of Sevastopol). URL: <http://sevastopol.gov.ru/city/turizm/tour-list/bolshaya-sevastopolskaya-tropa.php> (accessed 25 04 2018) (in Russian).
9. Kashirina E.S. Rekreacionnyj monitoring marshruta Bolshoj sevastopolskoj tropy (Recreational monitoring of the Great Sevastopol trail route) Ekologicheskaya, promyshlennaya i ehnergeticheskaya bezopasnost – 2017: sbornik statej po materialam nauch. –prakt. konferencii s mezhd. uchastiem 11 15 sentyabrya 2017 g pod red YU.A. Omelchuk, N.V. Lyaminoj, G.V. Kucherik. SevGU, Sevastopol. 2017. pp. 601-605 (in Russian).
10. Bolshaya sevastopolskaya tropa. Oficialnyj sayt proekta (Great Sevastopol trail. Official website of the project). URL: <https://bst-sev.ru/> (accessed 20.09.2018) (in Russian).
11. Reestr municipalnyh marshrutov goroda federalnogo znacheniya Sevastopolya Reestr mezhnyh mezhregionalnyh marshrutov reguljarnyh perevozok mezhd. Respublikoj Krym i gorodom federalnogo znacheniya Sevastopolem (The register of municipal routes of the city of Federal value of Sevastopol, the Register of the adjacent interregional routes of regular traffic between the Republic of Crimea and the city of Federal value Sevastopol). URL: <https://sevastopol.gov.ru/city/traffic-lines/> (accessed 20.06.2018) (in Russian).

УДК 332.135

## ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ТУРИСТСКИХ ТРОП ВО ФРАНЦИИ

*Мельникова Т. Б.*

*ФГБУ ВО «Российский университет имени Г. В. Плеханова», Севастопольский филиал,  
г. Севастополь, Российская Федерация  
E-mail: tmln82@mail.ru*

Охарактеризованы основные типы туристских троп во Франции: большие прогулочные тропы, большие прогулочные тропы региона, а также походные и прогулочные тропы. Изложен механизм управления туристскими тропами, отображены особенности взаимодействия муниципалитетов, общественности и национальных парков по предмету совместного использования пешеходных маршрутов. Исследованы современные подходы к формированию прогулочных троп во Франции на примере территорий Корсики, Прованса, Марселя и Парижа.

**Ключевые слова:** тропа, Франция, туризм.

### ВВЕДЕНИЕ

История взаимоотношений между французским обществом и природой длительная и разносторонняя. Исследователи туризма в лесу Фонтенбло связывают начало использования в девятнадцатом веке природных троп в туристских целях с целым рядом факторов: возникновение картин художников-пейзажистов Барбизона, которые помогли заново оценить природу, появление железной дороги, что способствовало упрощению доступа населения к природным объектам, а также в целом с подъемом промышленной буржуазии. Изначально, природные тропы в лесу Фонтенбло не были связаны с пешим туризмом, они служили для охоты и передвижения на конных экипажах. Переворот в 1840-х годах осуществил Денкур, который разработал систему маркировки в лесу, запрещающую такие передвижения, и выводящую на первый план пешие променады [1, с. 220–223]. Как писал Ф.М. Достоевский французский буржуа середины 19 века чрезвычайно серьезно относился к двум потребностям: «видеть море» и «повалиться на траве» [2, с. 429].

Стоит отметить и о приверженности к длительным путешествиям во французской литературе. В 1877 издана книга Жан-Луи Брюно «Путешествие двух детей вокруг Франции». Книга очень распространена во Франции, выдержала 500 изданий и включена в образовательные программы во французских школах [3]. В этот же период выходят произведения члена Французского географического общества, великого французского писателя Жюль Верна.

На текущий момент, по опросам населения 33% французов практикуют пеший туризм во время отпуска, 39% – совершают пешие прогулки раз в месяц. При этом, 90% – совершают поход или прогулку из-за любви к природе и 57% – с целью поддержания спортивной формы. Средний годовой бюджет одного француза на приобретения экипировки для пешего туризма составляет 153 евро (11 551 руб.) и включает в себя покупку рюкзака, обуви и солнцезащитных очков [4].

Согласно данных Национального географического института Франции на территории Французской Республики действуют 56620 маршрутов (пешеходных, велосипедных, морских, речных, конных, автомобильных, воздушных, зимних видов спорта и по железной дороге) [5].

Подобному широкому распространению пешеходных маршрутов способствовала институализация процесса создания и регистрации прогулочных троп.

## **ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Французская федерация пеших походов**

История прогулочных троп началась в 1936 году, когда была изобретена система сигнализации на тропах, в виде красной и белой линий. В 1947 году образован Национальный комитет больших прогулочных троп. В 1978 году Комитет был преобразован во Французскую федерацию пеших походов (далее – Федерация), которая включает в себя 115 региональных комитетов и 3500 клубов и ассоциаций по всей стране. Миссией Федерации является развитие пешеходных походов во Франции как спортивной практики, содействие сохранению природной среды, а также популяризация зеленого туризма и отдыха на природе. По статистике на членов Федерации приходится 67% всех совершенных пешеходных прогулок во Франции [6].

Реализуя на практике свою миссию, Федерация разработала и произвела маркировку больших прогулочных троп протяженностью 65 тыс. км и походных и прогулочных троп протяженностью 115 тыс. км. Таким образом, существуют три категории троп:

1) Большая прогулочная тропа (GR) – это туристская тропа, предполагающая путешествие в течение нескольких дней или недель. Маршрут может проходить через несколько департаментов Франции.

2) Большая прогулочная тропа региона (GR Pays) – это туристская тропа (обычно кольцевая), предполагающая путешествие по конкретному региону Франции.

3) Походные и прогулочные тропы (PR) – это туристские тропы, предполагающие путешествие во временном интервале до одного дня.

В части охраны окружающей среды Федерация практикует целый комплекс мероприятий. В 1994 году на региональном уровне возникла сеть «Внимание», которая быстро вышла на национальный уровень и в 1998 году получила название Эко-вэй. Региональные комитеты Федерации, организуют экологические часы, предполагающие сбор и обработку мусора, ликвидацию актов вандализма и т.д., обнаруженных посетителями троп. В 2014 году этот подход при поддержке Министерства спорта Франции был распространен на все виды спорта на открытом воздухе.

Кроме того, Федерация в 2015 году разработала единую систему рейтингования пеших маршрутов по уровню сложности [7]. Система построена на трех критериях и



призвана исключить проблемы при прохождении маршрутов, которые создаются по причине того, что издатели гидов, а также собственники Интернет-порталов, предлагающих GPS-треки, используют не всегда корректные подходы к оценке сложности тропы.

Критерий «усилие» предполагает оценку затрат энергии, критерий «техничность» исходит из наличия препятствий на пути и критерий «риск» учитывает вероятность получения травм, например, от падения или скольжения. Внутри каждого критерия предусмотрено пять уровней опасности. Например, маршрут, которому соответствует уровень «усилия» 3, уровень «техничности» 2 и уровень «риска» 4 можно описать как несложная тропа, имеющая препятствия не выше лодыжки, однако с высокой вероятностью получения серьезной травмы ввиду скольжения или падения. Каждый путешественник может загрузить GPS-трек своего маршрута на сайт и узнать рейтинг тропы.

### **Региональный план пешеходных и прогулочных маршрутов. Механизмы управления туристскими тропами**

На данный момент, в результате деятельности Федерации, все пешеходные или прогулочные тропы занесены в Региональный план пешеходных и прогулочных маршрутов (PDIPR) с целью содействия открытию природных объектов и сельских ландшафтов, а также разработке немоторизованных пешеходных троп при соблюдении непрерывности маршрутов и сохранении сельских дорог. Документ администрируется Министерством спорта Франции [8].

Стоит отметить, что наличие такого плана для каждого департамента Франции является обязательным. Помимо пеших прогулок, маршруты также открыты для верховой езды и передвижения на горных велосипедах. Первый план был сформирован в 1996 году. На данный момент в плане насчитывается порядка трехсот GR [9]. Кроме того, план является составной частью Регионального плана пространств и маршрутов (PDESI), который кроме троп включает пространства, пригодные для занятия различными видами спорта на открытом воздухе.

Согласно Экологическому и Урбанистическому кодексам Франции составление PDIPR основывается на консультациях Департамента с муниципалитетами, что позволяет включить в него существующие общественные и частные сельские дороги, а также природные тропы. В целях юридической фиксации позиций заключаются соглашения, которые могут включать отдельные позиции, связанные с расходами на содержание и маркировку таких троп за счет средств департамента [10].

Практическое значение PDIPR состоит в том, что включенные в него тропы и сельские дороги предназначены для прогулок и не могут быть отчуждены без предварительного общественного согласования. Кроме того, если в рамках градостроительного планирования предполагается нарушить внесенную в план тропу, она должна быть замещена новой.

В результате, туристские прогулки на таких тропах расцениваются как фактор экономического развития территории. Безусловно, одним из важнейших вопросов остается совмещение политики по охране окружающей среды с частыми

посещениями природных троп. В лесу Фонтенбло, например, создаются тропы, более устойчивые к эрозии, формируются схемы рассеивания туристского потока, в том числе за счет увеличения числа автостоянок, что способствует отвлечению групп от наиболее чувствительных территорий [1, с. 230].

Французские ученые обращают особое внимание на исследование процессов управления тропами в рамках охраняемых природных территорий. В частности, анализируется управленческий механизм на примере Национального парка Экрен, на территории которого сформировано 700 км природных троп [11]. Национальный парк состоит из двух частей: «сердце парка» (центральная зона), характеризующаяся жестким регулированием, и «территория участия» (периферия), регулирование которой осуществляется на основе Хартии, поддерживаемой муниципальными образованиями. Согласно Хартии, парк отвечает за управление сетью троп в «сердце парка», участвует в разработке и мониторинге PDIPR, оказывает техническую поддержку местным сообществам по проектированию новых маршрутов, проводит обучающие мероприятия, создает инструменты туристского сопровождения троп (интернет-портал) и участвует в издании путеводителей. Со своей стороны, муниципалитеты обязуются содействовать парку в создании и улучшении троп, вносить свой вклад в гармонизацию маркировки и обслуживания маршрутов, проходящих по территории муниципалитетов. В частности, ввиду того, что парк расположен на территории муниципалитетов двух департаментов Франции, маршруты внесены в PDIPR, что способствует расширению финансовой поддержки [12].

На данный момент из почти 700 км троп, в «сердце парка» проходят порядка 500 км и порядка 200 км – по «территории участия», в результате администрация Национального парка Экрен ответственна за обслуживание 463 км троп, муниципалитеты – 68 км, Департамент лесного хозяйства – 145 км [13]. Национальный парк Экрен также пересекают большие прогулочные тропы GR54 и GR50, что позволяет в сотрудничестве с Федерацией выпускать путеводители.

Одним из источников финансирования мероприятий по содержанию троп является налог на развитие чувствительных природных территорий, который взимается при строительстве или реконструкции зданий и сооружений. Ставка налога не превышает 2,2%, а его применение на территории департаментов Франции является добровольным.

### **Туристские тропы и местная культура**

Повсеместное развитие туристских троп во Франции наряду с благоприятным влиянием на подъем заинтересованности к спорту и здоровому образу жизни, вступало в конфронтацию с развитием идентичности территорий, по которым эти маршруты проходили. Отдельными французскими исследователями описывается взаимодействие регионов Корсики и большой прогулочной тропы GR20. Запуск маршрута в 1972 году имел своей главной целью борьбу с опустыниванием сельской местности, что стало результатом формирования нового «туристского» пространства на прибрежных территориях Корсики и исчезновением местных троп. Однако, данный проект оказался искусственно внедренным и не интегрировал

путешественников в местную культуру. Маршрут проходит по наиболее пейзажным пространствам и предназначен для людей с хорошей физической подготовкой. Однако, тропа нарушала исторически сложившуюся философию местных троп, которые проходили по наиболее безопасным пространствам. Таким образом, тропа не способствовала вовлечению территории, по которой она проходила, в общественную жизнь местного населения. Сформировалось новое пространство совсем другой Корсики: «туристской».

В 2000-х годах поменялась концепция отдыха, вместо «солнце, море и песок», возникла потребность «сбежать» от повседневной жизни, воссоединиться с любимыми людьми и восстановить внутренний баланс. Данная тенденция отобразилась и на туристской жизни прибрежных территорий Корсики. Прогулочные тропы вновь стали объектом интереса, но не как спортивный и длительный досуг, а как кратковременное семейное времяпрепровождение. Были сформированы несколько десятков пригородных прогулочных маршрутов на территории нескольких муниципалитетов и объединены в территориальную схему пешеходных троп. Такой подход позволил соединить прибрежные территории и глубь региона, поднять интерес к собственному населенному пункту у местных жителей, выровнять сезонность и точечность туристских прибытий, и главное, акцентировать внимание на корсиканской идентичности [14, с. 7–10].

#### **Новые туристские тропы: единение человека, культуры и пространства**

Выстраивание прогулочных троп между городом, пригородом, сельской местностью и природными объектами имеет широкое распространение на территории Франции. Фактически можно говорить, что туристские тропы формируют взаимосвязь между природой, человеком, культурой и пространством. Как замечают исследователи, среди французского общества становится популярным привязка географических пространств к художественным формам, что проявляется в активном вовлечении представителей сферы искусства к формированию маршрутов и сопровождению пешеходных экскурсий [15, с. 238–239]. Считается, что они позволяют по-новому прочесть пространства и привлечь внимание человека к художественному восприятию территории. Тем самым, прогулочные тропы постепенно выходят за рамки созерцания природы к более глубокому изучению всего окружающего пространства.

Примером такого маршрута является большая прогулочная тропа GR2013, проходящая через территорию регионов Прованс и Марсель и представляющая собой туристский, культурный и артистический проект, приуроченный к ежегодному проекту Европейского Союза «Европейская культурная столица» 2013 года. Маршрут проходит через сельскую местность, городские пейзажи, природные заповедники и промышленные зоны, и является продуктом сотрудничества 38 муниципалитетов, объединения экскурсоводов Марселя, Французской федерации пеших походов. Формированием текстового и смыслового наполнения маршрута занимались представители сферы искусства, в частности художники, фотографы, урбанисты, скульпторы, архитекторы и т.д., а также экскурсоводы. Для поддержания артистического и природного духа тропы шесть раз в год проводятся

разные мероприятия: артистические прогулки, пикники на обзорных точках, инсталляции, выступления, дебаты, спортивные мероприятия.

Во Франции разрабатывается целая серия подобного нового типа троп. В частности, одной из последних является разработка тропы Большого Парижа, протяженность которой составит 600 км, запуск ожидается к 2020 году [17].

Кроме того, по инициативе отдельных представителей французской общественности ведется работа над формированием Большой тропы Франции протяженностью 10 000 км, которая будет пересекать 10 регионов, 51 департамент и 1712 муниципалитетов. Начиная с 2014 года проект является официальным. Главным документом, определяющим сущность проекта и его будущее, являются Хартия Большой тропы Франции и Хартия проживания на Большой тропе Франции. Первая хартия позволяет согласовать прохождение тропы в регионах Франции. В ней прописаны требования к информационным табло, которые размещены вдоль маршрута, в частности на нем отображаются: иллюстрированная карта, точки притяжения маршрута, координаты ответственных за сопровождение маршрута. Вторая хартия разъясняет, каким образом можно стать официальным партнером по предоставлению жилья в рамках проекта, а также уточняет порядок приема гостей и необходимое качество обслуживания. Управление тропой осуществляет Ассоциация Большой тропы Франции, которая проводит постоянный осмотр утвержденных маршрутов, а также изучает и фиксирует новые маршруты. Партнерами проекта, в том числе выступают Министерство по вопросам сотрудничества территорий и отношений с территориальными сообществами, а также Национальный географический институт Франции [18].

## ВЫВОДЫ

По мнению автора, исследование французского опыта формирования и управления туристскими тропами, может оказать значительное влияние на разработку и реализацию прогулочных маршрутов на Крымском полуострове.

Стоит обратить внимание на подход французов к выработке единых принципов учета и измерения уровня сложности маршрутов и троп, а также наличие механизма координации действий муниципалитетов и администраций охраняемых природных территорий. Присутствие тропы в Региональном плане пешеходных и прогулочных маршрутов предоставляет возможности для административного и финансового обеспечения сохранения, восстановления, обслуживания троп. Юридическое закрепление взаимоотношений муниципалитетов и национальных парков по развитию территорий создает базу для практической реализации проектов.

Кроме того, во Франции существуют схожие с Крымом проблемы развития территории, что выражается в превалирующей роли прибрежной зоны над внутренними регионами, необходимости сохранения национальной идентичности на фоне высокой туристской активности. В этой связи использование опыта Корсики с ее подходом к созданию территориальной сети пригородных пешеходных троп совместно с общенациональными пешеходными тропами создаст условия для более сбалансированного развития территории крымского полуострова и повысит интерес местного населения к собственным населенным пунктам.

И, наконец, новаторскими являются проекты последних лет, запущенные совместно с представителями сферы искусства и вовлекающие в пешеходные маршруты разные типы территорий: городские, сельские, пригородные, лесные. Ландшафт Крыма также благоприятствует созданию троп по примеру GR2013, которые позволяют муниципалитетам, проигрывающим на данный момент по уровню «туристкой привлекательности», выявить свои конкурентные преимущества.

### Список литературы

1. Micheline Hotyat. Impact des activites touristiques en foret de Fontainebleau du XIX siecle a nos jours // Bulletin de l'association de geographes francais. 2013. Vol. 90. № 2. pp. 218–231.
2. Достоевский Ф.М. Дядюшкин сон; Село Степанчиково и его обитатели; Скверный анекдот; Зимние записки о летних приключениях. Л.: Лениздат, 1982. 443 с.
3. Le Tour de la France par deux enfants. URL: [https://www.icem-pedagogie-freinet.org/sites/default/files/254\\_Ecole3degR.pdf](https://www.icem-pedagogie-freinet.org/sites/default/files/254_Ecole3degR.pdf) (дата обращения 10.11.2018).
4. Портал Natural Solutions. 2018. URL: <http://www.natural-solutions.eu/blog/valorisation-de-la-randonnee> (дата обращения 10.11.2018).
5. Портал Национального географического института Франции. 2018. URL: <https://ignrando.fr/fr/> (дата обращения 10.11.2018).
6. Портал Французской федерации пеших походов. Раздел «Миссия». 2018. URL: [https://www.ffrandonnee.fr/\\_11/missions.aspx](https://www.ffrandonnee.fr/_11/missions.aspx) (дата обращения 10.11.2018).
7. Портал Французской федерации пеших походов. Раздел «Рейтингование пеших маршрутов по сложности прохождения». 2018. URL: [https://www.ffrandonnee.fr/\\_241/cotation-de-randonnees-pedestres.aspx](https://www.ffrandonnee.fr/_241/cotation-de-randonnees-pedestres.aspx) (дата обращения 10.11.2018).
8. Портал Министерства спорта Франции. Раздел «Действовать». 2018. URL: <http://www.sportsdenature.gouv.fr/publications/outils-mobilisables-pour-perenniser-acces-lieux-de-pratique/pdipr> (дата обращения 10.11.2018).
9. Портал Больших прогулочных троп. 2018. URL: <https://www.mongr.fr/sentier> (дата обращения 10.11.2018).
10. Guide juridique. La législation des chemins de randonnée. 2008. URL: [http://tyrando.free.fr/guidejuridique\\_rando0908.pdf](http://tyrando.free.fr/guidejuridique_rando0908.pdf) (дата обращения 10.11.2018).
11. Mignotte Alexandre. Vers une gestion concertée et participative des reseaux de sentiers et des espaces naturels protégés // Revue de geographie alpine. 2002. Tome 90. № 2. pp. 45–59.
12. Портал Национального парка Экрен. Раздел «Хартия». 2018. URL: <http://www.ecrins-parcnational.fr/les-docs-de-la-charte> (дата обращения 10.11.2018).
13. Портал Национального парка Экрен. Раздел «Тропы». 2018. URL: <http://www.ecrins-parcnational.fr/thematique/sentiers> (дата обращения 10.11.2018).
14. Hélène Melin. La pratique des sentiers periurbains de Balagne (Corse) par les habitants : marcher pour reinventer sa ville // Environnement Urbain. 2015. № 9. pp. 1–21.
15. Claire Le Thomas. Regard d'artistes sur le territoire : Balle perdue, une visite-performance de Dector et Dupuy // Nouvelles perspectives en sciences sociales. 2014. Vol. 10. № 1. pp. 237–281.
16. Портал большой прогулочной тропы GR2013. 2018. URL: <http://www.gr2013.fr/a-propos-2/> (дата обращения 10.11.2018).
17. Портал тропы Большого Парижа. 2018. URL: <https://www.lesentierdugrandparis.com> (дата обращения 10.11.2018).
18. Портал Большой тропы Франции. 2018. URL: <https://www.grandsentierdefrance.org> (дата обращения 10.11.2018).

### **DEVELOPMENT OF TOURIST TRAILS IN FRANCE**

**Melnikova T. B.**

*Plekhanov Russian University of Economics, Sevastopol branch, Sevastopol, Russian Federation*  
*E-mail: tmln82@mail.ru*

The main types of hiking trails in France, in particular, GR trails, GR trails of the region, as well as hiking and walking trails are characterized in the paper. The tourist paths' management mechanism, as well as municipalities, public and national parks interaction feature on the subject of footpaths are outlined. The modern approaches to the formation of walking paths in France are studied on the example of the territories of Corsica, Provence, Marseille and Paris. French experience in the formation and management of tourist paths can make a significant impact on the development and implementation of tourist trails on the Crimean Peninsula.

Special attention is given to the existing common approach of recording and measuring the level of complexity of paths and trails, as well as to the mechanism for coordinating the actions of municipalities and administrations of natural parks. At the moment, all hiking or walking trails are registered in the Regional Plan of the pedestrian and walking trails (PDIPR). The practical significance of the PDIPR is that the included trails and rural roads cannot be alienated without prior public approval. In addition, if, as part of urban planning, it is intended to violate the path, it should be replaced with a new one. As a result, tourist walks on such trails are regarded as a factor in the economic development of the territory. Of course, one of the most important issues is the combination of environmental policy with frequent visits to nature trails. The trail being enrolled to the PDIPR is provided by opportunities for administrative and financial support for its preservation, restoration and maintenance. The legal recognition of relations between municipalities and national parks on the development of territories creates the basis for the practical implementation of projects.

France faces territory development problems similar to the Crimea, that are expressed in the prevailing role of the coastal zone over the internal regions, the need to preserve national identity within the high tourist activity. In this regard, the experience of Corsica with its approach to the creation of a territorial network of suburban walking trails together with national walking trails will create conditions for a more balanced development of the territory of the Crimean Peninsula and increase the interest of the local population to their own localities.

The paper describes the interaction of the regions of Corsica and the GR20 great walking trail. The launch of the project in 1972 had as its main goal the fight against desertification in rural areas, which was the result of the formation of a new «tourist» space in the coastal areas of Corsica and the disappearance of local trails. However, this project turned out to be artificially introduced and did not integrate travelers into the local culture. In the 2000s, the concept of recreation changed, instead of «sun, sea and sand», appeared a need to «escape» from everyday life, reunite with your loved ones and restore internal balance. Dozens of suburban walking trails in the several municipalities were formed and merged into a territorial scheme of hiking trails.

Finally, recent years projects, launched together with the artists and involving different types of territories in pedestrian trails: urban, rural, suburban, forest can be concerned innovative. The binding of geographical spaces to art forms is becoming popular among French society, which is manifested in the active involvement of artists in the formation of trails and accompanying walking tours. It is believed that they make it possible to read

spaces in a new way and draw a person's attention to the artistic perception of the territory. Thus, walking trails gradually go beyond the contemplation of nature to a deeper study of the entire surrounding space.

An example of such a trail is the great walking trail GR2013, which passes through the territory of the Provence and Marseille regions and represents a tourist, cultural and artistic project, timed to coincide with the European Union's 2013 European Cultural Capital project. The route passes through the countryside, cityscapes, nature reserves and industrial zones, and is the product of the cooperation of 38 municipalities, the association of tour guides of Marseille, the French Federation of hiking tours. The landscape of Crimea also allows to create trails following the example of GR2013, which will allow municipalities that are currently losing in terms of «tourist attraction» to reveal their competitive advantages.

**Keywords:** trail, France, tourism

### References

1. Micheline Hotyat. Impact des activites touristiques en foret de Fontainebleau du XIX siecle a nos jours // Bulletin de l'association de geographes francais. 2013. Vol. 90. № 2. pp. 218–231.
2. Dostoevskij F.M. Dyadyushkin son; Selo Stepanchikovo i ego obitateli; Skvernyj anekdot; Zimnie zapiski o letnih priklyuchenyah. – L.: Lenizdat, 1982. 443 p. (in Russian).
3. Le Tour de la France par deux enfants. URL: [https://www.icem-pedagogie-freinet.org/sites/default/files/254\\_Ecole3degR.pdf](https://www.icem-pedagogie-freinet.org/sites/default/files/254_Ecole3degR.pdf) (accessed 10.11.2018).
4. Natural Solutions. 2018. URL: <http://www.natural-solutions.eu/blog/valorisation-de-la-randonnee> (accessed 10.11.2018).
5. Le Portail IGN. 2018. URL: <https://ignrando.fr/fr/> (accessed 10.11.2018).
6. FFRandonnée. Mission. 2018. URL: [https://www.ffrandonnee.fr/\\_11/missions.aspx](https://www.ffrandonnee.fr/_11/missions.aspx) (accessed 10.11.2018).
7. FFRandonnée. Cotation des randonnées pédestres. 2018. URL: [https://www.ffrandonnee.fr/\\_241/cotation-de-randonnees-pedestres.aspx](https://www.ffrandonnee.fr/_241/cotation-de-randonnees-pedestres.aspx) (accessed 10.11.2018).
8. Pôle Ressources National des Sports de Nature. Agir. 2018. URL: <http://www.sportsdenature.gouv.fr/publications/outils-mobilisables-pour-perenniser-acces-lieux-de-pratique/pdipr> (accessed 10.11.2018).
9. MonGR. 2018. URL: <https://www.mongr.fr/sentier> (accessed 10.11.2018).
10. Guide juridique. La législation des chemins de randonnée. 2008. URL: [http://tyrando.free.fr/guidejuridique\\_rando0908.pdf](http://tyrando.free.fr/guidejuridique_rando0908.pdf) (accessed 10.11.2018).
11. Mignotte Alexandre. Vers une gestion concertée et participative des réseaux de sentiers et des espaces naturels protégés // Revue de géographie alpine. 2002. Tome 90. № 2. pp. 45–59.
12. Parc national des Ecrins. Charte. 2018. URL: <http://www.ecrins-parcnational.fr/les-docs-de-la-charte> (accessed 10.11.2018).
13. Parc national des Ecrins. Sentier. 2018. URL: <http://www.ecrins-parcnational.fr/thematique/sentiers> (accessed 10.11.2018).
14. Hélène Melin. La pratique des sentiers périurbains de Balagne (Corse) par les habitants : marcher pour reinventer sa vi(II)e // Environnement Urbain. 2015. № 9. pp. 1–21.
15. Claire Le Thomas. Regard d'artistes sur le territoire: Balle perdue, une visite-performance de Dector et Dupuy // Nouvelles perspectives en sciences sociales. 2014. Vol. 10. № 1. pp. 237–281.
16. GR2013. 2018. URL: <http://www.gr2013.fr/a-propos-2/> (accessed 10.11.2018).
17. Le Sentier Métropole du très Grand Paris. 2018. URL: <https://www.lesentierdugrandparis.com> (accessed 10.11.2018).
18. Grand Sentier de France. 2018. URL: <https://www.grandsentierdefrance.org> (accessed 10.11.2018).

## **ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ РИСКОВ НА РАЗВИТИЕ ТУРИЗМА В КРЫМУ**

*Страчкова Н. В., Ситджемилева Д. В.*

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

*E-mail: natastrachkova@mail.ru*

Раскрыта роль рисков в развитии туристской отрасли Республики Крым. Выделены внутренние и внешний риски развития туризма в регионе на современном этапе. При помощи метода экспертных оценок проведена оценка влияния внутренних и внешних рисков на развитие туристской отрасли в Крыму.

**Ключевые слова:** риск, туристский риск, внутренний риск, внешний риск, метод экспертных оценок

### **ВВЕДЕНИЕ**

В современных исследованиях и хозяйственной практике проблематика риска занимает одно из центральных мест. Каждый вид предпринимательской деятельности развивается в условиях нестабильности экономических, политических и социальных отношений. Туристский рынок всегда функционирует в условиях риска и неопределенности. Это обуславливает необходимость разработки теоретических и методических подходов к определению причин и факторов возникновения риска, что является важным для разработки превентивных мер по своевременному выявлению и устранению, а также преодолению отрицательных последствий, обусловленных реализацией риска. Данная проблема в Республике Крым приобретает особую актуальность в связи с комплексом существующих проблем, прямо или опосредованно представляющих риск функционирования туристской отрасли - нестабильная социально-политическая обстановка в Украине, проблемы международного взаимодействия, торгово-экономические санкции, сложности в решении логистических задач и пр. Все это отражается на реализации инвестиционных проектов в Крыму, а также влияет на уровень туристской активности в регионе, величину и качество въездного туристского потока как основных факторов региональной туристской конкурентоспособности.

В научной литературе важное место отведено исследованию вопросов оценки рисков туристской индустрии как сегмента сферы услуг. Наибольшего внимания заслуживают работы И. Т. Балабанова [1], Д. В. Журавлевой [2], А. О. Овчарова [3], Е. М. Подлобошниковой [4], Е. В. Зобовой, Л. А. Яковлевой, Ю. Ю. Косенковой [5], В. Н. Едроновой [6] и др. Существующие разработки современных ученых направлены на формирование подходов к оценке и регулированию рисков хозяйствующих субъектов. Однако недостаточно разработанной остается методологическая база оценки региональных туристских рисков. В связи с этим разработка методов оценки региональных рисков туристской индустрии своевременна и актуальна.

Целью статьи является оценка внутренних и внешних рисков развития туристской отрасли Крыма на основе метода экспертных оценок.



### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Содержание туристских рисков охватывает всевозможные угрозы в отношении субъектов и объектов туристского рынка региона, распространяющиеся на элементы инфраструктуры, предприятия туристской индустрии и самих туристов и приводящие к материальным и финансовым потерям всех субъектов данного сегмента. Главные специфические черты туристского риска с позиций туристско-рекреационного комплекса как экономической системы – его многоаспектность и мультипликативность – связаны с сопряженностью включаемых в туристскую индустрию отраслей, которые усиливают эффект от туризма благодаря действию механизма мультипликатора, а также дискретным характером всей туристско-рекреационной деятельности, ограниченностью и территориальной неравномерностью рекреационных ресурсов, сезонностью, территориальным разрывом между центрами формирования спроса и предложения на туристско-рекреационные услуги [7].

Республика Крым, являясь одним из ведущих рекреационных районов Российской Федерации, обладает природно-рекреационным и историко-культурным потенциалом, необходимым для успешного устойчивого развития туристско-рекреационной сферы, при этом подвержена влиянию явных и скрытых внутренних и внешних угроз, проявляющихся на трех уровнях – туристского спроса, предпринимательского сектора, туристской отрасли региона в целом. Анализ внутренних и внешних факторов, сдерживающих развитие туристской отрасли, позволил выделить наиболее важные из них (рис. 1).

Оценка региональных туристских рисков в большинстве исследований представляет собой процесс определения степени риска количественным и качественным способом. Главной задачей качественного анализа, помимо выявления возможных видов рисков, является также определение и характеристика причин и факторов, влияющих на уровень данного вида риска, в связи с чем наиболее удачным методическим приемом в данном контексте является метод экспертных оценок.

Для выявления степени влияния внутренних и внешних рисков развития туристской отрасли Крыма была разработана анкета и предложена 15-ти экспертам. В анкете был представлен перечень основных рисков, каждый из которых требовалось оценить по десятибалльной шкале. Результаты экспертной оценки по каждому виду рисков выявили следующие особенности.

Риск геополитических санкций против Крыма. Пакет санкций предусматривает множество запретов и ограничений в сфере экономики, затрагивая также туристические услуги и смежные с туризмом отрасли в виде запрета экспорта новых товаров и технологий, используемых в транспортной, телекоммуникационной и энергетической сферах, а также в сфере международной инвестиционной активности. Введение данных санкций изменили структуру туристского потока, практически сведя к минимуму поток иностранных туристов.



Рис. 1. Ключевые риски развития туристской сферы в Крыму. Составлено авторами.

По данным Крымстата, количество прибывших иностранных туристов в Крым в 2013 г. составило 2, 64 млн. чел., а в 2017 году, уже после введения санкций, лишь более 500 тыс. чел. Большая часть экспертов оценила данный риск как фактор, имеющий довольно высокую степень влияния на туристскую отрасль Крыма, присвоив от 5 до 10 баллов. Средний балл составил 7,73.

**Риск открытия турецких курортов для граждан Российской Федерации.** После конфликта России с Турцией в 2015 году, поток российских туристов в Турцию в 2016 году резко сократился до 483 тыс. чел., часть данного потока была направлена в Крым. После возобновления отношений в Турцией в 2017 г. поток туристов из России составил 3,9 млн. чел., что сделало данный сегмент потерянным для крымского туристского рынка из-за невозможности конкурировать с курортами Турции, в первую очередь по уровню сервиса и наличию системы «все включено». Следует отметить, что эксперты оценили влияние данного риска дифференцировано – от четырех до 10 баллов, объясняя это незначительным приростом туристского потока граждан РФ в Крым по сравнению с падением выездного потока в Турцию. Средний балл составил 7,86.

**Риск возобновления авиасообщения между РФ и Египтом.** Данный риск имеет природу, аналогичную влиянию турецких курортов. Египет как одно из

популярных направлений выездного туристского рынка РФ является конкурентным Крыму направлением с более сильными позициями, и несмотря на внутреннюю нестабильность формирует более 3 млн. туристов ежегодно. Однако экспертами данный риск был оценен как средний со средним баллом 6,2.

**Риск влияния сезонности на развитие туризма в Крыму.** Максимальная интенсивность туристского потока в Крым наблюдается в «высокий сезон» с мая по октябрь, что обуславливает наивысший уровень наполняемости средств размещения – 70-90% при среднем значении показателя около 30%, а в наиболее низкий период туристской активности – 15%. При этом, в отличие от регионов-конкурентов Черноморско-Средиземноморского бассейна, в Крыму вне этого периода характерна низкая туристская активность. Данную проблему обостряет сформировавшийся имидж Крыма как сезонного курорта. По данным Министерства курортов и туризма Республики Крым, при формировании портрета крымского туриста знание о несезонных видах отдыха среди респондентов составило 10-12%, были выделены новогодние туры и туры выходного дня. С круглогодичными туристскими услугами ассоциировалось лишь санаторно-курортное лечение, на что указали более 50% респондентов. В целом проблему сезонности эксперты оценили высоко, средний балл составил 7,8.

**Риск неудовлетворительного состояния материально-технической базы средств размещения.** По данным Министерства курортов и туризма Республики Крым, в 2017 г. насчитывалось 781 туристско-рекреационное учреждение вместимостью 157, 1 тыс. мест, из них 151 учреждение (58,8 тыс. мест) предоставляли санаторно-курортное лечение, 206 учреждений (56,6 тыс. мест) - услуги оздоровительного характера, 424 учреждения (41,7 тыс. мест) – услуги временного размещения. Было открыто 6 новых объектов размещения на 347 номеров, проведена классификация 108 средств размещения емкостью 7102 номера, 160 объектов туристской инфраструктуры обустроены для людей с ограниченными физическими возможностями, функционировало 425 пляжей. При этом более 50% туристского потока в Крым сконцентрировано в частном секторе и при оценке средств размещения отмечается низкий уровень комфортности проживания, ограниченность дополнительных услуг, однообразный рацион питания и пр. Данный риск был оценен со стороны экспертов как высокий, средний балл составил 7,8.

**Риск несоответствия цены и качества туристских услуг.** Обусловлен недостаточным уровнем комфортности средств размещения, а также Данный фактор можно оценить, проводя сравнения крымских курортов с курортами зарубежных стран. Так, отдых (с перелётом из Москвы) категории 4 звезды с системой «всё включено» на 7 дней в Крыму (Алушта) составляет около 100 тыс. рублей, а в отеле с теми же параметрами в Турции – около 60 тыс. рублей. Следует отметить, что данный риск оценен экспертами наивысшим баллом - 8,53.

**Риск неполноценного функционирования банковских учреждений и платежных систем на территории Крыма.** На данный момент, все крупнейшие российские банки, прежде всего, Сбербанк, ВТБ, Газпромбанк, Россельхозбанк, Альфа-банк, функционирующие в международном банковском сегменте, из-за

возможных санкций не работают на территории полуострова, а на территории полуострова действуют лишь два крупных региональных банка – РНКБ и Генбанк. При этом банки Крыма используют систему МИР, действующую по всей территории России, что позволяет снизить влияние данного риска. Средний балл оценки экспертов составил 6,6.

**Риск конкуренции со стороны туристских регионов Южного федерального округа.** Несмотря на популярность курортов Крыма на внутреннем туристском рынке, в последние годы наибольшая доля отечественных туристов приходится на Большой Сочи, при этом рост продаж туров в данный регион растёт за счет снижения интереса к крымским курортам. По данным Аналитического агентства ТурСтат, рейтинг внутреннего туризма возглавил Краснодарский край, включая города-курорты Сочи, Анапа и Геленджик, которые посетило более 16 млн туристов, в то время как Крым посетило всего 5,4 млн человек за аналогичный период времени. Курорты Краснодарского края, в частности, Сочи, является быстроразвивающимся курортом более высокого уровня, опережающий Крым по многим параметрам, таким как цены на отдых и жилье, состояние инфраструктуры, уровень обслуживания, возможность круглогодичного функционирования. При этом инфраструктурное развитие Крыма – строительство трассы «Таврида», открытие Крымского моста, нового терминала аэропорта, - способно не только увеличить въездной поток в Крым, но и вызвать обратный процесс - отток туристов в соседние регионы Южного федерального округа с более конкурентными ценами организации отдыха. Данный риск был оценен как выше среднего, средний балл составил 7,33.

**Риск высокой степени тенизации туристского рынка.** На территории Республики Крым функционируют более 4,5 тыс. домовладений, предоставляющих услуги по временному размещению, и около 14 тыс. зарегистрированных квартиродатчиков (частный сектор в последние годы принимал свыше 60% туристского потока), при этом ключевой проблемой данного сектора является высокий уровень "тенизации" - частные домовладения не подлежат налогообложению, к ним не применяется государственная статистическая отчетность, они тарифицируются как частные домовладения во всех муниципальных службах. Данный риск оценен экспертами как средний, что объясняется растущей популярностью частных гостиниц и гостевых домов среди туристов, легально функционирующих на полуострове. Средний балл составил 5,8.

**Риск растущих цен на авиабилеты из городов Российской Федерации в Крым.** Так, в разгар летнего сезона, в июле 2017 года, средняя цена перелета из российских городов в Симферополь и обратно составляла 16,18 тыс. руб. В августе можно было совершить путешествие в Крым в среднем за 15,2 тыс. руб. Перелет из России в Стамбул в этот же период составил в среднем 11,6 тыс. руб. в разгар высокого сезона. Цена на билет в Сочи и обратно из Москвы - до 9460 рублей. Учитывая в будущем сокращение и отмену программы государственного субсидирования авиаперевозок в Крым, влияние данного риска следует оценить как высокое. Средний балл составил 8,6.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ РИСКОВ НА РАЗВИТИЕ  
ТУРИЗМА В КРЫМУ

Результат ранжирования рисков развития туристской отрасли Крыма по результатам экспертной оценки представлен в табл. 2. и на рис. 3.

Таблица 2.

Уровень влияния внутренних и внешних рисков на развитие туристской  
отрасли Крыма

| Виды рисков | Уровень влияния рисков                                                      |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | высокий<br>(более 8,01 баллов)                                              | выше среднего<br>(6,51 – 8,00 баллов)                                                                                                                                                                          | средний<br>(до 6,50 баллов)                                                                                                                      |
| внешние     | - значительные транспортные издержки в структуре туристского продукта Крыма | - открытие курортов Турции для граждан РФ<br>- геополитические санкции<br>- конкуренция со стороны туристских регионов ЮФО<br>- неполноценное функционирование банков и международных платежных систем в Крыму | - возобновление авиасообщения между РФ и Египтом                                                                                                 |
| внутренние  | - несоответствие цены и качества туристских услуг                           | - неудовлетворительное состояние материально-технической базы средств размещения<br>- высокая степень влияния сезонности<br>- нехватка квалифицированных кадров в туристской отрасли Крыма                     | - высокая степень тенизации туристского рынка Крыма<br>- рост рекреационной нагрузки в Крыму<br>- нехватка ресурсов (воды, электроэнергии и пр.) |

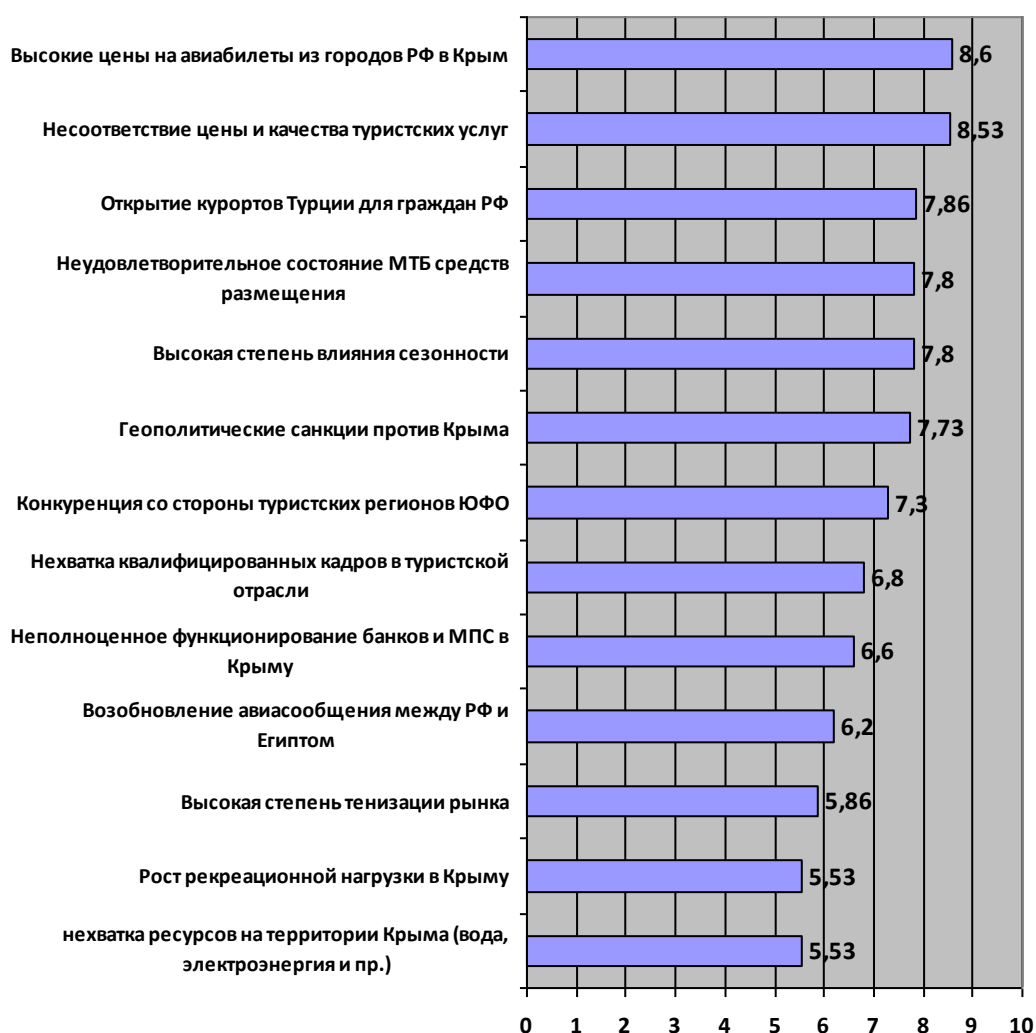


Рис. 3. Степень влияния рисков развития туристской отрасли Крыма по результатам оценки экспертов. Составлено автором.

В целом следует отметить, что туристская отрасль Крыма развивается в условиях высокой степени влияния рисков – средний балл по всем группам рисков составил 6,5 из 10 возможных. При этом степень влияния внешних рисков оказалась несколько выше (средний балл по группе внешних рисков составил 7,39, по группе внутренних рисков – 6,84) что отражает зависимость туристского рынка Крыма от влияния факторов, определяющих уровень спроса, формирующихся за пределами региона.

## ВЫВОДЫ

Учитывая результаты оценки, меры, направленные на снижение рисков, должны идти по пути диверсификации туристского предложения Крыма, решения логистических задач за счет полноценного функционирования Крымского моста с автомобильной и железнодорожной составляющей, модернизации средств размещения, инновационная активность в производстве всех составляющих туристского продукта, а также формирование благоприятного имиджа и продвижения бренда не только Крыма в целом, но и отдельных регионов на национальном и международном туристском рынке.

## Список литературы

1. Балабанов И.Т., Балабанов А.И. Экономика туризма. М.: Финансы и статистика, 2001. 175 с.
2. Журавлева Д.В. Риски в сфере услуг // Турбизнес. 2007. №12. С.10-13.
3. Овчаров А.О. Управление рисками в сфере туристских услуг // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2008. № 2. С.148-160.
4. Подлобошникова Е.М. Управление рисками в туризме // Туризм. 2009. №5. С.47-48.
5. Зобова Е.В., Яковлева Л.А., Косенкова Ю.Ю. Специфика рисков в туризме в Российской Федерации // Социально-экономические явления и процессы. 2017. Т. 12, №5. С. 62-69.
6. Едрнова В. Н., Овчаров А. О. Проблемы развития регионального туризма в контексте влияния экономических рисков. // Региональная экономика: теория и практика. 2008. № 21 (78). С. 92-99.
7. Овчаров А.О. Теоретические подходы к сущности и классификации туристских рисков // Сервис Plus. 2009. №2. С. 65-73.

## ASSESSMENT OF THE DEGREE OF INFLUENCE OF EXTERNAL AND INTERNAL RISKS TO THE DEVELOPMENT OF TOURISM IN CRIMEA

*Strachkova N. V., Sittjemileva D. V.*

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

The tourist market always operates under risk and uncertainty. This necessitates the development of theoretical and methodological approaches to determining the causes and factors of risk, which is important for the development of preventive measures for the timely detection and elimination, as well as to overcome the negative consequences caused by the implementation of the risk. This problem in the Republic of Crimea is of particular relevance in connection with the complex of existing problems directly or indirectly representing the risk of functioning of the tourism industry-unstable socio-political situation in Ukraine, the problems of international cooperation, trade and economic sanctions, difficulties in solving logistics problems, etc. All this affects the implementation of investment projects in the Crimea, as well as the level of tourist activity in the region, the size and quality of the incoming tourist flow as the main factors of regional tourist competitiveness.

The purpose of the article is to assess the internal and external risks of the tourism industry of the Crimea on the basis of the method of expert assessments.

The content of tourist risks covers all kinds of threats against the subjects and objects of the tourist market of the region, extending to the elements of infrastructure, enterprises of the tourist industry and tourists themselves and leading to material and financial losses of all subjects of this segment. The main specific features of the tourist risk from the standpoint of the tourist and recreational complex as an economic system – its multi-aspect and multiplicative-are associated with the conjugation of the industries included in the tourist industry, which enhance the effect of tourism due to the mechanism of the multiplier, as well as the discrete nature of all tourist and recreational activities, the limited and territorial irregularity of recreational resources, seasonality, the territorial gap between the centers of demand and supply for tourist and recreational services.

Republic of Crimea, as one of the leading recreational areas of the Russian Federation, has a natural-recreational and historical-cultural potential, necessary for the successful sustainable development of tourist-recreational sector, while subject to the influence of explicit and implicit internal and external threats, manifested in three levels – a tourism demand, the business sector, the tourism industry of the region as a whole. To identify the degree of influence of internal and external risks of the tourism industry of the Crimea, a questionnaire was developed and offered to 15 experts. The questionnaire provided a list of the main risks, each of which had to be assessed on a ten-point scale.

The analysis of the experts' answers showed that the tourism industry of Crimea is developing in the conditions of a high degree of risk impact – the average score for all groups of risks was 6.5 out of 10 possible. At the same time, the degree of influence of external risks was slightly higher (the average score for the group of external risks was 7.39, for the group of internal risks – 6.84), which reflects the dependence of the tourism market of the Crimea on the influence of factors that determine the level of demand outside the region. Among the most significant experts were noted the risks of significant transport costs in the structure of the tourism product of the Crimea, as well as the risk of discrepancy between the price and quality of the regional tourist offer.

Taking into account the results of the assessment, measures aimed at reducing risks should follow the path of diversification of the tourism offer of the Crimea, solving logistics problems through the full functioning of the Crimean bridge with the road and rail component, modernization of accommodation, innovative activity in the production of all components of the tourist product, as well as the formation of a favorable image and brand promotion not only of the Crimea as a whole, but also of individual regions in the national and international tourism market.

#### **References**

1. Balabanov I.T., Balabanov A.I. *Jekonomika turizma (Economics of tourism)*. M.: Finansy i statistika, 2001. pp. 175 (in Russ.)
2. Zhuravleva D.V. Riski v sfere uslug (Risks in the sphere of services)// *Turbiznes*. 2007. no. 12. pp. 10-13 (in Russ.)
3. Ovcharov A.O. Upravlenie riskami v sfere turistskih uslug (Risk management in tourism services) // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta*. 2008. no. 2. pp. 148-160 (in Russ.)
4. Podloboshnikova E.M. Upravlenie riskami v turizme (Risk management in tourism) // *Turizm*. 2009. no. 5. pp. 47-48 (in Russ.)
5. Zobova E.V., Jakovleva L.A., Kosenkova Ju.Ju. *Specifika riskov v turizme v Rossijskoj Federacii*



- (Specific risks in tourism in the Russian Federation) // Social'no-jekonomicheskie javlenija i processy. 2017. T. 12, no. 5. pp. 62-69 (in Russ.)
6. Edronova V. N., Ovcharov A. O. Problemy razvitija regional'nogo turizma v kontekste vlijanija jekonomicheskikh riskov (Problems of regional tourism development in the context of the impact of economic risks) // Regional'naja jekonomika: teorija i praktika. 2008. no. 21 (78). pp. 92-99 (in Russ.)
  7. Ovcharov A.O. Teoreticheskie podhody k sushhnosti i klassifikacii turistskih riskov (Theoretical approaches to the nature and classification of tourist risks) // Servis Plus. 2009. no. 2. pp. 65-73 (in Russ.)

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО ТУРИЗМА

*Сурнина К. С.*

*Таврическая академия ФГАОУ ВО "Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского", Симферополь, Российская Федерация*

*E-mail: surnina20@mail.ru*

В статье проводится исследование рынка медицинского туризма. Проведена аналитика формирования и развития регионального рынка медицинского туризма. Выявлены характерологические особенности развития региональных рынков медицинского туризма. Предложена комплексная методика оценки формирования и эффективного функционирования регионального рынка медицинского туризма. Предложены рекомендации по совершенствованию и внедрению медицинского туризма в Крыму.

**Ключевые слова:** медицинский туризм, региональный рынок, лечебно-оздоровительный туризм, совершенствование.

### ВВЕДЕНИЕ

Эффективное формирование и развитие регионального рынка медицинского туризма невозможно без комплексного аналитического исследования. Более того исследование должно предусматривать определение методологической оценки формирования и эффективного функционирования регионального рынка медицинского туризма с целью разработки мероприятий, направленных на стимулирование развития данного рынка в регионах Российской Федерации и в том числе в Республике Крым.

В настоящее время, не существует общепринятых методик аналитического исследования уровня развития регионального рынка медицинского туризма. Исследования ученых на современном этапе, неоднозначны в трактовке медицинского туризма и касаются в основном рекреационно-туристского потенциала или отдельно взятых медицинских услуг регионов.

Для разработки комплексной методики оценки формирования и эффективного функционирования регионального рынка медицинского туризма, необходимо рассматривать медицинский туризм как составную часть лечебно-оздоровительного туризма.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для выявления современных особенностей и закономерностей развития рынка медицинского туризма необходимо исследование теоретических аспектов его сущности и обоснования предпосылок формирования регионального рынка медицинского туризма для обеспечения процесса повышения конкурентоспособности туризма Республики Крым и региональной экономики.

Считаем, что, региональный рынок медицинского туризма — это система взаимосвязанных основных и инфраструктурных институтов региона, которые

влияют на его образование и обеспечивают развитие медицинского туризма, как потенциального источника увеличения конкурентоспособности туризма и региональной экономики Крыма.

В соответствии с Законом РК от 14.08.2014 г. № 51 «О туристской деятельности в Республике Крым» под термином «лечебно-оздоровительный туризм» понимается «туризм, организуемый с целью лечения и профилактики заболеваний, оздоровления на основе использования природных лечебных ресурсов, расположенных на территории Республики Крым» [1].

Следует отметить, что кроме тенденций увеличения количества субъектов и объектов инфраструктуры рынка медицинского туризма, большое значение необходимо уделить инструментам государственного регулирования и стимулирования развития этой сферы.

К основным инструментам, которые используются на практике государственной поддержки рынка регионального медицинского туризма, следует отнести:

- административные (сертификация, аккредитация, стандартизация, визовые процедуры);
- законодательно-правовые (нормативно-правовые акты и документы, которые регламентируют деятельность субъектов рынка);
- финансовые (налоговые, кредитные, таможенные, инвестиционные, тарифные обеспечения).

Роль государства в развитии и формировании рынка медицинского туризма неопределима. Во многих странах разработано специальное законодательство по поддержке медицинского туризма. Например, Турция проводит политику субсидирования лечения иностранных туристов, другие государства, такие как Южная Корея берут на себя возмещение страховых рисков по медицинскому обслуживанию иностранцев [2].

При условии отсутствия прямой финансовой поддержки субъектов и инфраструктурных объектов рынка регионального медицинского туризма, государственным структурам в этой сфере необходимо совершать широкомасштабную информационную поддержку. Так, поддержка может проводиться путем формирования четких государственных программ укрепления имиджа региона, создания и продвижения ее туристского бренда с акцентами на уникальность и преимущества медицинского туризма в отдельных регионах страны (как в Германии, Израиле, Индии).

Региональный рынок медицинского туризма является специфическим видом рынка, который граничит между двумя сферами – здравоохранением и туризмом, основными институтами его развития являются, кроме медицинских и санаторно-курортных учреждений, туристские организации. [3].

Анализ расположения учреждений и инфраструктуры санаторно-курортного и оздоровительного характера в Республике Крым позволяет выделить несколько особенностей: - большая доля санаторно-курортных учреждений сконцентрирована в городах Евпатория и Большая Ялта; - доля санаториев, находящихся в государственной собственности Республики Крым, составляет 75 учреждений; -

формирование кластеров в соответствии с Федеральной целевой программой «Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2020 года» позволило реализовать 17 инвестиционных проектов по развитию лечебно-оздоровительного туризма на сумму 11 262 млн. рублей [2].

Рассмотрим данные по численности размещенных лиц в коллективных средствах размещения по цели поездки – лечебные и оздоровительные процедуры. В целом за период 2015 - 2017 гг. динамика данного показателя увеличилась на 231,4 тысяч человек или на 143%. Таким образом, на услуги лечебно-оздоровительного туризма, в том числе и медицинского, спрос увеличивается, и его развитие является актуальным.

Данные таблицы 1 свидетельствуют об увеличении спроса на услуги лечебно-оздоровительного туризма, что подтверждается ростом численности размещенных лиц в коллективных средствах размещения с 2015 по 2017 гг. на 231,4 тысяч человек, что в свою очередь составляет увеличение на 143%.

Таблица 1.

Численность размещенных лиц по принадлежности гражданству и по цели поездки «Лечебные и оздоровительные процедуры» [3,4], тыс. чел.

| Цель поездки «Лечебные и оздоровительные процедуры» | 2015  | 2016  | 2017  | Отклонение               |                   |
|-----------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------|
|                                                     |       |       |       | 2017 – 2015<br>тыс. чел. | 2017 / 2015,<br>% |
| Размещено лиц всего:                                | 161,6 | 338,6 | 393,0 | 231,4                    | 143               |
| в т.ч.                                              |       |       |       |                          |                   |
| - граждан Российской Федерации                      | 145,9 | 327,1 | 380,7 | 324,8                    | 161               |
| - иностранных граждан                               | 15,7  | 11,5  | 12,3  | -3,4                     | -21,7             |

Касательно граждан Российской Федерации, размещенных в коллективных средствах размещения с целью лечения и оздоровления, то динамика положительная и увеличение численности составляет 324,8 тысяч человек по сравнению с 2015 годом или рост на 161%.

Следует учитывать, что в развитых странах интерес к организации и определенной формализации рынка медицинского туризма является чрезвычайно высоким. Эта тенденция может привести впоследствии к созданию соответствующих международных, национальных и региональных структур для координации процесса и разработки общепризнанных подходов в данной сфере для обеспечения, прежде всего, безопасности пациентов и формирования стратегических ориентиров развития рынка [5].

К общепризнанным аккредитационным системам можно отнести:

- Joint Commission International (JCI);
- Trent Accreditation Scheme;
- Australian Council for Healthcare Standards International (ACHSI);
- Canadian Council on Health Services Regulation (CCHSA).

На сегодняшний день наиболее престижным методом оценки качества и

организации медицинского обслуживания на международном уровне, в том числе и в сфере медицинского туризма, считается система JCI, так называемая «золотой стандарт охраны здоровья».

Получение такого стандарта является свидетельством наивысшего качества медицинского обслуживания, безопасности пациентов, применение правильных методов лечения и управления в медицинском учреждении.

Процедура аккредитации занимает несколько лет и является достаточно высокочеловеческой.

После успешного прохождения JCI-аккредитации и получения сертификата через 3 года проводится повторная оценка основных показателей деятельности медицинского учреждения с целью их подтверждения.

Поэтому наличие в медицинском учреждении сертификата JCI-аккредитации, безусловно, свидетельствует о высоком стандарте качества услуг, комфорта и безопасности для пациента.

В общем, аккредитационная система Joint Commission International представлена в более чем в 80 странах мира. Количество аккредитованных медицинских учреждений постоянно увеличивается, и на сегодняшний день составляет 941 медицинское учреждение, в том числе Российская Федерация представлена следующими медицинскими организациями [5]:

- многопрофильная частная клиника ОАО «Медицина», г.Москва;
- детская клиника Фэнтези ООО «Детская клиника», г.Москва;
- стоматологическая клиника Belgravia Dental Studio, г.Москва;
- ГАУЗ Республики Татарстан «Больница скорой медицинской помощи», г.Набережные Челны

Важно, что использование современных коммуникационных технологий значительно уменьшает информационную недостаточность между представителями и потенциальными потребителями медицинских услуг, как на региональном, так и на международном уровне.

Возможность интернет-обмена информацией и дистанционное консультирование позволяют выбирать приоритеты для туристских категорий с различным запросом и финансовыми ресурсами, т.е. структурировать предложение в глобальном масштабе путем «микросегментирования» рынка медицинского туризма.

Конкурентное преимущество современного медицинского туризма заключается в относительно низкой стоимости лечения при высоком качестве и квалификации специалистов.

Ассоциацией медицинского туризма отмечены особенности развития медицинского туризма в Российской Федерации, а именно:

- количество иностранных туристов выросло на 57% в 2016 году, и наблюдается снижение на 20% выездного медицинского туризма;
- заграничный лечебно-оздоровительный туризм в основном представлен в виде СПА-процедур, массажей;
- российский рынок санаториев представляет серьезное медицинское лечение под наблюдением врача, что выгодно отличает от услуг, представленных на

глобальном туристском рынке;

- в основном отрасль медицинского туризма включает в себя следующие направления лечения и профилактики заболеваний: онкология, ортопедия, офтальмология, экстракорпоральное оплодотворение, стоматология.

На сегодняшний день только 4 % граждан России пользуются лечебно-оздоровительными услугами (около 7 млн. человек в год). Реальный объем потребителей санаторно-курортных услуг на сегодня составляет около 14% от населения России или 19-20 млн. человек в год [6,7].

Нами проведен анализ стоимости высокотехнологических медицинских процедур в странах, у которых развит рынок медицинского туризма. В таблице 2 приведен перечень процедур с высоким потребительским спросом.

Таблица 2

Средняя стоимость медицинских процедур в разных странах [5,7,8]

| Процедура                                      | Стоимость, долл. США |
|------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО)</b> |                      |
| Индия                                          | 3000-8000            |
| Польша                                         | 4500                 |
| Турция                                         | 4000-8300            |
| Великобритания                                 | 4000-10000           |
| США                                            | 12500-15000          |
| <b>Стоматология (зубные имплантаты)</b>        |                      |
| Индия                                          | 500-1000             |
| Польша                                         | 550-1000             |
| Турция                                         | 740                  |
| Великобритания                                 | 2200-3000            |
| США                                            | 3000-6500            |
| <b>Полное обследование организма CheckUp</b>   |                      |
| Индия                                          | 350                  |
| Польша                                         | 600                  |
| Турция                                         | 650                  |
| Великобритания                                 | 695                  |
| США                                            | 460                  |

Таким образом, данные таблицы свидетельствуют, что наиболее дорогие процедуры предоставляются в медицинских учреждениях США и Великобритании, так процедура экстракорпорального оплодотворения стоит от 4 000 до 10 000 долларов США в клиниках Англии и от 12 500 до 15 000 долларов в Америке.

Наиболее низкие цены предоставляют пациентам клиники Индии. По этим статистическим данным определяется особенность функционирования рынка медицинского туризма в Индии: доступные цены и предоставление высококачественных медицинских услуг повышают уровень конкурентоспособности медицинского туризма.

Кроме этого, нами был проведен анализ средней стоимости аналогичных высокотехнологических медицинских процедур в разных городах Российской

Федерации, который обобщен в таблице 3.

Таблица 3.

Средняя стоимость медицинских процедур в России [8]

| Процедура                                            | Стоимость,<br>рублей |
|------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО)</b>       |                      |
| Москва                                               | 110000               |
| Сочи                                                 | 93000                |
| Краснодар                                            | 90000                |
| Екатеринбург                                         | 103000               |
| Республика Крым                                      | 100000               |
| <b>Стоматология (зубные имплантаты)</b>              |                      |
| Москва                                               | 30000                |
| Сочи                                                 | 22000                |
| Краснодар                                            | 20000                |
| Екатеринбург                                         | 22000                |
| Республика Крым                                      | 18000                |
| <b>Полное обследование организма CheckUp муж/жен</b> |                      |
| Москва                                               | 28000/30000          |
| Сочи                                                 | 26000/31500          |
| Краснодар                                            | 27000/31600          |
| Екатеринбург                                         | 32500                |
| Республика Крым                                      | 21500                |

Стоит отметить, что средний уровень цен на высокотехнологические медицинские процедуры в Республике Крым ниже анализируемых городов. Таким образом, можно сделать вывод, что Республика Крым имеет конкурентное преимущество на рынке медицинского туризма – доступные цены, качественные медицинские услуги и высококвалифицированный персонал.

В Республике Крым инфраструктурные объекты медицинского туризма, как вида лечебно-оздоровительного туризма, представляют собой функционирующие курортно-туристские комплексы, которые включают в себя пятизвездочный отель, медицинский центр и SPA-услуги, соответствующие международному уровню и, таким образом, формирующие и развивающие такой туризм в регионе [9].

Эффективное формирование и развитие регионального рынка медицинского туризма невозможно без комплексной аналитической методики, с целью разработки мероприятий, направленных на стимулирование развития медицинского туризма в Республике Крым.

Методика оценки формирования и эффективного функционирования регионального рынка медицинского туризма проводится в несколько этапов:

- на первом этапе проводится анализ, и оценка медицинского туризма зарубежных стран в контексте макроэкономического развития;
- на втором этапе анализируется медицинский туризм Российской Федерации в

целом, также определяются ключевые показатели и индикаторы, влияющие на развитие туристской отрасли и ее вклад в ВВП страны;

- на третьем этапе проводится анализ и оценка развития медицинского туризма исследуемого региона, выявляя ключевые факторы развития с учетом мезо- и микросистем социально-экономических показателей рынка медицинского туризма, а также проводится сбор конкурентных преимуществ и предлагаются рекомендации по их внедрению.

## ВЫВОДЫ

Проведенный анализ формирования и развития медицинского туризма, как в зарубежных странах, так и в Российской Федерации, позволил оценить рынок медицинского туризма в Республике Крым и разработать рекомендации по совершенствованию такого вида туризма в исследуемом регионе.

Для этого необходимо повысить уровень инфраструктуры объектов с использованием инновационных технологий, а именно:

- разработать рекламную кампанию по привлечению туристов в медико-санаторные учреждения с целью лечения, оздоровления и профилактики в период межсезонья, тем самым будет устранена причина пиковой нагрузки на такие учреждения в летний период;

- провести анализ ценообразования на приоритетные медицинские услуги, добиваясь оптимизации стоимости, выводя за ее пределы гостиничные и иные дополнительные услуги, которые клиент может потом дополнительно купить при необходимости;

- определить уникальные методики лечения, оздоровления и профилактики по регионам Крыма;

- внедрить систему лечения однодневного пребывания без санаторно-курортной карты с целью увеличения финансовых потоков и повышения конкурентоспособности учреждений медицинского туризма.

## Список литературы

1. О туристской деятельности в Республике Крым / Закон Республики Крым № 51-ЗРК от 14.08.2014 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2014/08/21/krim-zakon51-reg-dok.html>
2. О развитии туристской отрасли Республики Крым в 2016 году. [Электронный ресурс]. URL: [http://mtur.rk.gov.ru/file/o\\_razvitiit\\_turistskoy\\_otrasli\\_respubliki\\_krim\\_v\\_2016\\_godu\\_1.pdf](http://mtur.rk.gov.ru/file/o_razvitiit_turistskoy_otrasli_respubliki_krim_v_2016_godu_1.pdf)
3. Печерица Е.В. Медицинский туризм – новое направление туристской деятельности. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sworld.com.ua/konfer32/70.pdf>
4. Статистические данные туристской отрасли за 2014-2016 годы. [Электронный ресурс]. URL: <http://mtur.rk.gov.ru/rus/info.php?id=608306>
5. Сравнение стоимости лечения по направлениям и странам. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intmedtourism.com/ru/compare-costs>
6. Стоимость лечения. [Электронный ресурс]. URL: [https://medoblako.ru/catalog\\_static/](https://medoblako.ru/catalog_static/)
7. Стоимость лечения. [Электронный ресурс]. URL: <http://dent-luxe.ru/tseny/>
8. Стоимость лечения. [Электронный ресурс]. URL: <http://astra-dent.com/ceny#price-implantaciya>
9. Сурнина К. С., Яновская А. А. Особенности развития регионального рынка медицинского туризма в регионе // Финансовые исследования. 2017. № 3 (56). С. 132-145.



## ANALYTICAL ASSESSMENT OF REGIONAL MEDICAL TOURISM

*Surnina K. S.*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation  
E-mail: surnina20@mail.ru*

Identification of modern features and regularities of development of the market of medical tourism requires a research of theoretical aspects of his essence and justification of prerequisites of formation of the regional market of medical tourism for ensuring process of increase in competitiveness of tourism of the Republic of Crimea and regional economy.

We consider that, the regional market of medical tourism is the system of the interconnected main and infrastructure institutes of the region which influence his education and provide development of medical tourism as potential source of increase in competitiveness of tourism and regional economy of the Crimea.

It is necessary to carry to the main tools which are used in practice of the state support of the market of regional medical tourism:

- administrative (certification, accreditation, standardization, visa procedures);
- legislative and legal (normative legal acts and documents which regulate activity of subjects of the market);
- financial (tax, credit, customs, investment, tariff providing).

The role of the state in development and formation of the market of medical tourism is invaluable. In many countries the special legislation on support of medical tourism is drafted. For example, Turkey pursues policy of subsidizing of treatment of foreign tourists, other states, such as South Korea undertake compensation of insurance risks on medical care of foreigners.

We will consider data on number of the placed persons in collective means of placement on a purpose of visit – medical and improving procedures. In general during 2015 - 2017 dynamics of this indicator has increased by 231,4 thousand people or for 143%. Thus, on services of medical and improving tourism including medical, demand increases, and his development is relevant.

Effective formation and development of the regional market of medical tourism is impossible without complex analytical technique, for the purpose of development of the actions directed to stimulation of development of medical tourism in the Republic of Crimea.

The technique of assessment of formation and effective functioning of the regional market of medical tourism is carried out in several steps:

- at the first stage the analysis and assessment of medical tourism of foreign countries in the context of macroeconomic development is carried out;
- at the second stage medical tourism of the Russian Federation in general is analyzed, the key indicators and indicators influencing development of tourist branch and its contribution to the country gross domestic product are also defined;
- at the third stage the analysis and assessment of development of medical tourism of the explored region is carried out, revealing key factors of development taking into account

meso - and microsystems of socio-economic indexes of the market of medical tourism and also collecting competitive advantages is carried out and recommendations about their introduction are offered.

The carried-out analysis of formation and development of medical tourism, both in foreign countries, and in the Russian Federation, has allowed to estimate the market of medical tourism in the Republic of Crimea and to develop recommendations about improvement of such type of tourism in the explored region.

For this purpose it is necessary to increase the level of infrastructure of objects with use of innovative technologies, namely:

- to develop advertizing campaign on involvement of tourists in medico-sanatorium institutions for the purpose of treatment, improvement and prevention during off-season, the cause of peak load of such institutions during the summer period thereby will be removed;
- to carry out the analysis of pricing on priority medical services, trying to obtain optimization of cost, removing hotel and other additional services which the client can buy in addition then if necessary out of her limits;
- to determine unique techniques of treatment, improvement and prevention by regions of the Crimea;
- to introduce the system of treatment of one-day stay without medical record for the purpose of increase in financial flows and increase in competitiveness of institutions of medical tourism.

**Keywords:** medical tourism, regional market, medical and improving tourism, improvement.

#### References

1. O turistskoj dejatel'nosti v Respublike Krym. (About tourist activity in the Republic of Crimea). [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://rg.ru/2014/08/21/krim-zakon51-reg-dok.html> (in Russia)
2. O razvitii turistskoj otrasli Respubliki Krym v 2016 godu. (About development of the tourist industry of the Republic of Crimea in 2016). [Jelektronnyj resurs]. URL: [http://mtur.rk.gov.ru/file/o\\_razvitii\\_turistskoy\\_otrasli\\_respubliki\\_krim\\_v\\_2016\\_godu\\_1.pdf](http://mtur.rk.gov.ru/file/o_razvitii_turistskoy_otrasli_respubliki_krim_v_2016_godu_1.pdf) (in Russia)
3. Pecherica E.V. Medicinskij turizm – novoe napravlenie turistskoj dejatel'nosti. (Medical tourism – the new direction of tourist activity). [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.sworld.com.ua/konfer32/70.pdf> (in Russia)
4. Statisticheskie dannye turistskoj otrasli za 2014-2016 gody. (Statistical data of the tourist industry for 2014-2016). [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://mtur.rk.gov.ru/rus/info.php?id=608306> (in Russia)
5. Sravnenie stoimosti lechenija po napravlenijam i stranam. (Comparison of cost of treatment in the directions and the countries). [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.intmedtourism.com/ru/compare-costs> (in Russia)
6. Stoimost' lechenija. (Treatment cost). [Jelektronnyj resurs]. URL: [https://medoblako.ru/catalog\\_static/](https://medoblako.ru/catalog_static/)
7. Stoimost' lechenija. (Treatment cost). [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://dent-luxe.ru/tseny/>
8. Stoimost' lechenija. (Treatment cost). [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://astra-dent.com/ceny#price-implantaciya> (in Russia)
9. Surnina K. S., Janovskaja A. A. Osobennosti razvitija regional'nogo rynka medicinskogo turizma v regione. (Features of development of the regional market of medical tourism in the region). // Finansovye issledovanija. 2017. № 3 (56). pp. 132-145 (in Russia)

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОРСКИХ ПОРТОВ АЗОВО-  
ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В  
КОНТЕКСТЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ МАРШРУТОВ МЕЖДУНАРОДНЫХ  
ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ**

*Филобок А. А., Турлучев А. П.*

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация.*

*Email: turluchev.a.p@gmail.com*

В статье дается анализ пространственного расположения морских портов Азово-Черноморского бассейна Российской Федерации относительно стержневых направлений международных транспортных коридоров России. Анализ погрузочно – разгрузочной деятельности и пропускной способности грузовых терминалов морских портов Азово-Черноморского бассейна Российской Федерации показал, что по состоянию на 2017 г. реализовано 73,7% мощности грузовых терминалов бассейна. На основании полученных данных и карты плотности маршрутов морского транспорта определены основные направления морского трафика, а также возможность диверсификации маршрутов международных транспортных коридоров России посредством организации транспортного коридора через морские порты Азово-Черноморского бассейна России, Румынии и Болгарии с выходом к панъевропейским транспортным коридорам № 4, 7, 8.

**Ключевые слова:** Экономическая география, международный транспортный коридор, морские порты, диверсификация маршрутов.

**ВВЕДЕНИЕ**

Российская Федерация, являясь Евразийским государством, в силу геоэкономических и геополитических особенностей, имеет нереализованный потенциал транспортировки транзитных грузов между Европой и странами Юго-Восточной Азии. Соединение международных транспортных коридоров, проходящих по территории России со странами Европы реализовано преимущественно авто- и железнодорожным транспортом. Увеличение грузооборота между Европой и Азией на фоне напряженных политических отношений России с Украиной и странами Прибалтики, негативно сказывающихся на привлекательности существующих маршрутов, определяет необходимость диверсификации транзитных маршрутов в целях устойчивого развития национальной экономики.

**Цель работы состоит в** определении потенциала развития морских портов Азово-Черноморского бассейна Российской Федерации в системе евроазиатских международных транспортных коридоров.

**Методы исследования:** системный анализ, картографический метод (в т.ч. метод картограмм), эконометрический метод, статистический метод.

Устойчивое развитие страны в значительной степени зависит от уровня развития транспортной системы. Развитию морского транспорта в СССР уделялось пристальное внимание, что обуславливалось более низкой себестоимостью

грузоперевозок относительно перевозок железнодорожным и речным видами транспорта [1]. В новых геоэкономических условиях, приоритетное значение имеет развитие международных транспортных коридоров, посредством которых обеспечивается укрепление мирохозяйственных связей стран и регионов. Международные транспортные коридоры обеспечивают организацию и развитие не только экономического, но и научно-технического сотрудничества, а также стимулируют активное развитие инфраструктуры регионов, по которым они проходят.

Российской Федерацией предприняты меры, направленные на реализацию транзитного потенциала через систему международных транспортных коридоров (далее - МТК), проходящих через территорию страны и связывающих рынки Европы с промышленными регионами Юго-Восточной Азии и Индии.

Система МТК на территории России представлена тремя евроазиатскими коридорами – «Транссиб», «Север-Юг» и «Северный морской путь». Вместе с тем, в состав МТК России включены части Панъевропейских коридоров №1 и №9, а Панъевропейский коридор №2 полностью включен в состав коридора «Транссиб». Также стоит упомянуть коридоры Приморье 1 и Приморье 2 связывающие северо-восточные провинции Китая с портами Азиатско-Тихоокеанского региона, через российские морские порты Приморского края.

Международный транспортный коридор «Северный морской путь» является самым коротким маршрутом из Северной Европы в Юго-Восточную Азию. В настоящее время меры, предпринимаемые правительством Российской Федерации, явно недостаточны для того, чтобы Северный морской путь стал функционирующим круглогодично. Нужны усилия многих стран, заинтересованных в его организации, а также инвестиции в инфраструктуру МТК, самостоятельно обеспечить которые, Россия пока не в состоянии [2].

Международный транспортный коридор «Север-Юг» – мультимодальный маршрут транспортировки пассажиров и грузов, от Санкт-Петербурга до порта Мумбаи (Бомбей). Создан для привлечения транзитных грузопотоков из Индии, Ирана и других стран Персидского залива на российскую территорию (через Каспийское море), и далее в Северную и Западную Европу. Составными частями МТК «Север-Юг» стали международные транспортные коридоры № 9 (Финляндия - Санкт - Петербург - Москва – Киев – Кишинев – Бухарест – Димитровград - Александруполис) и № 2 (Берлин - Варшава - Минск - Москва - Нижний Новгород - Екатеринбург). Стержневым направлением МТК «Север-Юг», в границах территории Российской Федерации является: Бусловская - Санкт-Петербург – Москва – Рязань – Кочетовка – Ртищево – Саратов – Волгоград – Астрахань. Составными частями МТК являются российские морские порты Балтийского бассейна (Санкт-Петербург, Выборг, Высоцк, Усть-Луга) и Каспийского моря (порт Оля, Астрахань, Махачкала) [3].

Международный транспортный коридор «Восток-Запад» является альтернативой традиционному морскому пути из Юго-Восточной Азии вокруг Индии через Суэцкий канал в Европу. Основой МТК «Восток-Запад» является Транссибирская железнодорожная магистраль (далее - Транссиб), которая включена

в проекты Экономической и социальной комиссии для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО) ООН в качестве приоритетного маршрута в сообщении между Европой и Азией [4]. Ключевыми звеньями в структуре МТК «Запад-Восток» на Дальнем Востоке являются морские порты Владивосток, Находка, Восточный, Ванино и Советская Гавань, имеющие выход на Транссиб. В европейской части России в деятельности МТК задействованы морские порты Петербургского транспортного узла.

Несмотря на включение ЭСКАТО ООН Транссибирской магистрали качестве приоритетного маршрута в сообщении между Европой и Азией, Евросоюзом активно финансируется создание и развитие международного евроазиатского транспортного коридора Европа-Кавказ-Азия (далее – ТРАСЕКА), который включает в себя транспортную систему 13 стран-участниц – Азербайджан, Армения, Болгария, Грузия, Иран, Казахстан, Кыргызстан, Молдова, Румыния, Таджикистан, Турция, Украина, Узбекистан [5].

Исходя из тех экономических выгод, которые дает обслуживание международного транзита, многие страны конкурируют за то, чтобы международные транспортные коридоры проходили по их территории. Кроме того, строительство МТК способствует привлечению иностранных капиталов из заинтересованных стран, повышает эффективность обеспечения межрайонных транспортных связей внутри страны, стимулируя развитие национальной экономики [6].

#### **ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ СТЕРЖНЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ МТК НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Анализируя географическое расположение стержневых направлений МТК проходящих по территории Российской Федерации становится очевидным, что морские порты Арктики, Балтики, Дальнего востока и Каспийского моря либо включены в МТК в качестве составной части, либо расположены в непосредственной близости от их стержневых направлений (Рис. 1). И только порты Азово-Черноморского бассейна расположены на значительном удалении от стержневых направлений международных транспортных коридоров, хотя и находятся в зоне тяготения МТК «Север-Юг» [3, 7]



Таблица 1

Объем переработки грузов морскими портами Азовско-Черноморского бассейна Российской Федерации. Составлено автором по [12].

|                                       | 2014      |       | 2015      |       | 2016      |       | 2017      |       |
|---------------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|                                       | тыс. тонн | %     | тыс. тонн | %     | тыс. тонн | %     | тыс. тонн | %     |
| Российская Федерация                  | 623570,1  | 100,0 | 676670,7  | 100,0 | 721935,0  | 100,0 | 786352,3  | 100,0 |
| Республика Крым и г. Севастополь      | 4590,9    | 0,7   | 9555,5    | 1,4   | 11502,8   | 1,6   | 11435,9   | 1,5   |
| Ростовская область                    | 19504,1   | 3,1   | 21582,8   | 3,2   | 21906,6   | 3,0   | 26017,5   | 3,3   |
| Краснодарский край                    | 170532,7  | 27,3  | 201792,8  | 29,8  | 210615,8  | 29,2  | 232235,6  | 29,5  |
| Всего по Азово-Черноморскому бассейну | 194627,8  | 31,2  | 232931,1  | 34,4  | 244025,2  | 33,8  | 269688,9  | 34,3  |

При анализе объемов и структуры (таблица. 1, 2, рис. 2) переработанных грузов в морских портах АЧП за многолетний период, наблюдается возрастающий тренд в совокупном объеме переработки грузов относительно общероссийских показателей. Увеличение совокупного объема переработки составило 3,1 % относительно показателя 2014 г. Вместе с тем, в структуре обработанных грузов, прослеживается тенденция к сокращению разницы долей между сухогрузами и наливными грузами с 21 % в 2014г. до 12,1 % в 2017 г.

Таблица 2

Структура переработки грузов морскими портами Азово-Черноморского бассейна Российской Федерации. Составлено автором по [12].

| год  | сухогрузы  |          | наливные   |          |
|------|------------|----------|------------|----------|
|      | тысяч тонн | объем, % | тысяч тонн | объем, % |
| 2014 | 76888,5    | 39,5%    | 117739,3   | 60,5%    |
| 2015 | 98443,3    | 42,3%    | 134487,8   | 57,7%    |
| 2016 | 105326,8   | 43,2%    | 138698,4   | 56,8%    |
| 2017 | 118535,4   | 44,0%    | 151153,5   | 56,0%    |

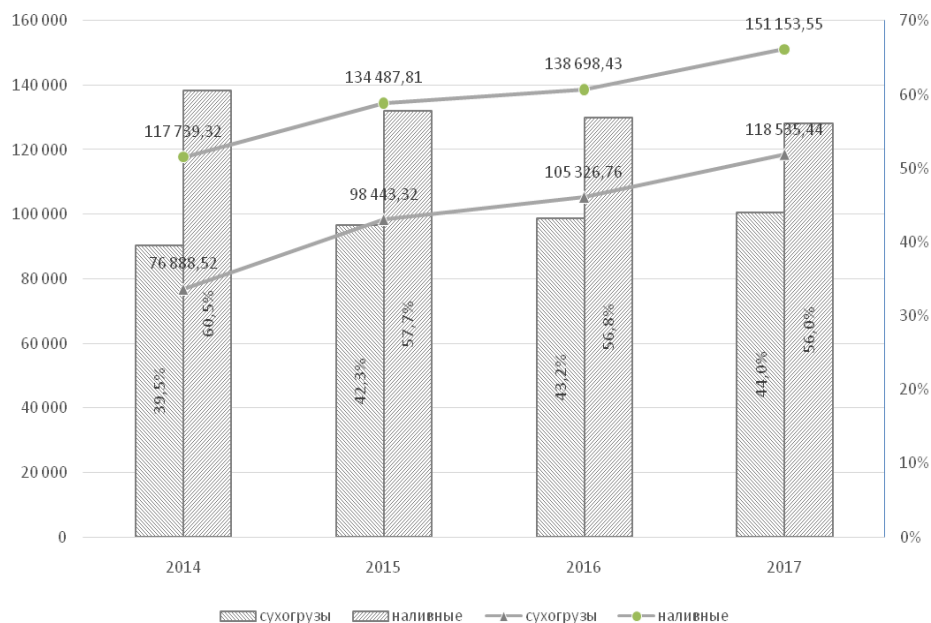


Рис. 2. Динамика объемов и структуры переработанных грузов. Примечание: Составлено автором по [12].

Отдельно стоит отметить, что при сопоставлении совокупных значений объемов переработанных грузов с декларированной пропускной способностью грузовых терминалов портов Азово-Черноморского бассейна становится очевидным, что пропускная мощность грузовых терминалов реализуется не в полном объеме. По состоянию на 2017 г. задействовано всего 73,7 % мощности терминалов.

Примечание: сведения о пропускной способности грузовых терминалов портов Республики Крым и г. Севастополя не опубликованы. Составлено автором по [12, 13].

Основные направления движения судов в пределах Азово-Черноморского бассейна возможно определить по карте плотности проложенных морских маршрутов (рис. 3) [14]. Согласно указанной карте, наиболее плотный трафик морских портов Азово-Черноморского бассейна Российской Федерации приходится на Турецкие порты Трабзон, Самсун, однако максимальная плотность маршрутов приходится в направлении Стамбула (пролив Босфор). Также можно отметить наличие трафика между портами России, Болгарии и Румынии, хотя его плотность значительно меньше, чем на Турецких направлениях.



Таблица 3

Реализация пропускной способности грузовых терминалов портов Азово-Черноморского бассейна, 2017 г.

|                                              | Фактический<br>объем<br>переработки,<br>тыс. тонн | пропускная<br>способность<br>терминалов,<br>тыс. тонн | Нереализованный<br>объем<br>переработки,<br>тыс. тонн | Реализованная<br>мощность,<br>% |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Республика Крым и<br>г. Севастополь          | -                                                 | -                                                     | -                                                     | -                               |
| Ростовская область                           | 26017,5                                           | 35299,1                                               | 9281,6                                                | 73,7%                           |
| Краснодарский край                           | 232235,6                                          | 315173,6                                              | 82938,1                                               | 73,7%                           |
| Всего по Азово-<br>Черноморскому<br>бассейну | 258253,0                                          | 350472,7                                              | 92219,7                                               | 73,7%                           |

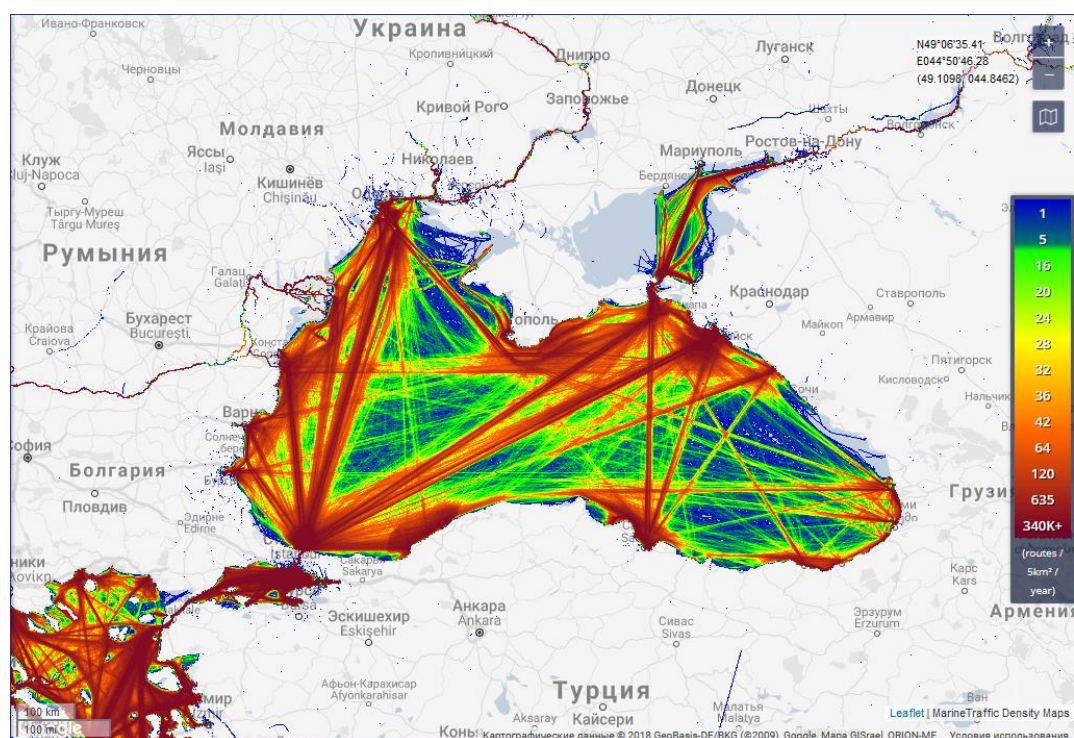


Рис. 3. Плотность маршрутов судов в пределах Азово-Черноморского бассейна [14].

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОРСКИХ ПОРТОВ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАСЕЙНА В КОНТЕКСТЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ МАРШРУТОВ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ РОССИИ**

Исходя из логики существования международных транспортных коридоров, их основной функцией является обеспечение транзитного, а также экспортно-импортного грузопотока. Очевидно, что торговыми партнерами приоритет отдается маршрутам с минимальным количеством пересекаемых стран, с минимальными пограничными и другими сборами, с безопасной политической обстановкой. [6].

Учитывая изложенное, диверсификация маршрутов грузопотоков международных транспортных коридоров, проходящих по территории России, представляется одной из приоритетных задач для реализации как конкурентного преимущества в международной торговле и транзите товаров, так и для целей устойчивого развития национальной экономики. Вместе с тем очевидно, что понятие диверсификации подразумевает увеличение количества маршрутов, соединяющих МТК проходящих по территории страны с транспортными коридорами других государств.

В силу наличия нереализованного потенциала пропускной способности грузовых терминалов портов, развитие маршрутов, связывающих международные транспортные коридоры «Север-Юг» и «Транссиб», через Российские морские порты Азово-Черноморского побережья с панъевропейскими транспортными коридорами № 4, 7, 8, проходящими по территории Румынии и Болгарии [15] представляется весьма перспективным направлением развития региона.

В настоящее время в Азово-Черноморском бассейне реализуется множество инвестиционных проектов, связанных со строительством и модернизацией портовой инфраструктуры. Согласно перечню инвестиционных проектов, реализуемых с участием ФГУП «Росморпорт» [16], к 2020 г. в пределах Азово-Черноморского бассейна планируется завершение строительства объектов, обеспечивающих увеличение проектных мощностей переработки грузов морскими портами, совокупным объемом 79,3 млн. тонн в год, а к 2025 г. – 170,7 млн. тонн в год, что составит 122,6 и 148,7 % относительно показателей 2017 г. К крупнейшим инвестиционным проектам, обеспечивающим возникновение точек роста в регионе, можно отнести строительство сухогрузного района морского порта Тамань (проектная мощность 91,4 млн. тонн в год, завершение первой очереди запланировано в 2020 году, полное развитие – 2020–2025 гг.), строительство терминала навалочных грузов в морском порту Тамань (срок реализации 2017–2020 гг., проектная мощность — 35 млн. тонн в год), строительство зернового терминала в морском порту Тамань (срок реализации проекта – 2017 – 2020 гг., проектная мощность – 14,5 млн. тонн в год), Реконструкция и модернизация объектов портовой инфраструктуры в морском порту Новороссийск (срок реализации – 2017 – 2020 гг., прирост проектной мощности: 10,5 млн. тонн в год.)

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2017 г. № 1596 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы» (далее - Постановление), к 2021 г. предусмотрена реализация ряда проектов таких как:

Развитие объектов инфраструктуры морского порта Кавказ, включающее в себя строительство оградительных сооружений, искусственного земельного участка и причального фронта для перевалки накатных грузов с перспективным грузооборотом до 10 млн. тонн в год, генеральных грузов, контейнеров и наливных грузов.

Строительство перегрузочного комплекса СУГ (0,3 млн. тонн в год) и жидких химических продуктов (0,5 млн. тонн в год) морского порта Темрюк, а также реконструкция объектов его инфраструктуры (до 1 млн. тонн в год).

Строительство специализированных портовых терминалов и объектов инфраструктуры порта Азов, предусматривающего создание терминала по перевалке зерна и генеральных грузов мощностью до 0,7 млн. тонн в год, а также строительство перегрузочного комплекса для перевалки грузов в контейнерах (1 млн. тонн в год).

Создание сухогрузного района морского порта Тамань – глубоководного порта на Таманском полуострове, интегрированного в международный транспортный коридор «Север – Юг», обладающего примерно теми же конкурентными преимуществами, что и порт Новороссийск, и дополняющего имеющиеся в Азово-Черноморском бассейне портовые мощности, а также обеспечивающего транспортное сообщение с территорией Республики Крым.

Также, к 2021 г. Постановлением предусмотрена реализация подпрограммы комплексного развития Новороссийского транспортного узла, подразумевающей создание нового транспортного кластера для обеспечения стабильной работы промышленных предприятий Южного федерального округа, а также уменьшение несоответствия развития портовых мощностей и объектов железнодорожного и автомобильного транспорта.

Вместе с тем, ввод в эксплуатацию в 2018 г. автодорожной части и запланированный на 2019 г. ввод железнодорожной части Крымского моста обеспечивающей интеграцию транспортной инфраструктуры Крымского полуострова и Российской Федерации, способствует увеличению транзитного потенциала региона.

Таким образом, реализация потенциала развития морских портов Азово-Черноморского бассейна Российской Федерации сводится к строительству и развитию новых портовых территорий, комплексам мероприятий, направленных на увеличение пропускной способности ближних и дальних подъездных путей к портам, модернизации существующей инфраструктуры. При позитивном сценарии реализации указанных инвестиционных проектов, планируемое к 2020 г. увеличение ежегодного грузооборота морских портов Азово-Черноморского бассейна составит 79,3 млн тонн в год.

## **ВЫВОДЫ**

Рассматривая роль Морских портов Азово-Черноморского бассейна Российской Федерации в контексте диверсификации маршрутов импорто-экспортных и транзитных грузопотоков возможно утверждать, что они обладают большим

потенциалом развития. Проведенный анализ демонстрирует, что у Российской Федерации существует возможность создания перспективного морского коридора, позволяющего сократить издержки, связанные с количеством стран пересечения при транзите товаров между Европой Юго-Восточной Азией и Индией. Переработка грузов портами Азово-Черноморского бассейна, обеспечивающая более трети совокупного объема переработки морских грузов России, свидетельствует о эффективности механизмов взаимодействия транспорта, перегрузочных комплексов, таможенных и пограничных служб. Однако, наличие у Российских портов нереализованной пропускной мощности грузовых терминалов, в контексте рассматриваемой проблемы, указывает на недостаточное развитие как ближних, так и дальних подъездных путей, что является негативным фактором, сдерживающим увеличение грузопотока. Вместе с тем, реализация Правительством Российской Федерации Программы направлена в том числе, на устранение слабых мест в транспортной инфраструктуре страны. При позитивном сценарии развития морских портов Азово-Черноморского бассейна, к 2020 г. планируемый грузооборот составит 79,3 млн тонн в год. Кроме того, ввод в эксплуатацию Крымского моста также будет способствовать увеличению транзитного потенциала региона.

В настоящее время, международные транспортные коридоры «Севр-Юг» и «Трансиб» интегрированы с Панъевропейскими коридорами № 1, 2, 9. Создание морского транзитного коридора между морскими портами Азово-Черноморского Бассейна России и портами Румынии и Болгарии обеспечит воздействие мультипликативного эффекта, основанного на влиянии международных транспортных коридоров на составляющие национальной безопасности, за счет интеграции Российских МТК с панъевропейскими транспортными коридорами № 4, 7, 8 [17, 18].

В части морских перевозок в пределах Азово-Черноморского бассейна по направлению Восток-Запад единственным конкурентом возможно считать реализуемый Евросоюзом, проект ТРАСЕКА, связывающий морские порты Европы (Румыния, Болгария) и Украины с портами Турции и Грузии (страны, ассоциированные с Евросоюзом). В настоящее время, плотность маршрутов, проложенных между портами указанных государств (рис. 3) свидетельствует о невысоком трафике и как следствие, о низком грузопотоке, что в свою очередь, также создает благоприятные условия для организации рассматриваемого транзитного маршрута.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проведенный анализ показал, что в настоящее время пропускная способность грузовых терминалов морских портов Азово-Черноморского бассейна реализована не в полном объеме. Фактором, сдерживающим реализацию транзитного потенциала региона, является недостаточное развитие подъездных путей к морским портам. В ходе реализации Программы, к 2020 г. запланировано устранение указанного негативного фактора и увеличение пропускной мощности терминалов на 79,3 млн тонн в год относительно показателей 2017 г. Достижение указанных целей

обеспечивается реализацией инвестиционных проектов, предусматривающих строительство и реконструкцию объектов как портовой инфраструктуры, так и создания нового транспортного кластера для обеспечения стабильной работы промышленных предприятий Южного федерального округа.

Создание транзитного коридора между морскими портами Азово-Черноморского Бассейна России и портами Румынии и Болгарии будет способствовать интеграции международных транспортных коридоров проходящих по территории Российской Федерации с панъевропейскими транспортными коридорами № 4, 7, 8, обеспечивая тем самым, как диверсификацию маршрутов МТК, так и минимизацию транспортных затрат, связанных с количеством пересекаемых грузом стран и безопасностью маршрута и как следствие, усилит конкурентное преимущество России в регионе.

На глобальном уровне, при создании коридора произойдет увеличение степени интеграции Российской и мировой транспортных систем, увеличение транспортной активности в Азово-Черноморском бассейне, а также появится возможность диверсификации маршрутов грузопотоков международных транспортных коридоров «Север-Юг» и «Восток-Запад».

На мезо-уровне, развитие морского сообщения между Россией и портами Румынии и Болгарии обеспечит усиление сопряжения международных транспортных потоков с транспортными потоками Российской Федерации, стимулируя развитие транспортной системы страны.

На региональном уровне, создание коридора будет способствовать переключению части грузопотока МТК проходящих по территории России на мощности портов Крымского полуострова, что будет стимулировать интеграцию транспортных систем полуострова с «материковой частью» страны.

#### Список литературы

1. Лаврищев А. Н. Экономическая география СССР. М.: Экономика. 1986. 383 с.
2. Веретенников Н. П., Богачев В. Ф., Ульченко М. В. Северный морской путь: транспорт, экономика, геополитика // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2015. Т. 18. № 3. С. 386 - 392.
3. Международный транспортный коридор «Север – Юг». [Электронный ресурс] / Министерство иностранных дел Российской Федерации URL: [http://www.mid.ru/foreign\\_policy/economic\\_diplomacy/-/asset\\_publisher/VVbc10If1FVU/content/id/2510952](http://www.mid.ru/foreign_policy/economic_diplomacy/-/asset_publisher/VVbc10If1FVU/content/id/2510952) (дата обращения: 17.10.2018).
4. Цыденов А. С. «Восток - Запад»: состояние и перспективы развития международного транспортного коридора. // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2014. № 5. С. 4 – 6.
5. Страны Члены ТРАСЕКА. [Электронный ресурс] / TRACECA ORG. URL: <http://www.traceca-org.org/ru/strany> (дата обращения: 17.10.2018).
6. Пономарева Н. Н. Транссиб как ведущий евро-азиатский Международный транспортный коридор на территории России // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2014. № 4. С. 57 – 65.
7. Давыденко А.А. Российские морские порты как неотъемлемая часть международных транспортных коридоров // Транспортное дело России. 2009. № 9. С. 3 – 4.

8. Александрова Т. Е. Морские порты России: основные этапы развития, проблемы, перспективы // География в школе. 2011. № 7. С. 9-20.
9. Описание отрасли. [Электронный ресурс] / Министерство транспорта Краснодарского края. URL: <https://mt.krasnodar.ru/content/section/272/detail/85/> (дата обращения: 17.10.2018).
10. Водный транспорт. [Электронный ресурс] / Министерство транспорта Ростовской области. URL: <http://mindortrans.donland.ru/Default.aspx?pageid=51802> (дата обращения: 17.10.2018).
11. Порты Черного моря [Электронный ресурс] // Федеральное агентство морского и речного транспорта. URL: [www.morflot.ru/deyatelnost/napravleniya\\_deyatelnosti/portyi\\_rf.html](http://www.morflot.ru/deyatelnost/napravleniya_deyatelnosti/portyi_rf.html) (дата обращения: 17.10.2018).
12. Объем переработки грузов в морских портах [Электронный ресурс] / Единая межведомственная информационно-статистическая система. 2011. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/35036> (дата обращения: 17.10.2018).
13. Распоряжение Росморречфлота: 1) от 5.28.2018 № НЖ-179-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Туапсе в Реестре морских портов Российской Федерации"; 2) от 4.19.2018 № НЖ-122-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Кавказ в Реестре морских портов Российской Федерации"; 3) от 12.11.2017 № НЖ-330-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Анапа в Реестре морских портов Российской Федерации"; 4) от 10.2.2017 № НЖ-253-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Новороссийск в Реестре морских портов Российской Федерации"; 5) от 9.29.2017 № НЖ-248-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Темрюк в Реестре морских портов Российской Федерации"; 6) от 8.8.2017 № НЖ-188-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Азов в Реестре морских портов Российской Федерации"; 7) от 8.8.2017 № НЖ-189-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Ростов-на-Дону в Реестре морских портов Российской Федерации"; 8) от 11.28.2016 № НЖ-283-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Таганрог в Реестре морских портов Российской Федерации"; 9) от 3.17.2015 № АД-75-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Тамань в Реестре морских портов Российской Федерации"; 10) от 10.9.2014 № АД-399-р "О внесении изменений в сведения о морском порте Сочи в Реестре морских портов Российской Федерации"; 11) от 4.24.2014 № АД-162.2-р "О внесении сведений о морском порте Керчь в Реестр морских портов Российской Федерации"; 12) от 4.24.2014 № АД-162.3-р "О внесении сведений о морском порте Севастополь в Реестр морских портов Российской Федерации"; 13) от 4.24.2014 № АД-162.4-р "О внесении сведений о морском порте Феодосия в Реестр морских портов Российской Федерации"; 14) от 4.24.2014 № АД-162.5-р "О внесении сведений о морском порте Евпатория в Реестр морских портов Российской Федерации"; 15) от 11.27.2009 № АД-250-р "О внесении сведений о морском порте Геленджик в Реестр морских портов Российской Федерации"; 16) от 11.27.2009 № АД-251-р (ред. от 08.08.2018) "О внесении сведений о морском порте Ейск в Реестр морских портов Российской Федерации" [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
14. MarineTraffic: Global Ship Tracking Intelligence [Электронный ресурс] / AIS Marine Traffic. 2013. URL: <https://www.marinetraffic.com> (дата обращения: 17.10.2018).
15. PAN-EUROSTAR // Inception Report. URL: [http://ec.europa.eu/ten/transport/documentation/doc/2005\\_11\\_24/\\_report\\_paneurostar.pdf](http://ec.europa.eu/ten/transport/documentation/doc/2005_11_24/_report_paneurostar.pdf). (дата обращения: 17.10.2018).
16. Перечень инвестиционных проектов [Электронный ресурс] // ФГУП Росморпорт. URL: <http://www.rosmorport.ru/investors/innovations/investlist/> (дата обращения: 17.10.2018).
17. Колосовский Н. Н. Экономическое районирование производительных сил в связи с развитием транспортной сети СССР // Вопросы географии. М.: Мысль. 1972.
18. Чижков Ю. В. Международные транспортные коридоры — коммуникационный каркас экономики // Транспорт Российской Федерации. 2015. № 5. С. 9-15.

**PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF SEAPORTS OF THE AZOV-BLACK SEA  
BASIN OF RUSSIAN FEDERATION IN THE CONTEXT OF DIVERSIFICATION  
OF THE ROUTES OF INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS**

***Filibok A.A. Turluchev A.P.***

*Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation  
Email: turluchev.a.p@gmail.com*

The article analyzes the spatial location of seaports of the Azov-black sea basin of the Russian Federation relative to the core directions of international transport corridors passing through the territory of Russia. It is established that the international transport corridors of Russia are connected with pan-European, mainly highways and Railways. At present, the international "North-South" and "Transsib" transport corridors are integrated with pan-European corridors Nos. 1, 2, 9. However, seaports of the Azov-black sea basin are located at a considerable distance from the core directions of transport corridors "North-South" and "East-West".

Currently, the port infrastructure of the Azov-Black Sea basin of the Russian Federation is represented by 9 operating seaports of Krasnodar region, 3 ports of the Rostov region, as well as 4 ports of the Republic of Crimea and the port of the federal Values of Sevastopol, which, as of 2017, provided processing of 29.5, 3.3 and 1.5%, respectively, of all foreign trade and transit cargoes processed by seaports on all territory of Russia.

However, the analysis of indicators of loading and unloading activities, as well as the capacity of cargo terminals of sea ports of the Azov-black sea basin of the Russian Federation. When comparing the aggregate values of the volume of processed goods with the declared capacity of cargo terminals of the ports of the Azov-black sea basin, it was found that the capacity of cargo terminals is not fully realized. As of 2017, only 73.7% of the terminal capacity is involved. Which indicates a lack of development of both near and far access roads, which is a negative factor constraining the increase in freight traffic

Considering the role of seaports of the Azov-Black Sea basin of the Russian Federation in the context of diversification of import-export and transit cargo routes, it is possible to assert that they have a great potential for development. The analysis shows that the Russian Federation has an opportunity to create a prospective sea corridor, which allows reducing the costs associated with the number of countries crossing the transit of goods between Europe South-east Asia and India. Processing of cargoes by ports of Azov-Black Sea basin, providing more than one third of total volume of processing of sea cargoes of Russia, testifies to efficiency of mechanisms of interaction of transport, transshipment complexes, customs and Border Services. However, the presence of unrealized capacity of cargo terminals in the Russian ports, in the context of the problem, indicates a lack of development of both near and far access roads, which is a negative factor, limiting the increase in cargo flow. At the same time, the implementation of the program by the Government of the Russian Federation is aimed at eliminating the weaknesses in the transport infrastructure of the country. With a positive scenario for the development of seaports of the Azov-Black Sea basin, by 2020 the planned turnover will be 79.3 million

tonnes per year. In addition, the commissioning of the Crimean Bridge will also help to increase the transit potential of the region.

Currently, the international transport Corridors "North-South" and "Transsib" are integrated with the pan-European Corridors № 1, 2, 9. The creation of a maritime transit corridor between the sea ports of the Azov-Black Sea basin of Russia and the ports of Romania and Bulgaria will ensure the impact of the multiplier effect based on the impact of international transport corridors on Components of national security, at the expense of integration of the Russian MTK with pan-European Transport Corridors № 4, 7, 8.

The analysis showed that at present the throughput capacity of cargo terminals of sea ports of Azov-Black Sea basin is not fully realized. Insufficient development of access roads to seaports is a factor constraining the realization of the transit potential of the region. In the course of implementation of the program, by 2020 it is planned to eliminate this negative factor and increase the capacity of the terminals by 79.3 million tonnes per year on the indicators of 2017. Achieving these goals is ensured by the implementation Investment projects, which provide for the construction and reconstruction of facilities both port infrastructure and the creation of a new transport cluster to ensure the stable operation of industrial enterprises of the Southern Federal District.

Creation of transit corridor between sea ports of Azov-Black Sea basin of Russia and ports of Romania and Bulgaria will facilitate integration of international transport corridors passing through the territory of the Russian Federation with Pan-European Transport Corridors № 4, 7, 8, thus ensuring both the diversification of the MTK routes and the minimization of the transport costs associated with the number of countries crossed by the cargo and the safety of the route, and as a consequence, will strengthen the competitive advantage Russia in the region.

At the global level, the development of the corridor will increase the degree of integration of the Russian and world transport systems, increase transport activity in the Azov-Black Sea basin, as well as the possibility of diversifying routes Cargo flows of international transport corridors "North-South" and "East-west".

At the meso-level, the development of maritime communication between Russia and the ports of Romania and Bulgaria will strengthen the interface of international transport flows with the transport flows of the Russian Federation, stimulating the development of the country's transport system.

At the regional level, the creation of the corridor will facilitate the switching of freight traffic of MTK passing through the territory of Russia on the capacity of ports of the Crimean Peninsula, which will stimulate the integration of transport systems of the peninsula with "continental Part of the country.

**Keywords:** Economic geography, international transport corridor, seaports, diversification of routes.

## References

2. Lavrishchev A. N. Ekonomicheskaya geografiya SSSR. M.: Ekonomika. 1986. 383 p. (in Russia)
3. Veretennikov N. P., Bogachev V. F., Ul'chenko M. V. Severnyj morskoy put': transport, ekonomika, geopolitika // Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2015. T. 18. № 3. P. 386 - 392. (in Russia)



4. Mezhdunarodnyj transportnyj koridor «Sever – Yug» [elektronnyj resurs] / Ministerstvo inostrannyh del Rossijskoj Federacii / URL: [http://www.mid.ru/foreign\\_policy/economic\\_diplomacy/-/asset\\_publisher/VVbcI0If1FVU/content/id/2510952](http://www.mid.ru/foreign_policy/economic_diplomacy/-/asset_publisher/VVbcI0If1FVU/content/id/2510952) (accessed: 17.10.2018).
5. Cydenov A. S. «Vostok - Zapad»: sostoyanie i perspektivy razvitiya mezhdunarodnogo transportnogo koridora. // Transport Rossijskoj Federacii. Zhurnal o nauke, praktike, ekonomike. 2014. № 5. S. 4 – 6.
6. Strany Chleny TRASEKA [elektronnyj resurs] / TRACECA ORG. URL: <http://www.traceca-org.org/ru/strany> (accessed: 17.10.2018).
7. Ponomareva N. N. Transsib kak vedushchij evro-aziatskij Mezhdunarodnyj transportnyj koridor na territorii Rossii // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2014. № 4. S. 57 – 65.
8. Davydenko A.A. Rossijskie morskije porty kak neot'emlemaya chast' mezhdunarodnyh transportnyh koridorov // Transportnoe delo Rossii. 2009. № 9. P. 3 – 4.
9. Aleksandrova T. E. Morskije porty Rossii: osnovnye etapy razvitiya, problemy, perspektivy // Geografiya v shkole. 2011. № 7. P. 9-20.
10. Opisanie otrasli [elektronnyj resurs] // Ministerstvo transporta Krasnodarskogo kraja. URL: <https://mt.krasnodar.ru/content/section/272/detail/85/> (accessed: 17.10.2018).
11. Vodnyj transport [elektronnyj resurs] // Ministerstvo transporta Rostovskoj oblasti. URL: <http://mindortrans.donland.ru/Default.aspx?pageid=51802> (data obrashcheniya: 17.10.2018).
12. Porty Chernogo morya [elektronnyj resurs] // Federal'noe agentstvo morskogo i rechnogo transporta. URL: [www.morflot.ru/deyatelnost/napravleniya\\_deyatelnosti/portyi\\_rf.html](http://www.morflot.ru/deyatelnost/napravleniya_deyatelnosti/portyi_rf.html) (data obrashcheniya: 17.10.2018).
13. Ob'em pererabotki gruzov v morskikh portah [elektronnyj resurs] / Edinaya mezhvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema. 2011. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/35036> (accessed: 17.10.2018).
14. Rasporyazhenie Rosmorrechflota. : 1) ot 5.28.2018 № NZh-179-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Tuapse v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 2) ot 4.19.2018 № NZh-122-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Kavkaz v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 3) ot 12.11.2017 № NZh-330-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Anapa v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 4) ot 10.2.2017 № NZh-253-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Novorossiysk v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 5) ot 9.29.2017 № NZh-248-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Temryuk v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 6) ot 8.8.2017 № NZh-188-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Azov v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 7) ot 8.8.2017 № NZh-189-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Rostov-na-Donu v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 8) ot 11.28.2016 № NZh-283-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Taganrog v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 9) ot 3.17.2015 № AD-75-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Taman' v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 10) ot 10.9.2014 № AD-399-r \O vnesenii izmenenij v svedeniya o morskome porte Sochi v Reestre morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 11) ot 4.24.2014 № AD-162.2-r \O vnesenii svedenij o morskome porte Kerch' v Reestr morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 12) ot 4.24.2014 № AD-162.3-r \O vnesenii svedenij o morskome porte Sevastopol' v Reestr morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 13) ot 4.24.2014 № AD-162.4-r \O vnesenii svedenij o morskome porte Feodosiya v Reestr morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 14) ot 4.24.2014 № AD-162.5-r \O vnesenii svedenij o morskome porte Evpatoriya v Reestr morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 15) ot 11.27.2009 № AD-250-r \O vnesenii svedenij o morskome porte Gelendzhik v Reestr morskikh portov Rossijskoj Federacii\ ; 16) ot 11.27.2009 № AD-251-r (red. ot 08.08.2018) \O vnesenii svedenij o morskome porte Ejsk v Reestr morskikh portov Rossijskoj Federacii\ [Elektronnyj resurs]. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
15. MarineTraffic: Global Ship Tracking Intelligence [elektronnyj resurs] / AIS Marine Traffic. 2013. URL: <https://www.marinetraffic.com> (accessed: 17.10.2018).

16. PAN-EUROSTAR // Inception Report. URL: [http://ec.europa.eu/ten/transport/documentation/doc/2005\\_11\\_24/\\_report\\_paneurostar.pdf](http://ec.europa.eu/ten/transport/documentation/doc/2005_11_24/_report_paneurostar.pdf). (accessed: 17.10.2018).
17. Perechen' investicionnyh proektov [elektronnyj resurs] // FGUP Rosmorport. URL: <http://www.rosmorport.ru/investors/innovations/investlist/> (accessed: 17.10.2018).
18. Kolosovskij N. N. Ekonomicheskoe rajonirovanie proizvoditel'nyh sil v svyazi s razvitiem transportnoj seti SSSR // Voprosy geografii. M.: Mysl'. 1972.
19. Chizhkov Yu. V. Mezhdunarodnye transportnye koridory — kommunikacionnyj karkas ekonomiki // Transport Rossijskoj Federacii. 2015. № 5. P. 9-15.

## ПОДХОДЫ К ОБОСНОВАНИЮ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ АТЛАСА СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ В КРЫМУ

*Яковенко И. М.*

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

Рассмотрено состояние и тенденции использования атласного картографического моделирования в географических исследованиях социокультурных процессов. Дано обоснование структуры и содержания Атласа социокультурных процессов в Крыму, в т.ч. описаны разделы атласа: «Общая характеристика Республики Крым и г. Севастополь», «Геополитические и социально-политические процессы», «Геодемографические процессы», «Этно-конфессиональные процессы», «Социально-экономические процессы», «Социокультурные процессы».

**Ключевые слова:** *социокультурные процессы, атлас, атласное картографическое моделирование, аналитические, комплексные и синтетические карты.*

### ВВЕДЕНИЕ

Географический атлас, как систематическое собрание географических карт, выполненных по общей программе в виде целостного произведения, выступает традиционной формой исследования и визуализации пространственной дифференциации социально-экономических явлений и процессов. Отличаясь по назначению, территориальному охвату и содержанию, атласы отвечают основной цели моделирования – максимально полной передачи изучаемой территориальной структуры объекта исследования в ее обусловленности разнообразными условиями и факторами. Первые тематические социально-экономические атласы появились в 1960-х гг. (Атлас народов мира, 1964 г. [1], Атлас сельского хозяйства СССР, 1967 г. [2], Атлас развития хозяйства и культуры СССР, 1967 г. [3] и др.). 1970-1980-х гг. в отечественной картографии рассматривались как этап создания многочисленных комплексных региональных атласов; с 1990-х гг. атласное картографическое моделирование ознаменовалось расширением тематического разнообразия социально-экономических атласов и совершенствованием методов их составления с использованием ГИС-технологий.

Результатом развития процесса социологизации географической науки стало появление комплексных картографических произведений, отражающих различные аспекты социокультурного развития стран и регионов. Так, в Национальном атласе России том 3 посвящен характеристике населения и экономике страны (2008 г.) [4], том 4 – ее истории и культуре (2009 г.) [5]. Попытка оценить современные трансформационные процессы в общественном развитии России представлена в Атласе социально-экономического развития России (2009 г.); данное произведение отличается значительным удельным весом оценочных картографических сюжетов и показателей [6]. Примером тематического атласа прогнозно-конструктивной направленности на региональном уровне можно считать вышедший в 2006 г. Атлас

социально-политических проблем, угроз и рисков развития Юга России; при этом ключевые проблемы безопасности Южного макрорегиона оценены с точки зрения исторических и современных, потенциальных и реальных, «замороженных и актуальных» рисков и угроз [7]. В зарубежной тематической картографии наиболее популярным направлением исследования социокультурных процессов выступает геополитическое направление; в данном контексте заслуживает внимания инновационное французское издание «Monde diplomatique» (Атлас 2010 г.), содержащее ряд интересных текстовых карт [8].

Крымский регион достаточно редко выступал объектом атласного картографического моделирования. Из изданий, имевших отношение к исследованию явлений социокультурного генезиса, следует отметить узкотематический «Атлас туриста. Крым» (1986 г.) и Атлас Автономной Республики Крым (2003 г.) с разделами «Население» и «Экономика» [9]. Необходимость разработки нового Атласа социокультурных процессов в Крыму обусловлена несколькими важными факторами, в т.ч.:

- исключительной сложностью и динамизмом процессов, происходящих в общественной жизни региона и возможностями атласа как комплексной картографической модели в исследовании их территориальной структуры;
- значительным конструктивным потенциалом – возможностью использования атласа для обоснования стратегических направлений социально-экономического развития Крыма, выработки направлений региональной политики, информационного обеспечения программ сбалансированного природопользования, инновационно-инвестиционных проектов и поддержки управленческих решений;
- визуализацией обширной информации о Крыме для создания и продвижения положительного имиджа региона.

Целью данной статьи является обоснование структурно-содержательной концепции будущего Атласа социокультурных процессов в Крыму.

## ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Структура и содержание комплексного или тематического атласа научно-справочного типа разрабатываются с учетом сложившихся теоретико-методологических подходов к картографическому отражению социально-экономических систем, накопленных современных методик и мирового опыта и с учетом региональной специфики объекта картографирования. Основными принципами картографического моделирования должны стать: принцип комплексности, интегративности (целостности и наличия главной идеи), тематической полноты, репрезентативности и географической достоверности информации, принцип историзма и динамизма. В работах, посвященных обоснованию структуры и содержания атласных картографических произведений, констатируется приоритет таких географических подходов, как ресурсный, региональный, оценочный, прогнозный и конструктивный [11, 12, 13].

В разработке модели атласа социокультурных процессов следует исходить из

понимания объекта картографирования как целостной совокупности всех изменений в состоянии социокультурных систем во времени и пространстве. В социологии социокультурный процесс представляется функционированием культуры как социального явления, т.е. осуществления коллективной жизнедеятельности людей и изменениями в социальной структуре общества [14, 15]. Результатом конференции «Социокультурная карта России и перспективы развития российских регионов» (Москва, 2005) стали типовая программа и методика «Социокультурного портрета региона», разработанные специалистами ЦИСИ и МГУ под руководством члена-корреспондента РАН Лапина Н. И. Данная методика позиционировалась как средство обобщения картины региональной дифференциации социокультурного пространства страны и последующей разработки «Социокультурного атласа России». В качестве объекта изучения и описания в жанре «портрета» авторами принимался регион (субъект РФ) как исторически сформировавшаяся социокультурная территориальная общность, во взаимосвязи ее социальных и культурных параметров. Программа социокультурного портрета региона включала следующие разделы: «1) Общая характеристика региона. 2) Население, его демографические, этнокультурные и социальные особенности. 3) Уровень жизни и социальное самочувствие населения. 4) Культурный потенциал (капитал) населения и его использование для инновационного развития региона. 5) Мотивация трудовой деятельности и экономическая активность. 6) Социальная стратификация и мобильность. 7) Государственное регулирование и самоорганизация социальной жизни региона. 8) Общие выводы». По мнению разработчиков программы, информационное обеспечение исследования должно включать не только статистические данные в виде динамических рядов, но и социологические данные, полученные с помощью полуструктурированного интервью, экспертных оценок, фокус-групп, контент-анализа и др. [16].

Метод социального картографирования рассматривается как ведущий метод исследования и отображения протекания социокультурных процессов и визуализации пространственной информации, необходимой для стимулирования общественного участия в социально-территориальном контексте и разработки социальной политики [17]. Социальное картирование обеспечивает диагностику проблем и обоснование конструктивных решений, касающихся качества жизни населения [18], разработки социальных проектов [19], оптимизации городского пространства [20]. В зарубежной картографии хорошо изучены подходы к картографическому изучению социальных взаимоотношений [21].

Большую популярность приобретают т.н. проекты культурного картографирования, которые не ограничиваются выявлением материальных культурных ценностей в регионе, но также используются для оценки культурных аспектов коллективного качества жизни и благосостояния общин, определения мест творческой деятельности и вдохновения, оценки степени аутентичности культурного наследия и интерпретации последствий реорганизации и перепрофилирования городского пространства и др. По мнению Веронези и Карвалхо, культурное картографирование – это методология, которая может

поддерживать интерпретацию пространства, как на индивидуальном, так и на коллективном уровне, и выступать средством найти себя в мире «физически, культурно и психологически, а также политически» [22].

Проектирование Атласа социокультурных процессов в Крыму – сложная исследовательская задача, которая достигается путем выполнения последовательных этапов: а) разработка концепции атласа; б) разработка программы и технологической схемы атласа; в) обоснование стандартов атласа: формата, проекций, масштабов, компоновки, типов карто-основ; г) подготовка информационных ресурсов и их обработка; д) обоснование типов карт и их соотношения; е) разработка легенд карт и знаковых систем; ж) подготовка текста, графических иллюстраций и фото.

Разработка концепции атласа, прежде всего, предполагает четкое определение объекта картографического моделирования. Социокультурные процессы, протекающие в регионе, представляют разнообразие в единстве: целостное эволюционное социокультурное развитие проявляется в ряде взаимосвязанных и взаимообусловленных подпроцессов, среди которых наиболее значимыми являются геополитические и социально-политические, геодемографические, этно-конфессиональные, социально-экономические и собственно социокультурные процессы. Нередко одно и то же общественное явление выступает результатом действия нескольких процессов социокультурного генезиса (например, качество жизни населения, социально-экономическое неравенство регионов и др.). Таким образом, выделение данных процессов в качестве тематических блоков проектируемого Атласа социокультурных процессов в Крыму представляется не только логичным, но и целесообразным.

В процессе атласного картографического моделирования промежуточным звеном между теоретико-понятийными (концептуальными) моделями объекта и картографической моделью выступают структурно-графические модели, которым свойственна максимальная наглядность в отражении структуры объектов картографирования, в передаче направленности внутренних и внешних связей, траектории развития процессов, причинно-следственных зависимостей. Одними из первых применили структурно-графические модели для обоснования структуры и содержания комплексного регионального атласа и для решения задачи согласования карт Гусева И. Н. и Саушкин Ю. Г. [11]. Графические модели ранее использовались нами на всех этапах атласного картографического моделирования Крымской территориальной рекреационной системы [13]. Графы также незаменимы при решении задачи обоснования тематики карт и картографических сюжетов в составе разделов атласа и обеспечения оптимального соотношения карт разного типа – аналитических, синтетических и комплексных.

Изучение опыта картографического моделирования социокультурных процессов в отечественной и зарубежной атласной картографии позволило предложить следующую структуру Атласа социокультурных процессов в Крыму:

*Раздел I. Общая характеристика Р. Крым и г. Севастополь* (административно-территориальное деление; исторические этапы территориального устройства (античный Крым, средневековый Крым, Крым в составе Российской империи,

советский и постсоветский Крым), физико-географическая карта Крыма и др.). Особое внимание будет уделено показу роли и места Крыма в составе Южного федерального округа Российской Федерации. В данный раздел планируется включить копии первых карт развития населения, хозяйства и культуры, составленных для территории Тавриды.

*Раздел II. Геополитические и социально-политические процессы.* Подраздел «Крым в фокусе геополитических интересов» представляет роль и место региона на геополитической карте Причерноморья и его позиции в информационном пространстве Европы. Задачей подраздела «Социально-политическая активность» является отражение направлений и масштабов политической активности населения Крыма, оценка степени влияния различных партийно-политических сил и роли общественных организаций в процессе социальной трансформации. Традиционным направлением социально-политического картографирования являются электоральные карты, построенные по результатам выборных кампаний 2010-2017 гг. Особым сюжетом раздела выступает оценка угрозы экстремистской деятельности и терроризма в регионе и характеристика системы противодействия.

*Раздел III. Геодемографические процессы* (в т.ч. подразделы «Население» и «Человеческое развитие»). Тематика карт раздела соответствует хорошо разработанным направлениям демографии и географии населения: численность, динамика и размещения населения, система городского и сельского расселения, процессы естественного воспроизводства населения и его половозрастной структуры, миграционные процессы и др. Наряду с серией аналитических и комплексных карт предусмотрено составление карт типологий, например, карты оценки влияния процессов естественного и механического движения населения на этно-конфессиональную структуру населения Крыма.

В подраздел «Человеческое развитие» включены картографические сюжеты, отражающие экономическую активность населения региона, в т.ч. занятость населения и безработицу, предпринимательство, доходы и расходы населения, уровень жизни населения и деятельность государства в сфере социального обеспечения и социальной помощи. Значительное место в разделе занимает блок медико-географических карт, характеризующих заболеваемость населения по основным классам болезней и современное медико-географическое районирование Крыма. Человеческое развитие также отражает блок карт, оценивающих уровень образования населения, обеспеченность продуктами питания, жилищные и санитарно-гигиенические условия жизни людей. Завершает раздел синтетическая карта «Качество жизни населения: региональные типы динамики».

*Раздел IV. Этно-конфессиональные процессы* (в т.ч. подразделы «Народы Крыма» и «Религии»). Раздел представляет этапы формирования этно-конфессиональной структуры населения региона, пространственную картину распределения основных и малых этносов и религий в Р. Крым и г. Севастополь и оценивает риски потенциальной этно-конфессиональной конфликтности.

*Раздел V. Социально-экономические процессы* (в т.ч. подразделы «Производство», «Социальная инфраструктура», «Развитие регионов»). Структура раздела представлена блоками карт, характеризующими основные направления

хозяйственной деятельности в регионе («Общезкономическая карта», «Природно-ресурсная обеспеченность хозяйственной деятельности», «Число и структура предприятий по формам собственности и видам экономической деятельности в 2000-2017 гг.», «Основные фонды» и др.). Особое внимание будет уделено характеристике сельского хозяйства, транспорта и строительства.

В подразделе «Социальная инфраструктура» предусмотрен акцент на отражение пространственно определенной количественной и качественной информации, имеющей отношение к рекреации и туризму, как приоритетным сегментам региональной экономики. В блок рекреационно-географических карт войдут карты «Туристско-рекреационный комплекс», «Коллективные средства размещения», «Санаторно-курортное обслуживание в 2000-2017 гг.», «Отдых», «Детские оздоровительные лагеря. Детский отдых», «Предпринимательство в туризме», «Туризм и экскурсии в 2000-2017 гг.», «Въездной и выездной туризм», «Рекреационное районирование Крыма. Перспективные функциональные туристско-рекреационные зоны».

Основными сюжетами подраздела «Развитие регионов» выступают социально-экономическое неравенство регионов Крыма и представление новых проектов социально-экономического развития регионов.

*Раздел VI. Социокультурные процессы.* Центральное место в разделе «Культура» займет блок тематических карт, характеризующих различные проявления культурной жизни региона, в т.ч. «Образование» («Образование в дореволюционный, советский и постсоветский период», «Система школьного и дошкольного образования», «Система высшего образования»); «Наука. Инновационная деятельность»; «Издательская деятельность. СМИ»; «Библиотеки»; «Клубные учреждения»; «Музеи»; «Театры. Кинотеатры»; «Спорт»; «Объекты развлечения». Среди новых типов карт предусматривается составление карты «Эволюция культурно-ландшафтных типов освоения территории» и «Типы культурной жизни в регионах Крыма». Аппраивность Крыма для представителей творческой деятельности и искусства в разные исторические периоды – главный сюжет карт «Крым в произведениях писателей», «Крым в произведениях живописи», «Крым в кинематографе».

Подраздел «Социокультурная среда» имеет целью отразить сложившиеся у местного населения и гостей Крыма геопространственные образы региона. Этот тип ментальных карт строится на основе информации, полученной в ходе социологических опросов населения. Качественную оценку среды содержат карты, характеризующие наличие социокультурных конфликтов, развитие социальных аномалий (наркомания, преступность и др.), деятельность органов общественного правопорядка и направления имиджологической работы государственных и общественных институтов, продвигающих положительный образ Крыма в информационном пространстве.

Завершающей картой Атласа выступает карта «Стратегия социокультурного развития регионов», фиксирующая размещение перспективных проектов, направленных на сбалансированное и эффективное использование природного, социокультурного и экологического потенциала полуострова.



В тематические блоки атласа должны быть включены не только карты, но и текстовой и графический материал, фотографии, рисунки и т.д. Это позволит решить проблему комплексности в отражении географической информации и обеспечить достаточную наглядность и доступность ее восприятия.

## ВЫВОДЫ

Создание атласов социокультурной направленности выступает новым, активно развивающимся направлением тематической картографии. Актуальность разработки Атласа социокультурных процессов в Крыму определяется трансформациями, произошедшими в общественной жизни региона, и необходимостью радикального пересмотра концепции его стратегического социально-экономического развития. Атласное картографическое моделирование рассматривается как широкая информационная база для решения научных и прикладных задач, связанных с обоснованием направлений устойчивого (сбалансированного) региона и устранением территориальных диспропорций в социокультурной деятельности.

Атлас социокультурных процессов в Крыму включает тематические блоки карт, передающих особенности развития геополитических и социально-политических, геодемографических, социально-экономических, этноконфессиональных и социокультурных процессов. Картографические сюжеты атласа должны иметь не только описательный, но и оценочный и прогнозно-конструктивный характер.

Важной задачей атласного картографического моделирования является достижение структурного единства тематических разделов и подразделов атласа и оптимального соотношения аналитических, комплексных и синтетических карт. Методическим подходом в обосновании структуры и содержания атласа является разработка структурно-графических моделей объекта картографирования и системы его картографического отражения.

## Список литературы

1. Атлас народов мира. М.: Институт этнографии, ГУГК, 1964. 184 с.
2. Атлас сельского хозяйства СССР. М.: Мин-во сельского х-ва СССР, ГУГК, 1960.
3. Атлас развития хозяйства и культуры СССР. М.: ГУГК, 1967.
4. Национальный атлас России. Т.3. Население и экономика. М.: Роскартография, 2008. 495 с.
5. Национальный атлас России. Т.4. История и культура. М.: Роскартография, 2009. 495 с.
6. Атлас социально-экономического развития России. М.: Роскартография, 2009.
7. Академик Матишов Г. Г., Батиев Л. В. Атлас социально-политических проблем, угроз и рисков развития Юга России: системный анализ безопасности Южного макрорегиона // Вестник Южного научного центра РАН. Т.5. №3. С.6-14.
8. Monde diplomatique. Атлас 2010. [Электронный ресурс]. URL: <http://yanko.lib.ru>.
9. Атлас туриста. Крым. М.: ГУГК, 1986. 128 с.
10. Атлас Автономной Республики Крым. К., Симферополь, 2003.
11. Гусева И. Н., Саушкин Ю. Г. Вопросы комплексности региональных атласов и пути их решения // Социально-экономические карты в комплексных региональных атласах. М.: Изд-во Мос. ун-та, 1968. С. 17-51.
12. Котова Т. В., Латышева З. М., Январева Л. Ф. Методические основы согласования карт при комплексном картографировании (на примере Экологического атласа России) // Вест. Мос. ун-та.

- Серия 5. Геогр. 1998. №3. С. 22-25.
13. Яковенко И. М. Атласное картографическое моделирование в географических исследованиях Крымской территориальной рекреационной системы. Автореф. дис... канд-та геогр. наук: Л.: Ленингр. гос. ун-т, 1983. 25 с.
  14. Танатова Д. К. Антропологический подход в социологии: исследование социокультурного процесса. Автореф. дис... доктора социологических наук. М.: МГСУ, 2004. 26 с.
  15. Кускарова О. И. Социокультурный процесс: состояние, особенности, факторы взаимодействия [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsiokulturnyy-protsess-sostoyanie-osobennosti-factory-vzaimodeystviya>.
  16. Социокультурный портрет региона. Типовая программа и методика. Сборник материалов конференции «Социокультурная карта России и перспективы развития российских регионов». Москва, Институт философии РАН, Центр изучения социокультурных изменений. 27 июня - 1 июля 2005 г. Под ред. Н. И. Лапина, Л. А. Беляевой. М.: ИФРАН, 2006. [Электронный ресурс]. URL: [https://iphras.ru/uplfile/scult/tiiovaya\\_metodika.doc](https://iphras.ru/uplfile/scult/tiiovaya_metodika.doc).
  17. Скалан И. А. Социальное картирование как метод анализа социально-территориального пространства // Журнал исследований социальной политики. Т.10. №3. С. 61-78.
  18. Дружинина Ю. В., Серебрянникова О. В., Скалан И. А. Социальное картирование как ресурс развития территории и повышения качества жизни: методологический аспект // Качество жизни населения в России и ее регионах. Новосибирск: НТГУ, 2009. С. 33-53.
  19. Третьякова О. В. Картографирование в социальном проектировании // Академический вестник Тюменской государственной академии мировой экономики, управления и права. 2010. №1 (11). С. 126-132.
  20. Семенова В. Картирование городского пространства: основные подходы к визуальному анализу // Визуальная антропология: городские карты памяти. М.: ООО «Вариант»; ЦПГИ, 2009. С. 67-81.
  21. Sutcliffe A. A Design framework for mapping social relationships // PsychNology Journal. 2003. Vol. 6. № 3. P. 225-246.
  22. Duxbury N. Positioning Cultural Mapping in Local Planning and Development Contexts: An Introduction Article. 2015. URL: [https://www.researchgate.net/publication/290476121\\_Positioning\\_Cultural\\_Mapping\\_in\\_Local\\_Planning\\_and\\_Development\\_Contexts\\_An\\_Introduction](https://www.researchgate.net/publication/290476121_Positioning_Cultural_Mapping_in_Local_Planning_and_Development_Contexts_An_Introduction).
  23. Яковенко И. М. Рекреационное природопользование: методология и методика исследований. Симферополь: Таврия, 2003. 335 с.

## **APPROACHES TO A SUBSTANTIATION OF THE STRUCTURE AND CONTENT OF THE ATLAS OF SOCIO-CULTURAL PROCESSES IN CRIMEA**

***Yakovenko I.M.***

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

The creation of social and cultural atlases is a new, actively developing area of thematic cartography. The structure and content of the complex or thematic Atlas of the scientific type are developed taking into account the existing theoretical and methodological approaches to the mapping of socio-economic systems, the accumulated modern techniques and international experience. The most important task is to reflect the regional specificity of the object of mapping.

In the development of the Atlas model of socio-cultural processes should be based on understanding the object of mapping as a whole set of all changes in the state of socio-cultural systems in time and space. The relevance of the development of the Atlas of socio-cultural processes in Crimea is determined by the transformations that have

occurred in the social life of the region, and the need for a radical revision of the concept of its strategic socio-economic development.

The main principles of cartographic modeling are the following: the principle of complexity, unity (integrity and availability of the main idea), thematic completeness, representativeness and geographic reliability of information, the principle of historicism and dynamism. An important goal of Atlas cartographic modeling is to achieve structural unity of thematic sections and subsections of the Atlas and the optimal proportions of analytical, complex and synthetic maps.

A methodical approach in the substantiation of the structure and content of the Atlas is the development of structural and graphic models of the object of mapping and its mapping system.

The study of the experience of cartographic modeling of socio-cultural processes in Russian and foreign Atlas cartography allowed us to propose the following structure of the Atlas of socio-cultural processes in the Crimea:

Section I. General characteristics of the Republic of Crimean and Sevastopol.

Section II. Geopolitical and socio-political processes (including subsections "Crimea in the focus of geopolitical interests" and "Socio-political activity").

Section III. Geodemographic processes (including subsections "Population" and "Human development").

Section IV. Ethno-confessional processes (including the topics "People of Crimea" and "Religion").

Section V. Social and economic processes (including subsections "Production", "Social Infrastructure", "Regional Development").

Section VI. Socio-cultural processes (including subsections "Culture" and "Socio-Cultural Environment").

Cartographic subjects of the Atlas should be not only descriptive, but also evaluative and predictive-constructive.

**Keywords:** *socio-cultural processes, Atlas, Atlas cartographic modeling, analytical, complex and synthetic maps.*

### References

1. Atlas narodov mira (Atlas of peoples of the world). M.: Institut ehtnografii, GUGK (Publ.), 1964, 184 p. (in Russian).
2. Atlas sel'skogo hozyajstva SSSR (Atlas of agriculture of the USSR). M.: Min-vo sel'skogo h-va SSSR, GUGK (Publ.), 1960. (in Russian).
3. Atlas razvitiya hozyajstva i kul'tury SSSR (Atlas of economy and culture of the USSR). M.: GUGK (Publ.), 1967. (in Russian)
4. Nacional'nyj atlas Rossii. T.3. Naselenie i ehkonomika (The National Atlas of Russia. V. 3. Population and Economy). M.: Roskartografiya (Publ.), 2008, 495 p. (in Russian).
5. Nacional'nyj atlas Rossii. T.4. Istoriya i kul'tura (The National Atlas of Russia. V. 4. History and Culture). M.: Roskartografiya (Publ.), 2009. 495 p. (in Russian).
6. Atlas social'no-ehkonomicheskogo razvitiya Rossii (Atlas of social and economic development of Russia). M.: Roskartografiya (Publ.), 2009. (in Russian).
7. Akademik Matishov G. G., Batiev L. V. Atlas social'no-politicheskikh problem, ugroz i riskov razvitiya YUga Rossii: sistemnyj analiz bezopasnosti YUzhnogo makroregiona (Atlas of social and economic problems, threats and risks of development of the South of Russia: system analysis of security of the

- southern macroregion) // *Vestnik YUzhnogo nauchnogo centra RAN*. V.5. no 3. pp.6-14. (in Russian).
8. Monde diplomatique. Atlas 2010. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://yanko.lib.ru>.
  9. Atlas turista. Krym (Atlas of tourist. Crimea). M.: GUGK (Publ.), 1986, 128 p. (in Russian).
  10. Atlas AR Krym (Atlas of the Autonomous Republic of Crimea). K., Simferopol' (Publ.), 2003, 76 p. (in Russian).
  11. Guseva I. N., Saushkin YU. G. Voprosy kompleksnosti regional'nyh atlasov i puti ih resheniya (Issues of complexity of regional atlases and ways of their solving) // *Social'no-ehkonomicheskie karty v kompleksnyh regional'nyh atlasah*. M.: Izd-vo Mos. un-ta, 1968. pp. 17-51. (in Russian).
  12. Kotova T. V., Latysheva Z. M., YAnvareva L. F. Metodicheskie osnovy soglasovaniya kart pri kompleksnom kartografirovanii (na primere Ekologicheskogo atlasa Rossii) (Methodological basis of matching cards with an integrated mapping (the case of Environmental Atlas of Russia)) // *Vest. Mos. un-ta. Seriya 5. Geogr.* 1998. no 3. pp. 22-25. (in Russian).
  13. YAkovenko I. M. Atlasnoe kartograficheskoe modelirovanie v geograficheskikh issledovaniyah Krymskoj territorial'noj rekreacionnoj sistemy (Atlas cartographic modeling in geographical researches of the Crimean territorial recreational system). PhD thesis. Leningrad: Leningrad Univ. (Publ.), 1983, 25 p. (in Russian).
  14. Tanatova D. K. Antropologicheskij podhod v sociologii: issledovanie sociokul'turnogo processa (Anthropological approach in sociology: the study of socio-cultural process). D thesis. M.: MGSU (Publ.), 2004, 26 p. (in Russian).
  15. Kuskarova O. I. Sociokul'turnyj process: sostoyanie, osobennosti, faktory vzaimodejstviya (Socio-cultural process: state, features, factors of interaction) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsiokulturnyy-protsess-sostoyanie-osobennosti-faktory-vzaimodeystviya> (in Russian).
  16. Sociokul'turnyj portret regiona. Tipovaya programma i metodika. Sbornik materialov konferencii «Sociokul'turnaya karta Rossii i perspektivy razvitiya rossijskih regionov» (Socio-cultural portrait of the region. Typical program and methodology. Proceedings of the conference "Socio-Cultural map of Russia and prospects of development of Russian regions"). Moskva, Institut filosofii RAN, Centr izucheniya sociokul'turnyh izmenenij. 27 iyunya - 1 iyulya 2005 g. Pod red. N. I. Lapina, L. A. Belyaevoj. M.: IFRAN (Publ.), 2006. [Elektronnyj resurs]. URL: [https://iphras.ru/uplfile/scult/tiiovaya\\_metodika.doc](https://iphras.ru/uplfile/scult/tiiovaya_metodika.doc). (in Russian).
  17. Skalaban I. A. Social'noe kartirovanie kak metod analiza social'no-territorial'nogo prostranstva (Social mapping as a method of analysis of social and territorial space) // *Zhurnal issledovaniy social'noj politiki*. V.10. no 3. pp. 61-78 (in Russian).
  18. Druzhinina YU. V., Serebryannikova O. V., Skalaban I. A. Social'noe kartirovanie kak resurs razvitiya territorii i povysheniya kachestva zhizni: metodologicheskij aspekt (Social mapping as a resource for the development of the territory and improving the quality of life: methodological aspect) // *Kachestvo zhizni naseleniya v Rossii i ee regionah*. Novosibirsk: NTGU (Publ.), 2009, pp. 33-53. (in Russian).
  19. Tret'yakova O. V. Kartografirovanie v social'nom proektirovanii (Mapping in social projects) // *Akademicheskij vestnik Tyumenskoj gosudarstvennoj akademii mirovoj ehkonomiki, upravleniya i prava*. 2010. no 1 (11). pp. 126-132. (in Russian).
  20. Semenova V. Kartirovanie gorodskogo prostranstva: osnovnye podhody k vizual'nomu analizu (Urban space mapping: basic approaches to visual analysis) // *Vizual'naya antropologiya: gorodskie karty pamyati*. M.: OOO «Variant»; CPGI (Publ.), 2009, pp. 67-81. (in Russian).
  21. Sutcliffe A. A Design framework for mapping social relationships // *PsychNology Journal*. 2003. Vol. 6. no 3. pp. 225-246.
  22. Duxbury N. Positioning Cultural Mapping in Local Planning and Development Contexts: An Introduction Article. 2015. [Elektronnyj resurs]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/290476121\\_Positioning\\_Cultural\\_Mapping\\_in\\_Local\\_Planning\\_and\\_Development\\_Contexts\\_An\\_Introduction](https://www.researchgate.net/publication/290476121_Positioning_Cultural_Mapping_in_Local_Planning_and_Development_Contexts_An_Introduction).
  23. YAkovenko I. M. Rekreacionnoe prirodopol'zovanie: metodologiya i metodika issledovaniy (Recreational use of natural resources: methodology and techniques of research). Simferopol': Tavriya (Publ.), 2003, 335 p. (in Russian).

## РАЗДЕЛ 2.

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

УДК 574.58 / 911.52

#### ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СООБЩЕСТВ МАКРОФИТОБЕНТОСА ПОБЕРЕЖЬЯ МАССИВА ТУАПХАТ

*Андреева А. П.<sup>1</sup>, Крыленко С. В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>РУДН «Российский университет дружбы народов», экологический факультет, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>МГУ «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», биологический факультет, Москва, Российская Федерация

E-mail: ap.andreeva96@yandex.ru, krylenkoserg@mail.ru

В июне 2017 г. вдоль прибрежной полосы массива Туапхат (Краснодарский край, Геленджикский район) проводилось исследование макрофитобентоса с целью выявления закономерностей его произрастания. На основании данных профилирования были построены картосхемы и профили, которые отражают особенности распространения сообществ макрофитов вдоль прибрежной полосы массива и вдоль подводного склона.

**Ключевые слова:** макрофитобентос, закономерности произрастания, распространение сообществ, прибрежная зона, Северо-Кавказское побережье.

#### ВВЕДЕНИЕ

В течение последнего столетия из-за климатической изменчивости и увеличения антропогенной нагрузки произошли значительные изменения в структуре экосистемы Черного моря. Изменились многие гидрохимические параметры воды в шельфовой зоне и в открытом море, эвтрофирование и иные последствия хозяйственной деятельности привели к деградации донных сообществ Черного моря [1,2].

Относительно низкая соленость (до 18‰) Черного моря, широкий диапазон колебаний температуры воды на мелководных участках, а также изолированность от других морей и океанов обуславливают довольно низкое биологическое разнообразие донной макрофлоры. Но, несмотря на это, ассоциации донной растительности Черноморского побережья отличаются высокой продуктивностью и уникальностью. Они характеризуются высокой хозяйственной и биологической значимостью, высокой степенью изменчивости и уязвимости [3].

Крупные сводки по структуре макрофитобентоса Северо-Кавказского побережья Черного моря основываются на исследованиях, проведенных в 70–80-х годах XX-го века. В основном они производились на глубинах от 70 м с применением подводных аппаратов или дночерпателей [4]. За последние 30 лет структура,

распространение и запасы водных макрофитов претерпели значительные изменения. Ряд водорослей-макрофитов находится под угрозой исчезновения [5]. Фитоценозы, которые относятся к типу растительности морских водорослей, занимают господствующее положение в растительном покрове дна Черного моря. В большей степени они предпочитают произрастать на твердых грунтах, на мягких встречаются реже. Представители красных, бурых и зеленых водорослей формируют зону фитали, нижняя граница которой проходит на глубине 80–90 м [6]. В зоне повышенного загрязнения промышленно-сельскохозяйственными отходами и эвтрофикации выявлены структурные перестройки растительных сообществ. Отмечается увеличение проективного покрытия мезосапробных и полисапробных видов и, соответственно, снижение олигосапробных видов макрофитов. Нарастающее изменение гидрологического режима и антропогенной эвтрофикации акватории Черного моря является одной из основных причин, продолжающихся сукцессионных изменений макрофитобентосных сообществ.

За последние два десятилетия были проведены множественные исследования горизонтальной и вертикальной структур сообществ макрофитов Черного моря, результаты которых приведены в работах Мильчаковой, Митяевой, Лисовской, Афанасьева, Макаловой и др. Подробные исследования структуры распространения сообществ макрофитобентоса не раз проводились на побережье Крымского полуострова, при проектировании охранных зон [7] и в акватории Азовского моря [8,9,10]. На территории Северо-Западного побережья в 2017 было проведено комплексное исследование ландшафтов береговой зоны полуострова Абрау [11], была выявлена взаимосвязь распространения водных сообществ и наземных фитоценозов, а также их вертикальная зональность.

Проблема исследования состоит в выявлении экологических факторов, влияющих на произрастание и распространение макрофитов прибрежной зоны Черного моря. Для ее решения был выбран способ выделения сообществ макрофитов с последующим выявлением пространственных закономерностей.

Целью данной работы является выявление закономерностей произрастания макрофитобентоса Северо-Кавказского побережья Черного моря (на примере массива Туапхат) в зависимости от геоэкологических особенностей прибрежной полосы и экологических особенностей макрофитов.

В ходе исследования были поставлены следующие задачи:

1. По литературным источникам и полевым наблюдениям ознакомиться с флористическим составом прибрежной зоны Российского сектора Черного моря и экологическими особенностями доминирующих видов;
2. Выявить основные факторы, влияющие на распространение макрофитов;
3. На основании данных профилирования построить картосхемы распространения сообществ вдоль побережья массива;
4. На основании данных профилирования и описания полученных картосхем построить типовые профили произрастания макрофитов вдоль подводного склона массива;



5. Выявить основные закономерности распространения макрофитов вдоль побережья в связи с геоэкологическими факторами.

## 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Видовое разнообразие донных ассоциаций Северо-Кавказского шельфа Черного моря представлено 135 видами многолетних и сезонных летних макрофитов, среди которых преобладают красные водоросли (66 видов), далее по численности идут зеленые водоросли (31 вид) и после бурые (22 вида) [2]. Основной ассоциацией является водоросль рода *Cystoseira*, которая имеет ярусное строение и в некоторых местах простирается до глубины 20–25 м. На антропогенно нарушенных акваториях данная ассоциация встречается фрагментарно до глубины 10 м, а на глубине 12–15 м исчезает (могут встречаться только редкие особи). Глубже доминируют ассоциации зеленой водоросли *Codium vermilara* и красной водоросли *Phyllophora nervosa*. При усиленной антропогенной нагрузке литоральная растительность представлена в основном ассоциациями малопродуктивных видов родов *Acrosiphonia*, *Ectocarpus*, *Ulva*, *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Dictyota*, *Ceramium*, *Polysiphonia*, при которых наблюдается упрощенная пространственная и иерархическая структура сообществ [2].

В качестве района исследования макрофитобентоса была выбрана береговая зона массива Туапхат (Черноморское побережье Краснодарского края, Геленджикский район) (рис. 1).

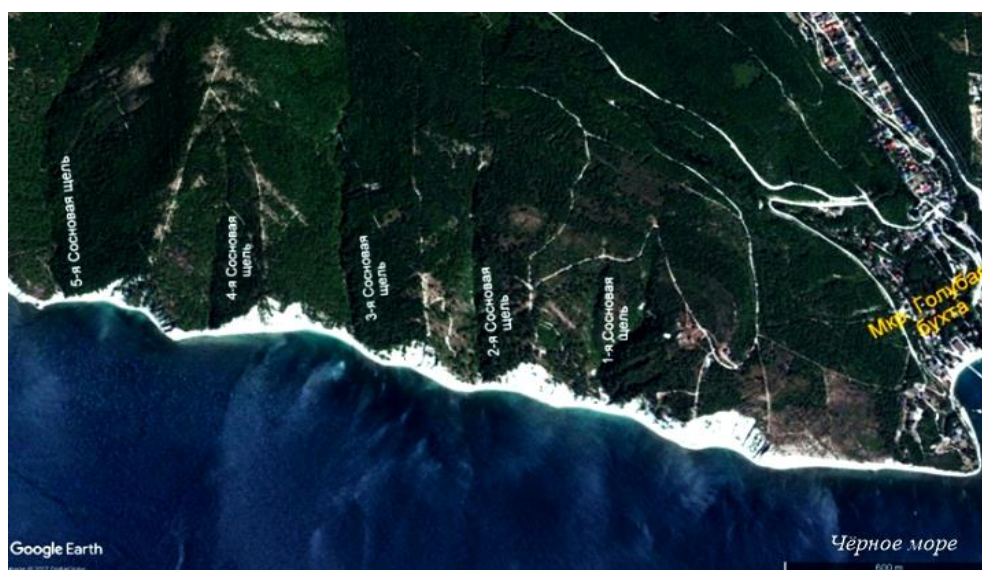


Рис. 1. Район исследования – береговая зона массива Туапхат.

Для региона исследований характерен средиземноморский тип климата [12]. Летом преобладает ясная и малооблачная погода, среднемесячная температура воздуха колеблется от +21 до +25°C. Минимальная среднемесячная температура

воздуха зимой около  $+3^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков 650–750 мм [13]. Температура воды на поверхности моря в самый холодный зимний месяц (февраль)  $6\text{--}11^{\circ}\text{C}$ , а в жаркие летние месяцы – до  $27^{\circ}\text{C}$ . Среднемесячные значения солёности на поверхности Чёрного моря в прибрежной зоне в летние месяцы колеблются от 17–17,7‰, а в зимние месяцы до 18,2‰ [12].

Массив Туапхат представляет собой низкогорный хребет с максимальной высотой 434 м, площадью около 30 км<sup>2</sup>, и сильно расчлененный долинами ручьев. Берег моря – эрозионный уступ высотой до 100 м, понижающийся лишь в устьях ручьев. Согласно геологической карте Краснодарского края, данный массив сложен породами Мелового периода, такими как: известняки, мергели, песчаники и аргиллиты. В зоне выхода горных пород отчетливо были видны переслоения песчаников и мергелей, также встречался кальцит [14]. Рельеф подводного склона представлен грядовым бенчем, который образуют флишевые толщи массива [15]. Циркуляция вод в прибрежной зоне определяется главным образом Основным черноморским течением, а вблизи берега штормовой активностью и разрывными течениями. Из-за отсутствия приливно-отливной зоны, уровень моря изменяется вследствие ветрового волнения, выступающего определяющим фактором механической абразии берегового уступа массива [12].

Полевые исследования проводились на участке берега массива Туапхат от Голубой бухты до 5-й Сосновой щели (рис.1). Комплекс методов исследования включал сбор образцов растительности, профилирование и картографирование. Всего было заложено 37 профилей (рис.2). Для каждого были измерены размеры фракций слагающего берег обломочного материала, характер залегания горных пород абразионного уступа, измерена ширина пляжа. Ширина профилей составляла 2 метра, пробы отбирались до глубины 2–3 метров, длина профиля составляла около 30 метров. Описание подводной растительности производилось на всём протяжении профиля и включало: определение видового состава макрофитобентоса, размеров ассоциаций макрофитов, распространения макрофитов по площади, проективного покрытия (в процентах от общей площади), обилия видов по шкале Друде. На всех профилях была проведена фотосъёмка.



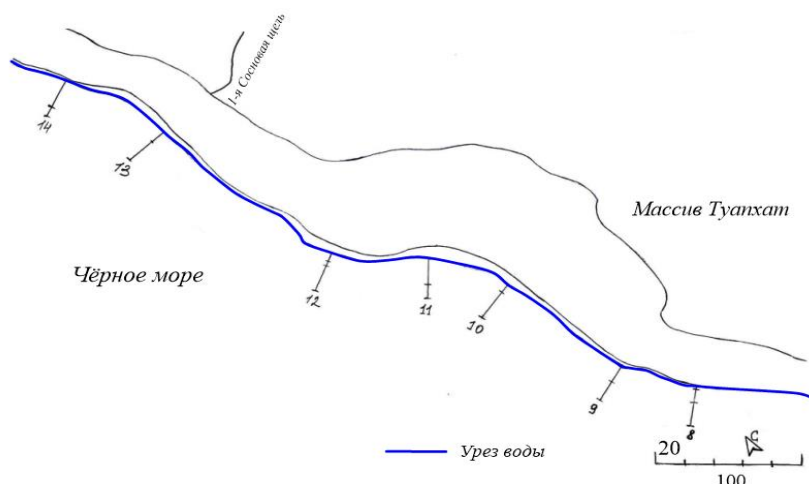


Рис. 2. Схема исследуемого участка с профилями.

## 2. ВИДОВОЙ СОСТАВ МАКРОФИТОБЕНТОСА ПОБЕРЕЖЬЯ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

В ходе исследования была определена видовая принадлежность наиболее часто встречающихся макрофитов вдоль побережья массива. Ниже представлено описание и экологические особенности видов в составе макрофитобентоса побережья.

### 2.1. Зеленые водоросли (*Chlorophyta*)

*Ulvaintestinalis* (рис. 3) произрастает на валунах и глыбах в зоне псевдолиторали и сублиторали на глубине до 20 см. Встречается в соленых, солоноватых и пресных водах [16]. Может образовывать густые заросли в сильно загрязненных или опресненных участках бухт и вдоль побережья. Наибольшего развития ассоциация *Ulva intestinalis* достигает в весенний период, а наименьшего – в зимний. Для нормального развития необходима достаточная освещенность, но вследствие интенсивного воздействия солнечных лучей большинство макрофитов обесцвечивается и разрушается [6].



Рис. 3. *Ulva intestinalis*(слева), *Ulva* sp. (справа).

Остальные представители рода *Ulva* (рис.3) относятся к мезосапробной группе организмов [6]. Представители этого рода предпочитают защищенные, несколько загрязненные места [16]. Загрязненность прибрежной зоны является одним из основных факторов их существования [6]. Произрастают на каменистых грунтах и сваях в верхней части сублиторальной зоны [16]. Также род *Ulva* относится к эврибионтным организмам, его представители могут произрастать как на открытых сильно освещенных берегах, так и в условиях пониженной освещенности [6].

## 2.2. Охрофитовые водоросли (*Ochrophyta*). Класс Бурые водоросли (*Phaeophyceae*)

На побережье российского сектора Черного моря встречается два вида водорослей рода *Cystoseira*: *Cystoseirabarbata* и *Cystoseiracrinita* (рис. 4). Оба вида образуют широкие подводные заросли [6]. Особи произрастают на каменистых грунтах в зоне сублиторали на глубине от 0.5 до 20 м в олигосапробных и мезосапробных водах, выполняя функцию естественного биофильтра. Водоросли данных видов светолюбивые, процветают на глубине от 0.5–5 м [16,17]. У берега на глубине 0,2–3 м наиболее распространена *C. crinita*, а *C. barbata* произрастает между крупными валунами и среди зарослей *C. crinita*. Для представителей рода *Cystoseira* нехарактерно произрастание в условиях прибойной зоны. Они наиболее приурочены к полузащищенным и защищенным участкам моря вследствие их морфологических особенностей и дополнительной нагрузки эпифитов. В сезонной динамике наиболее интенсивное развитие представителей рода *Cystoseira* приходится на весенний и осенний периоды [6].



Рис. 4. *Cystoseiracrinita* (слева), *Dictyota fasciola* (справа).

***Dictyota fasciola*** (рис. 4) произрастает на каменистых грунтах, на скалах и других водорослях в верхней части сублиторали на глубине от 1 до 14 м. Особенно распространен на открытых участках с выровненным дном и с невысокой степенью прибойности. Летом произрастает в небольшом количестве, наибольшего развития достигают осенью [16,18]. Обычно образует ассоциации, в которых кодоминантом является *Padina pavonia* [15]. ***Padina pavonia*** (рис. 5) произрастает на каменистых грунтах и скалах в верхней части сублиторали, на глубине 1–5 м, иногда поднимается до уреза воды. В сезонной динамике наиболее активно распространяется летом [16]. *Padina pavonia* является уникальным олигосапробным видом [15].

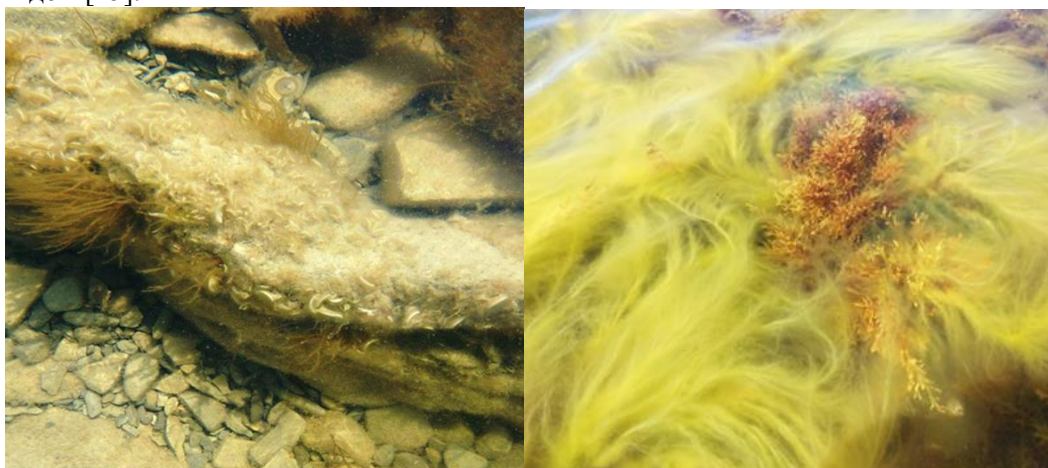


Рис. 5. *Padina pavonia* (слева), *Ectocarpus siliculosus* (справа).



*Ectocarpussiliculosus* (рис. 5) произрастает на камнях в зоне псевдолиторали, а также на водорослях в зоне сублиторали. Водоросль можно встретить на плавающих судах и иногда у уреза воды [16].

### 3. ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ МАКРОФИТОБЕНТОСА

Распространение макрофитобентоса вдоль прибрежной полосы массива зависит от таких факторов, как рельеф подводного склона, размер фракций грунта, циркуляция вод и особенности произрастания самих макрофитов. Для их произрастания и распространения очень важны характеристики субстрата. В локальных бухтах дно сложено галькой, которая мигрирует вследствие интенсивного воздействия разрывных течений, что не позволяет макрофитам крепиться ко дну. Поэтому в бухтах макрофитобентос либо отсутствует, либо представлен редкими особями одного или нескольких видов на некотором расстоянии от уреза воды. Чаще всего здесь встречается *Dictyota fasciola*, *Padina pavonia* и редкие кустики *Cystoseira* на глубине от 1,0 до 3,0 м (рис.6).

На мысах макрофиты в основном произрастают грядово, используя бенч как удобный субстрат (рис. 7). У уреза, как правило, произрастает *Ulva intestinalis*, которая иногда встречается вместе с *Dictyota fasciola* среди зарослей *Cystoseira* на расстоянии до 20,0 м от уреза воды и на глубине до 2,0 м. Также *Ulvaintestinalis* произрастает на мысах в местах обвала (между 1–2 и 4–5 Сосновыми щелями), используя крупные глыбы в качестве субстрата. Вместе с *Ulva intestinalis* здесь встречается *Dictyota fasciola* (рис.6).

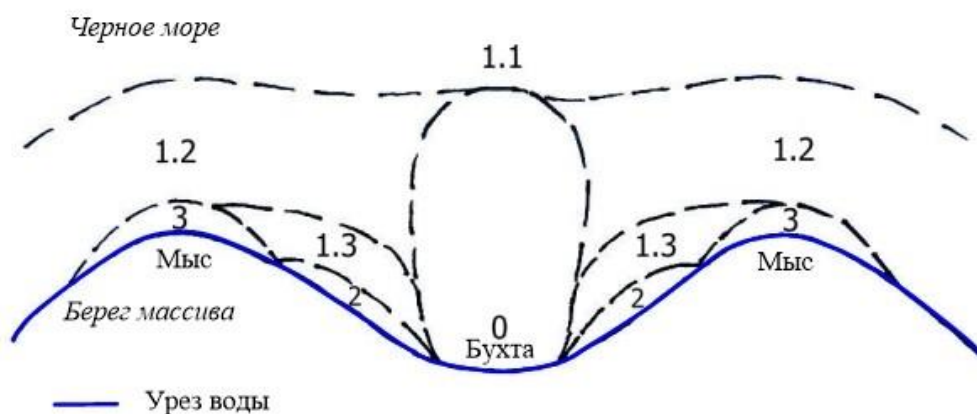


Рис. 6. Схема характерного распространения сообществ макрофитов вдоль побережья массива Туапхат (0 – макрофитобентос отсутствует; 1.1 – *Cystoseira* произрастает сплошным покровом; 1.2 – *Cystoseira* произрастает на грядовом бенче; 1.3 – *Cystoseira* произрастает мозаично; 2 – сообщество *Dictyota fasciola*; 3 – сообщество *Ulva intestinalis*).

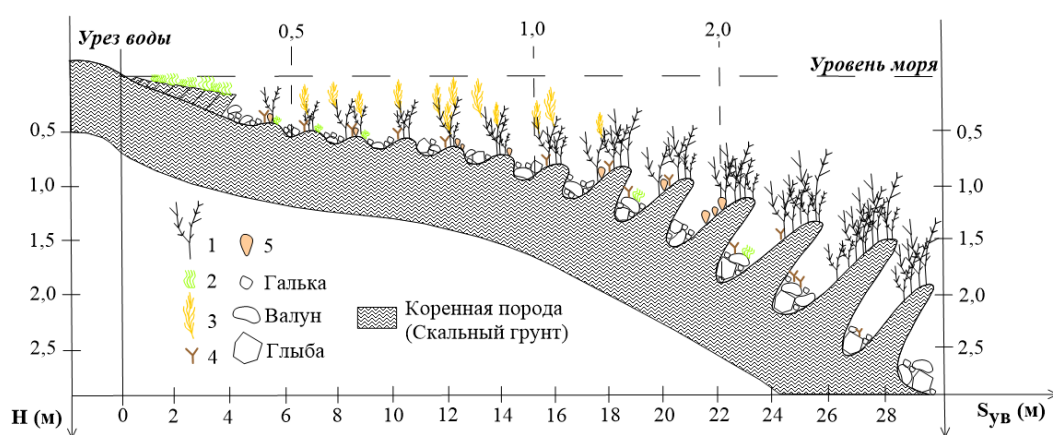


Рис. 7. Профиль произрастания макрофитов вдоль подводного склона массива в зоне мелководья (1 – *Cystoseira*, 2 – *Ulva intestinalis*, 3 – *Ectocarpus siliculosus*, 4 – *Dictyota fasciola*, 5 – *Padina pavonia*).

В переходных местах от мыса к бухте, или на мелководье на глубине приблизительно 0,5–1,0 м, иногда до 1,5 м, *Cystoseira* произрастает мозаично, иногда макрофиты произрастают на расстоянии друг от друга 1,0 м и больше (рис. 8). Вероятно, это связано с размером фракций грунта, составляющего подводный склон. Преобладают мелкие валуны и крупная галька, но иногда встречаются средние, реже крупные валуны и глыбы, которые служат субстратом для *Cystoseira*. Зона псевдолиторали в основном представлена сообществами *Ulva intestinalis* и *Dictyota fasciola*. Именно в зоне мелководья на открытых пространствах на глубине 1,5 м произрастают *Dictyota fasciola* с *Padina pavonia*, которые были выделены в отдельные сообщества (рис. 8). Ниже по склону доминирует *Cystoseira*. На расстоянии примерно 20,0 м *Cystoseira* произрастает сплошным покровом на грядах бенча на глубине от 1,5 до 2,0 м и больше, где также иногда встречаются *Ulva intestinalis*, *Dictyota fasciola* и *Padina pavonia* (рис. 6).

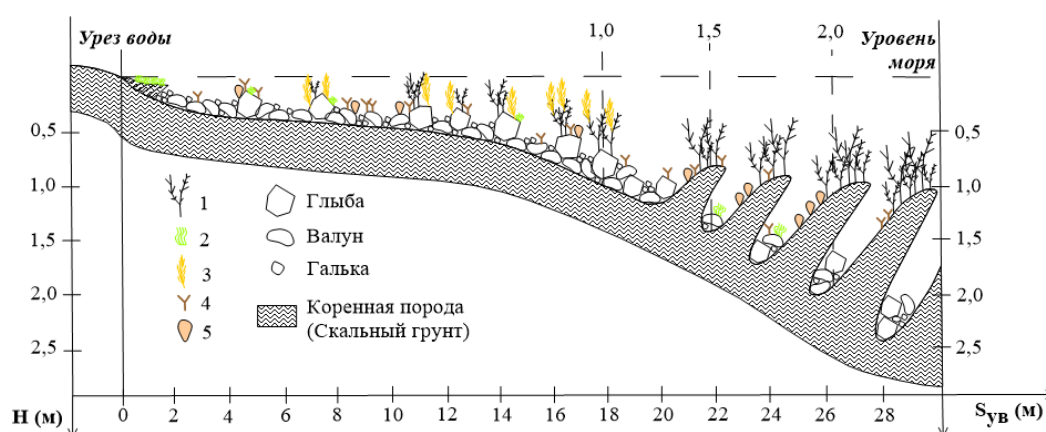


Рис. 8. Профиль произрастания макрофитов вдоль подводного склона массива у мыса (1 – *Cystoseira*, 2 – *Ulva intestinalis*, 3 – *Ectocarpus siliculosus*, 4 – *Dictyota fasciola*, 5 – *Padinapavonia*).

На всем участке исследуемого побережья макрофиты произрастают неравномерно. Можно выделить два крупных сообщества на выровненных протяженных участках побережья с мозаичным произрастанием *Cystoseira* до 1-й Сосновой щели и произрастанием *Cystoseira* с эпифитом *Ectocarpus siliculosus* у 4-й Сосновой щели на валунно-галечных грунтах. На мысах подводный склон представлен грядовым бенчем, но на мысах у 2-й и 4-й Сосновой щели субстратом для макрофитов служат средние и крупные глыбы, которые образовались в результате обвалов. Ближе к локальным бухтам макрофиты произрастают на грядовом бенче – так заканчиваются и начинаются сообщества. В самих бухтах, сложенных валунно-галечными грунтами, макрофиты произрастают разреженным покровом или встречаются отдельными особями одного или нескольких видов вследствие деятельности разрывных течений, высокой степени волновой активности и характера отложений грунта. Но стоит отметить бухту у 2-й Сосновой щели, которая отличилась разнообразием и обилием макрофитов, бухту между 3-ей и 4-й Сосновой щелью, где макрофитобентос полностью отсутствует, а также 2 бухты после 4-й Сосновой щели, где особенно обильно произрастает *Padinapavonia*, что, вероятно, связано с невысокой степенью волновой активности в прибойной зоне и небольшими размерами бухты. В целом, вдоль побережья доминирует *Cystoseira*, которая произрастает на грядовом бенче, а у уреза воды *Ulva intestinalis*, произрастающая на скальных террасах.

## ВЫВОДЫ

Неравномерное произрастание макрофитов вдоль исследуемого участка Северо-Кавказского побережья обусловлено сочетанием особенностей циркуляции вод прибрежной зоны, рельефа, характером отложений подводного склона и

экологическими особенностями самих макрофитов. Они произрастают на всем участке побережья, образуя покров различной плотности, но в локальных бухтах встречаются редко или отсутствуют. Доминирующим и средообразующим макрофитом прибрежной зоны массива является *Cystoseira*, которая вдоль исследуемого участка произрастает в основном на грядовом бенче, распространяясь на глубину от 0,5 до 2 м и больше. У уреза воды доминирует *Ulva intestinalis*, а до глубины 1,5 м особенно распространены *Dictyota fasciola* и *Padina pavonia*.

Подобное распространение макрофитов вдоль прибрежной полосы массива во многом обусловлено их экологическими особенностями. Для распространения *Cystoseira* особенно важен субстрат. Так она занимала те участки, где он был наиболее подходящим, распространяясь на большие глубины, чем другие рассматриваемые в данной работе макрофиты. *Dictyota fasciola* и *Padina pavonia* предпочитают мелководные и открытые участки, поэтому они преимущественно распространены на подобных участках побережья. *Ulva intestinalis* обычно наиболее интенсивно развивается в прибрежной зоне у уреза воды, где и была в большом количестве встречена в ходе исследования. *Ectocarpus siliculosus* так же, как и *Dictyota fasciola* и *Padina pavonia* предпочитает участки мелководий и распространяется соответственно с *Cystoseira*, прикрепляясь к ней.

Так, изучение особенностей распространения макрофитов прибрежной зоны может служить основой для исследования динамики произрастания макрофитов и выявления новых экологических особенностей их распространения в условиях меняющихся природных параметров прибрежной зоны вследствие влияния антропогенной деятельности.

#### Список литературы

1. Куманцов М.И., Сапожников В.В. Изменения экосистемы Черного моря и перспективы дальнейших исследований // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона // Материалы VI Международной конференции. Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2010. 98с.
2. Афанасьев Д.Ф. Структура и продуктивность макрофитобентоса Северо-Кавказского шельфа Черного моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар: Изд-во РГУ, 2004. 25 с.
3. Афанасьев Д.Ф., Камнев А.Н., Стуколова И.В. Сообщества бурых водорослей рода *Cystoseira* северо-восточной части Черного моря // Вопросы современной альгологии. М.: Изд-во МГУ, 2017. С. 127–138.
4. Бондарев И.П., Ломакин И.Э. Переходная зона между шельфом и континентальным склоном северной части чёрного моря: ландшафтный подход // ГПИМО. Киев: Изд-во ГНУ отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, 2010. №3. С. 57–64.
5. Бондарев И.П. Проблема нестабильности подводного ландшафта (на примере северной части чёрного моря) // Научные записки ТНУ. Симферополь: Изд-во КФУ им. В.И. Вернадского, 2008. №2. С. 28–36.
6. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 248 с.
7. Маслов И.И. Макрофитобентос некоторых заповедных акваторий черного моря (Украина) // Альгология. Киев: Изд-во Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, 2002. №12. С. 81–95.
8. Садогурский С.Е. Макрофитобентос водоемов острова Тузла и прилегающих морских акваторий (Керченский пролив) // Альгология. Киев: Изд-во Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, 2006. №3. С. 337–354.

9. Афанасьев Д.Ф. Макрофитобентос прибрежной акватории юго-восточной части азовского моря // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. М.: Изд-во РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2006. №9. С. 116–119.
10. Стадогурский С.Е. Макрофитобентос территориально-аквального комплекса Бакальской косы и прилегающей акватории Чёрного моря (Крымский полуостров) // Заповідна справа в Україні. Канев: Географіка, 2010. №1. С. 29–43.
11. Макалова П. Г., Петрушина М.Н., Папунов В.Г. Ландшафтная структура береговой зоны полуострова Абрау // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития // Материалы XII Международной ландшафтной конференции. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2017. Т.1. С. 211–216.
12. Косьян Р.Д. Научное обеспечение сбалансированного планирования хозяйственной деятельности на уникальных морских береговых ландшафтах и предложения по его использованию на примере азово-черноморского побережья. Геленджик: Изд-во ЮО ИО РАН, 2013. Т. 8. 128 с.
13. Погода в Геленджике [Электронный ресурс]. URL: <http://weatherarchive.ru/Pogoda/Gelendzhik> (дата обращения: 27.06.2018).
14. Алейникова А.М., Крыленко В.В., Липка О.Н. Сукцессионные смены растительности гаревых лесов из сосны Пицундской на западной оконечности Черноморского побережья Кавказа // Вестник РУДН. М.: Изд-во РУДН, 2012. №2. С. 26–31.
15. Максимова О.В., Лучина Н.П. Современное состояние макрофитобентоса у побережья северного Кавказа: реакция фитали на эвтрофикацию черноморского бассейна // Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря. М.: Наука, 2002. С. 297–308.
16. Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. Л.: Наука, 1967. 398с.
17. Сабурин М.Ю. Фитоценозы черноморской цистозир: структура, восстановление и перспективы использования: Автореф. дис. ... канд. био. наук. М.: Изд-во МГУ, 2004. 146 с.
18. Лисовская О.А. Макрофитобентос верхних отделов береговой зоны российского побережья Черного моря: Автореф. дис. ... канд. био. наук. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2011. 21 с.

#### **«THE DISTRIBUTION OF MACROPHYTE COMMUNITIES ALONG THE COAST LINE OF THE TUAPKHAT MASSIF»**

**Andreeva A. P.<sup>1</sup>, Krylenko, S. V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*RUDN University, ecological faculty, Moscow, Russian Federation*

<sup>2</sup>*MSU, biological faculty, Moscow, Russian Federation*

*E-mail: ap.andreeva96@yandex.ru, krylenkoserg@mail.ru*

Macrophytobenthos is one of the most important components of the coastal ecosystems. The North-Caucasian coast of the Black sea is characterized by high population density and intense anthropogenic activities, as a result of which the coastal marine communities are suffering significant anthropogenic impact.

The goal of the study is to identify the pattern of the macrophytobenthos growth on the Black Sea North-Caucasian coast with regard to the geo-ecological characteristics of the coastland and the environmental features of the macrophytes. The object of the research is the coastland of the Tuapkhata Massif.

The main method of research was the method of profiling and mapping. 37 profiles were made in total. The width of the profiles was 2 meters, the length of the profiles was about 30 meters and the depth was about 2–3 meters. On the basis of the profiling data, there were constructed five schematic-maps and then three profiles of the distribution of macrophyte communities along the coast line of the massif and the underwater slope. Based on the information obtained by describing the card-charts and profiles, the following conclusions were made:



1. The spread of macrophytes along the coast line of the massif depends on such factors as the relief of the underwater slope, the size of the soil fractions, the water circulation and the pattern of the macrophyte growth. The substrate characteristics are very important for its growth and distribution.
2. In the bays, therefore, macrophytes are absent or represented by rare individuals of one or more species at some distance from the water edge. The most common of them are *Dilophus fasciola*, *Padina pavonia* and rare shrubs of *Cystoseira* sp. at a depth of 1.0 to 3.0 m.
3. On capes, macrophytes grow mainly by ridges, using a bench as a convenient substrate. At the water edge there usually grows *Enteromorpha intestinalis*. It is sometimes found together with *Dilophus fasciola* among the *Cystoseira* sp. at a distance of 20.0 meters from the water edge and at a depth of 2.0 meters.
4. In the places where capes give way to bays as well as in shallow waters at a depth of about 0.5–1.0 m (sometimes up to 1.5 m) *Cystoseira* sp. grows mosaically. Pseudolittoral area is mainly represented by communities of *Enteromorpha intestinalis* and *Dilophus fasciola*. In the shallow water area and in the open spaces there grow *Dilophus fasciola* with *Padina pavonia*.

**Keywords:** macrophytes, growth features, communities' distribution, coastal area, the North-Caucasian coast.

#### References

1. Kumancov M.I., Sapozhnikov V.V. Izmeneniya ehkositemy Chernogo moray i perspektivy dal'nejshih issledovanij (Changes in the Black sea ecosystem and the further research prospects) in Sovremennye problem ehkologii Azovo-Chernomorsko goregiona (Modern problems of ecology of the Azov-Black sea region). VI Int. Conf. Kerch': YUGNIRO (Publ.), 2010, 98p. (in Russian).
2. Afanas'ev D.F. Struktura i produktivnost' makrofitobentosa Severo-Kavkazskogo shel'fa Chernogo morya (Structure and productivity of macrophytobenthos of the North Caucasus shelf of the Black sea): PhD thesis. Krasnodar: RSU (Publ), 2004, 25 p. (in Russian).
3. Afanas'ev D.F., Kamnev A.N., Stukolova I.V. Soobshchestva buryh vodoroslej roda *Cystoseira* severo-vostochnoj chasti Chernogo morya (Communities of brown algae of the *Cystoseira* genus of the North-Eastern part of the Black sea). Voprosy sovremennoj al'gologii, 2015, no. 3, pp.127–138 (in Russian).
4. Bondarev I.P., Lomakin I.E. Perekhodnaya zona mezhdushel'fom i kontinental'nym sklonom severnoj chasti Chyornogo morya: landshaftnyj podhod (Transition zone between shelf and continental slope of the Northern part of the Black sea: landscape method). GPIMO, 2010, no. 3, pp.57–64 (in Russian).
5. Bondarev I.P. Problema nestabil'nosti podvodnogo landshafta (na primere severnoj chasti Chyornogo morya) (The problem of instability of the underwater landscape (on the example of the Northern part of the Black sea)). Nauchnyye zapiski TNU, 2008, no. 2, pp. 28–36 (in Russian).
6. Kalugina-Gutnik A.A. Fitobentos Chernogo morya (Phytobenthos of the Black sea). Kiev: Naukovadumka (Publ.), 1975, 248 p. (in Russian).
7. Maslov I.I. Makrofitobentos nekotoryh zapovednyh akvatorij Chernogo morya (Ukraina) (Macrophytobenthos of some protected waters of the Black sea (Ukraine)). Al'gologiya, 2002, no. 12, pp. 81–95 (in Russian).
8. Sadogurskij S.E. Makrofitobentos vodoemov ostrova Tuzla i prilegayushchih morskikh akvatorij (Kerchenskij proliv) (Macrophytobenthos of the waters of the Tuzla island and the surrounding sea areas (Strait of Kerch)). Al'gologiya, 2006, no. 3, pp. 337–354 (in Russian).
9. Afanas'ev D.F. Makrofitobentos pribrezhnoj akvatorii yugo-vostochnoj chasti Azovskogo morya (Macrophytobenthos of the coastal waters of the southeastern part of the Azov sea). Zashchita okruzhayushchej sredy v neftegazovom komplekse, 2006, no. 9, pp. 116–119 (in Russian).

10. Stadogurskij S.E. Makrofitobentos territorial'no-akval'nogo kompleksa Bakal'skoj kosy I prilgayushchej akvatorii Chernogo morya (Krymskij poluostrov) (Macrophytobenthos of the Bakalskaya spit territorial-aquatic complex and surrounding waters of the Black sea (Crimean Peninsula)). Zapovidna sprava v Ukraïni, 2010, no. 1, pp. 29–43 (in Russian).
11. Makalova P.G., Petrushina M.N., Papunov V.G. Landshaftnaya struktura beregovoy zony poluostrova Abrau (Landscape structure of the coastal zone of the Abrau Peninsula) in Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya I ustojchivaogo razvitiya (Landscape science: theory, methods, ecological landscape providing natural management and sustainable development). XII Int. Landscape Conf. 2017, pp. 211–216 (in Russian).
12. Kos'yan R.D. Nauchnoe obespechenie sbalansirovannogo planirovaniya hozyajstvennoj deyatel'nosti na unikal'nyh morskikh beregovykh landshaftah i predlozheniya po ego ispol'zovaniyu na primere Azovo-Chernomorskogo poberezh'ya (Scientific support for balanced planning of economic activities on the unique coastal landscapes and proposals for its use on the example of the Azov-Black sea coast). IORAN, 2013, V.8, 128 p. (in Russian).
13. Pogoda v Gelendzhike [Elektronnyj resurs] (Weather in Gelendzhik [E-link]). URL: <http://weatherarchive.ru/Pogoda/Gelendzhik> (reference date: 27.06.2018) (in Russian).
14. Alejnikova A.M., Krylenko V.V., Lipka O.N. Sukcessionnye smeny rastitel'nosti garevykh lesov iz sosny Picundskoj na zapadnoj okonechnosti Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza (Succession changes of burned forests vegetation of the Pitsunda pine, on the Western tip of the Caucasus coast of the Black sea). Vestnik RUDN, 2012, no. 2 (in Russian).
15. Maksimova O.V., Luchina N.P. Sovremennoe sostoyanie makrofitobentosa u poberezh'ya severnogo Kavkaza: reakciya fitalinoavtrofikaciyu Chernomorskogo bassejna (The current state of macrophytobenthos at the coast of the North Caucasus ridges: phytal zone reaction to the eutrophication of the Black sea basin). Kompleksnye issledovaniya severo-vostochnoj chasti Chernogo morya. M.: Nauka (Publ.), 2002, pp. 297–308 (in Russian).
16. Zinova A.D. Opredelitel' zelenykh, burykh i krasnykh vodoroslej yuzhnykh morej SSSR (Identification guide of green, brown and red algae of the southern seas of the USSR). L.: Nauka (Publ.), 1967, 398 p. (in Russian).
17. Saburin M.YU. Fitocenozy chernomorskoj cistoziry: struktura, vosstanovlenie I perspektivy ispol'zovaniya (Cystoseira phytocenoses of the Black sea: structure, recovery and prospects): PhD thesis. M.: MSU (Publ.), 2004, 146 p. (in Russian).
18. Lisovskaya O.A. Makrofitobentos verhnih otdelov beregovoy zony rossijskogo poberezh'ya Chernogo morya (Macrophytobenthos of the upper parts of the Russian coastal zone of the Black sea): PhD thesis. SPb.: SPbSU (Publ.), 2011, 21 p. (in Russian).

## **ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ОТКРЫТОЙ АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ С ПОМОЩЬЮ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА**

*Скребец Г. Н., Павлова С. М.*

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

Составлены корреляционные карты биомассы фитопланктона и физико-химических характеристик поверхностного слоя вод открытой акватории Черного моря и на их основе выполнено физико-географическое районирование. Выделено пять районов, отличающихся типичными для каждой акватории количественными показателями, характером и комбинацией взаимосвязей. Дано их краткое описание.

**Ключевые слова:** корреляционный анализ, физико-географическое районирование, карты изокоррелят, Черное море

### **ВВЕДЕНИЕ**

Приемы математико-статистического анализа в географических исследованиях используются на протяжении уже более полувека, однако в физико-географическом районировании популярными они так и не стали. Причины этого, по-видимому, кроются в сосредоточении внимания на качественных различиях территориальной дифференциации географической оболочки, а также в традиционных методологических подходах, разработанных при районировании суши. Тем не менее, попытки применения количественных методов для решения этой проблемы, свидетельствуют о целесообразности создания иной основы районирования. Существенную помощь в этом, по нашему мнению, может оказать корреляционный анализ, позволяющий выполнять районирование на основе статистических связей между характеристиками различных природных компонентов, через которые можно устанавливать причинно-следственные связи в геосистемах в конечном счете выявлять свойства, обуславливающие их целостность. Наиболее эффективен такой подход при районировании морских акваторий, карты которых в основном отображают количественные характеристики воды. Причем, проведенные исследования свидетельствуют, что он может быть применим как для обширных океанских пространств, так и для отдельных небольших акваторий [1,2].

Цель статьи – районирование открытой акватории Черного моря по корреляционным связям.

Исследования разделены на два этапа: а) построение карт изокоррелят, отображающих связи между различными характеристиками морской воды; б) физико-географическое районирование акватории на основе составленных корреляционных карт.

## 1. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходные данные для построения карт изокоррелят взяты из карт, отображающих основные характеристики поверхностного 20-метрового слоя воды: температуры, солености, растворенного кислорода, фосфатов и биомассы фитопланктона [3,4]. В связи с тем, что исследования проводились с целью комплексного районирования акватории по особенностям взаимосвязей, главная задача корреляционных карт – отобразить парные связи между фитопланктоном и лимитирующими его распространение природными факторами. Выбор фитопланктона в качестве центрального объекта связей, определяется его ролью как первичного звена трофической цепи, обуславливающего особенности биологической структуры воды всей геосистемы в целом.

Формирование массива данных, необходимых для расчетов, производилось путем выборки с помощью точечной палетки по ранее примененной нами методике для изучения природного разнообразия морских акваторий [5,6]. Точки равномерно размещались на карте внутри 1-градусных трапеций картографической сетки через 15 минут по долготе и широте. Общее количество составило 135 точек. В связи с тем, что для построения карт изокоррелят необходимо производить расчеты отдельно для каждой трапеции, в которых помещалось всего 4 точки, для увеличения числа выборки использован, широко известный в математической статистике, метод «скользящего окна», а из показателей связи – коэффициент ранговой корреляции Спирмена [7]:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

где **Ошибка! Источник ссылки не найден.** – сумма квадратов разностей между рангами;  $n$  – количество признаков, участвовавших в ранжировании.

Выбор рангового коэффициента корреляции продиктован тем, что его можно применять при наличии небольшого количества наблюдений (даже 3 – 5). Он, как и некоторые другие коэффициенты, может иметь значения в интервале:  $-1 < \text{Ошибка! Источник ссылки не найден.} < +1$ .

Качественная оценка полученных значений производилась по принятой в корреляционном анализе шкале: 0,1 – 0,3 – корреляция очень слабая; 0,3 – 0,5 – слабая; 0,5 – 0,7 – средняя; 0,7 – 0,9 – сильная;  $> 0,9$  – очень сильная.

Вычисления значений коэффициента корреляции по градусным трапециям выполнены с помощью онлайн-калькулятора, а составленные по ним корреляционные карты – с помощью компьютерных программ Surfer и Core1Draw.

## 2. ИЗЛОЖЕНИЕ МАТЕРИАЛА

Анализируя корреляционные карты, можно заметить общее сходство рисунков изокоррелят, отражающих связи фитопланктона с его лимитирующими факторами и пространственную неоднородность в их распределении (рис. 1.). Это дает основание разделить исследуемую акваторию на физико-географические районы, каждый из которых отличается количественными показателями, набором,

постоянством или в целом можно сказать, характером связей. Вследствие того, что соответствие между рисунками изокоррелят лишь общее, поэтому, учитывая особую роль минерального питания в распределении растительности, при определении границ районов основное внимание обращено на корреляционную карту фитопланктона и фосфатов, остальные карты использованы для корректировки. Границы проведены по положению нулевых изокоп, разграничивающих прямые и обратные связи, или по изоколам с низкими значениями. Сильные и средние связи, составляющие «ядра» районов, использованы для выявления их типических свойств. Прослеживающиеся в каждом районе на относительно однородном фоне более мелкие различия во взаимосвязях исключены при районировании как второстепенные.

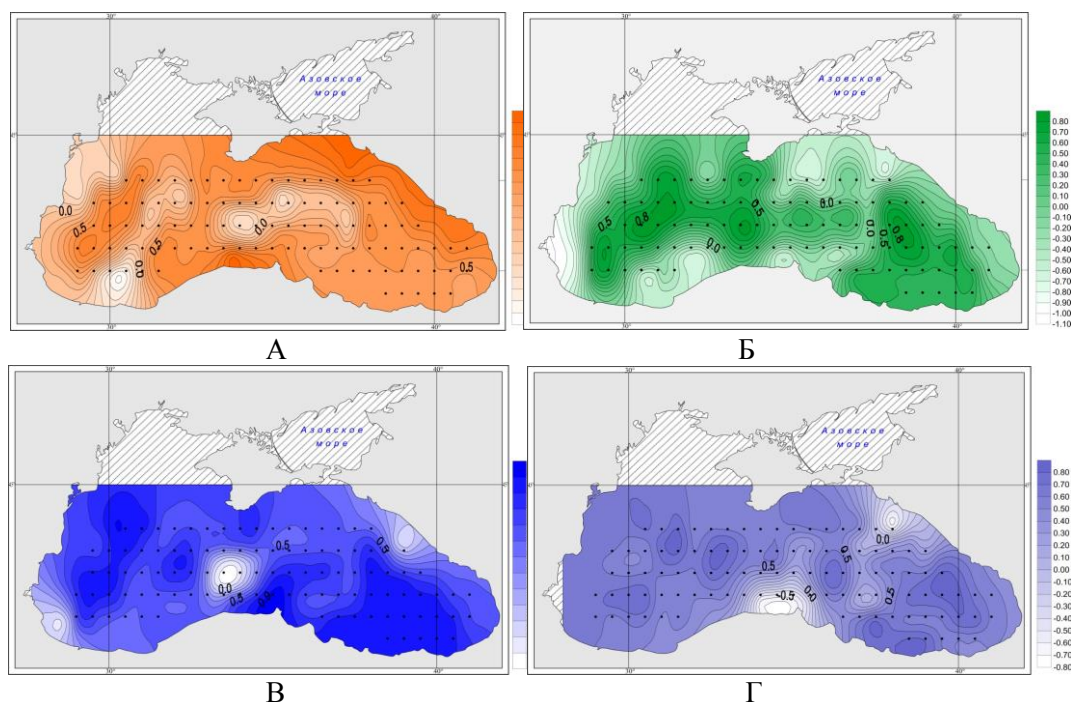


Рис. 1. Корреляционные карты, отражающие связь между биомассой фитопланктона и физико-химическими характеристиками вод акватории Черного моря (А – температурой; Б – соленостью; В – растворенным кислородом; Г – фосфатами)

В результате в открытой акватории Черного моря выделены пять физико-географических районов с хорошо выраженными различиями природных взаимосвязей: Западный, Юго-западный, Центральный, Восточный, Северо-восточный (рис. 2.). Ниже дается их краткая характеристика. Для наглядного представления о характере взаимосвязей в каждом районе, наличие сильных и средних связей отображено в таблице (табл. 1.). Кроме описания взаимосвязей,

приводятся общие сведения о природных условиях районов, обуславливающих своеобразие этих связей. Информация о природных условиях взята из работ [4,8,9,10].

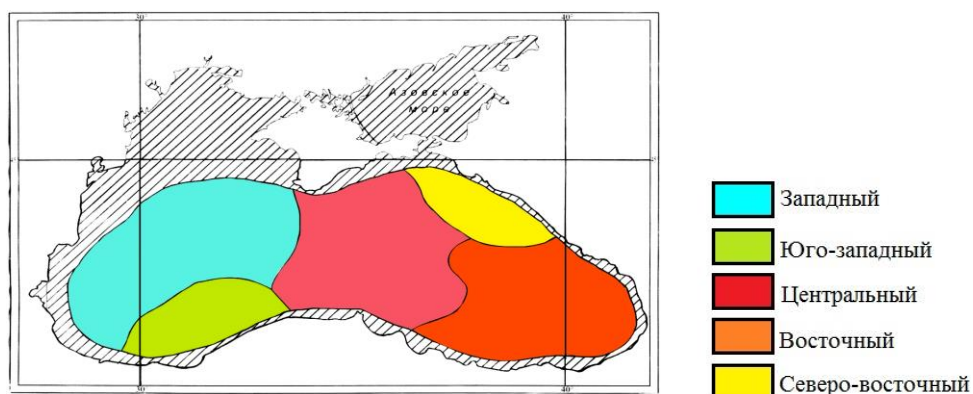


Рис. 2. Районирование открытой акватории Черного моря по взаимосвязям

Таблица 1.

Характеристика районов открытой акватории Черного моря по взаимосвязям

| Физико-географические районы                   | Западный | Юго-западный | Центральный | Восточный | Северо-восточный |
|------------------------------------------------|----------|--------------|-------------|-----------|------------------|
| Биомасса фитопланктона и температура           | +        | -, +         | -, +        | +         | +                |
| Биомасса фитопланктона и соленость             | +        | -            | +, -        | +         | -                |
| Биомасса фитопланктона и растворенный кислород | +        | +            | +, -        | +         | X                |
| Биомасса фитопланктона и концентрация фосфатов | +        | +            | +, -        | +         | -                |

Обозначения связей: «+» - преимущественно прямые;  
«-» - преимущественно обратные;  
«+, -» - больше прямых, меньше обратных;  
«-, +» - больше обратных, меньше прямых;  
«X» - отсутствовали явно не выражены.

### ***Западный район.***

Западный район характеризуется прямыми, преимущественно тесными связями фитопланктона со всеми показателями природных условий, что отличает его от соседних с ним районов. Наиболее сильные связи прослеживаются в центральной части района. Здесь значения коэффициента корреляции составляют более 0,7. К периферии связи ослабевают, но, как правило, до средних значений. Обращает внимание связь фитопланктона с фосфатами. Мозаичный характер распределения концентрации последних отражается и на пространственной изменчивости биомассы. Вблизи болгарского побережья и в восточной части района со значениями фосфатов в воде около 0,6 мкмоль/дм<sup>3</sup> биомасса фитопланктона колеблется от 100-150 до 150-200 мг/м<sup>3</sup>, в то время как в центре и на юге, где концентрация фосфатов понижается до 0,2 мкмоль/дм<sup>3</sup> биомасса составляет менее 100 мг/м<sup>3</sup>. Это свидетельствует о ведущей роли минерального питания в жизнедеятельности растительности пелагиали.

Климат в районе мягкий в зимнее время, а лето солнечное и жаркое. На большем протяжении года преобладают ветры северо-западного направления. Скорость ветра зимой – 4-8,5 м/с, летом – 3-4,3 м/с. Средняя январская температура воздуха над акваторией составляет +4-6°, июльская – 19-20°C. Относительная влажность воздуха в холодное время года – 81-90%, а в летнее время – 66-85%. Небольшая облачность. Атмосферные осадки выпадают главным образом в зимний период. Годовая сумма их невелика и колеблется от 200 мм в северной части района до 300-500 мм в южной. Максимум осадков наблюдается в зимний период.

Общая циркуляция вод определяется крупномасштабным квазистационарным циклоническим круговоротом. Средняя температура воды на поверхности в феврале составляет +6-7°, августе – 23-24°C в летний. С глубиной она понижается и на глубине 75-100 м, с которой начинается холодный промежуточный слой, как и на всей открытой акватории моря, круглый год сохраняется постоянной – +7 – 8°C. Соленость воды в поверхностном слое изменяется от 18,4‰ в центре района до 17,6‰ на западе. В целом, сезонные колебания солености, в отличие от температуры, невелики (около 0,2‰), за исключением прибрежных акваторий, где проявляется влияние речного стока. Судя по биомассе фитопланктона, величина которой на большей площади не превышает 100 мг/ м<sup>3</sup>, биопродуктивность района можно считать ниже средней.

### ***Юго-Западный район.***

Данному району, в отличие от Западного, сильные связи не присущи. В северной и средней части отмечаются средние и близкие к средним (0,4-0,6) прямые связи фитопланктона с растворенным кислородом и фосфатами. Связи с температурой воды существуют, но различные по знаку: в северо-восточной части – средние прямые (0,5-0,6), которые, ослабляясь, заменяются обратными средними (-0,5-0,7) и даже сильными (>-0,7) на крайнем юго-западе района. Связь с соленостью повсеместно отрицательная со значениями, колеблющимися в больших пределах (от -0,2 до >-0,7).

Климат над акваторией сходный с предыдущим районом, но теплее и более влажный. Ветер преимущественно северо-западного направления. Его скорость в зимний период составляет 4-8 м/с, в летний – 3-4 м/с. Средняя температура воздуха в январе – +7°, июле – 19,5-20°С. Относительная влажность воздуха зимой – около 85%, летом – 75%. Годовая сумма осадков – 700 -800 мм.

Температура воды на поверхности практически такая же, как и в Западном районе –7°С в феврале и 23,5-24°С в августе, а соленость ниже –17,6-18,0‰ и около 18‰ соответственно. Вблизи побережья на распределение солености также оказывает влияние речной сток. В связи с тем, что биомасса фитопланктона на большей части акватории составляет 200 – 400 мг/м<sup>3</sup>, район можно в целом отнести к высокопродуктивным

### **Центральный район.**

Для Центрального района характерно наличие как тесных прямых, так и обратных связей. Причем это прослеживается на всех корреляционных картах, лишь с тем отличием, что в одних случаях больше прямых связей и меньше обратных, а в других – наоборот. «Ядро» района образуют обратные связи биомассы фитопланктона с температурой воды. Здесь наблюдаются самые высокие показатели (–0,5-0,7 и >–0,7). К периферии они заменяются прямыми средними по величине связями (до 0,6). С другими характеристиками преобладают прямые связи над обратными. Сильные связи (0,7 – 0,8) отмечаются в центре района с соленостью, лишь на периферии заменяясь обратными, но тоже довольно тесными связями. Средние и сильные связи (0,5 – 0,8) наблюдаются на большей части акватории с фосфатами и растворенным кислородом, за исключением южной части, где они меняются на обратные.

Климатические условия района неоднородны. Центральная и северная часть сходны с Западным районом, южная – с Юго-западным.

В холодное время года преобладают северо-восточные ветры со скоростями от 4,7 до 7,5 м/с, в теплое – ветры с западной составляющей и скоростью 3 – 5 м/с. Средняя температура воздуха в январе колеблется в интервале +6 – +7,5°, в июле – +19,5 – +20°С. Средняя относительная влажность воздуха – около 80%. В зимнее время отмечается высокая облачность (средний показатель – 7 баллов), сопровождающаяся туманами. Годовое количество осадков изменяется с юга на север от 300 до 600 мм соответственно.

Район располагается в пограничной зоне между двумя крупномасштабными круговоротами. Поэтому циркуляция вод определяется, существующими здесь, циркуляционными системами меньших размеров, а также, огибающим его с севера и юга Основным Черноморским Течением (ОЧТ). Средняя температура воды на поверхности в январе составляет +7°, августе – +23-24°С. Распределение солености однородно практически по всей акватории: 18,2 – 18,4‰ зимой и около 18‰ летом. Характерной чертой распределения фитопланктона является увеличение его биомассы от центра к северу и югу: от самых низких для Черного моря значений – менее 100, до высоких в открытой акватории – 400 мг/м<sup>3</sup>. Принимая во внимание



явное преобладание по площади высоких показателей над низкими, в целом этот район можно назвать высокопродуктивным.

### ***Восточный район***

Это район, аналогично Западному, выделяется, повсеместно прямыми и значительными связями. Рисунки изокоррелят почти на всех картах идентичны. В центральной части наблюдаются сильные связи биомассы планктона с природными условиями. Здесь значения коэффициента корреляции достигают 0,7-0,9. К периферии они постепенно снижаются до средних и только вблизи границы района, особенно на востоке переходят в разряд слабых (0,3-0,4). Исключение представляет карта корреляции фитопланктона и температуры. На ней проявляется общее ослабление связей в юго-западном направлении, от сильных вблизи северо-восточного побережья до средних в центре и слабых во всей южной части района.

Восточный район имеет свои климатические особенности, которые отличают его от других районов. Преобладающее направление ветра над акваторией с июля по апрель восточное и юго-восточное. Скорость его меньше, чем в других районах. В зимний период она колеблется от 1,6 до 6,8 м/с, летом – от 1,8 до 3,9 м/с. Соответственно значительно слабее ветровое волнение. Акватория находится под защитой Кавказских гор от холодных северо-восточных ветров, поэтому средняя январская температура воздуха выше, чем в других районах – +8-9°, июльская – +20-21°C. Средняя относительная влажность воздуха зимой – 76%, летом – 80%. Характерна значительная облачность, нередко бывают туманы. Атмосферных осадков выпадает больше, чем в других районах. Их среднегодовое количество достигает 800-1000 мм. Осадки относительно равномерно распределяются по сезонам, с некоторым увеличением зимой. Дождливая погода бывает здесь до 150 – 160 дней в году.

Циркуляция вод определяется восточным крупномасштабным циклоническим круговоротом. Температура воды на поверхности выше, чем в других районах, особенно в зимний период, что обусловлено, по-видимому, приходящему сюда теплоте течения. Ее средние значения в январе – +8-8,5°, в августе – +24,5-25°C. Соленость увеличивается от побережья к морским границам района и составляет соответственно 17,8 – 18,4 ‰ в феврале и 17,6 – 18,2 ‰ в августе. Биомасса фитопланктона в целом ниже средних значений – 100-150 мг/м³. Однако, ее равномерное распределение по акватории с увеличением у побережья, позволяет считать этот район среднепродуктивным.

### ***Северо-восточный район.***

Уникальность района определяется преимуществом обратных связей над прямыми, а в отдельном случае – их отсутствием. Прямые связи фитопланктона наблюдаются только с температурой воды. Причем достигают рекордных для всей исследуемой акватории значений – 0,8-0,9, а вблизи побережья даже выше. С соленостью и фосфатами связи обратные: от очень слабых (–0,1-0,2) у внешней границы района, до средних (–0,5-0,7) и сильных (>–0,7) у побережья. Практически

не выражена связь фитопланктона с растворенным кислородом. Это единственный случай из имеющихся комбинаций.

Климат района отличается более холодным зимним сезоном, чем в других районах, что связано с преобладанием зимой северо-восточных ветров, средняя скорость которых может достигать 8 м/с, что приводит к понижению температуры воздуха. Поэтому средняя январская температура колеблется в отдельных частях района от +2 до +7°C. Летом господствуют ветры с западной составляющей и скоростью 2,3 – 4,8 м/с, а температура воздуха в июле поднимается до значений характерных другим районам – +20°C. Относительная влажность воздуха зимой изменяется от 72 до 86%, в летние месяцы – от 67 до 81%. Атмосферных осадков выпадает больше, чем в большинстве других районов, но меньше, чем в Восточном. В среднем их годовая сумма составляет 500 – 800 мм.

Циркуляция вод определяется, заходящей сюда с юго-востока, теплой ветвью ОЧТ, поэтому по величине поверхностной температуры воды район уступает лишь Восточному. В феврале она равна +7,5-8,5°, августе – 23,5-24,8°C. Значения солености почти не отличаются от других районов, изменяясь от 18 – 18,2‰ в зимний период, до 17,8 - 18‰ в летний. Биомасса планктона достигает здесь наибольших для всей исследуемой акватории значений – от 200-400 мг/м<sup>3</sup> в мористой части района до более 400 мг/м<sup>3</sup> вблизи Керченского пролива и у кавказского побережья. Поэтому Северо-восточный район можно отнести к самым высокопродуктивным районам Черного моря, включая и северо-западную шельфовую область.

## **ВЫВОДЫ**

Выделенные районы, как свидетельствуют результаты исследований, отличаются типичными для каждой акватории количественными показателями, характером и комбинацией взаимосвязей между океанологическими характеристиками морской воды. Это позволяет считать каждый район обособленным природным образованием, или геосистемой. В тоже время, во всех районах на относительно однородном фоне, прослеживаются неоднородности меньшего пространственного масштаба. Их наличие дает основание к выделению таксонов более низкого ранга.

Сравнение результатов проведенного районирования открытой акватории Черного моря с аналогичными схемами других авторов обнаруживает как некоторые черты сходства, так и существенные различия, выражающиеся в различном количестве районов и их пространственном положении. Это свидетельствует о незавершенности разработки проблемы физико-географического районирования, присутствии во всех подходах субъективного фактора. Представляется, что проведенные исследования позволят усовершенствовать методику районирования, добавив в нее, кроме анализа отдельных природных компонентов, взаимосвязи между ними.

### Список литературы

1. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация. М.: Мысль, 1986. 238 с.
2. Скребец Г.Н., Дьячек А.В. Физико-географическое районирование северо-западной части Черного моря по корреляционным связям // Україна: географічні проблеми сталого розвитку. Зб. наук. праць в 4-х т. Київ: Обрії, 2004. Т. 2. С. 74 – 75.
3. Black Sea Environmental Programme (BSEP) Geographic Information System Working Party. The Black Sea GIS, 1982-1996.
4. Сорокин Ю.И. Черное море: Природа, ресурсы. М.: Наука, 1982. 217 с.
5. Скребец Г.Н., Глушко А.И., Кудрянь Е.А. Количественный анализ природного разнообразия северо-западной части Черного моря // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2011. Т. 24 (63), № 3. С. 62-74.
6. Скребец Г.Н. Оценка природного разнообразия открытой акватории Черного моря // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2012. Т. 24 (65), № 3 С. 64-72.
7. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена [Электронный ресурс]. 2017 - URL: <https://math.semestr.ru/corel/spirmen.php>
8. Океанографический атлас Черного и Азовского морей. К: ДУ «Держгидрографія», 2009. 256 с.
9. Вылканов А., Данов Х. Черное море. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 408 с
10. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. М.: Мысль, 1999. 400 с.

## PHYSICO-GEOGRAPHICAL ZONING OF THE OPEN WATERS OF THE BLACK SEA WITH THE HELP OF CORRELATION ANALYSIS

*Skrebets G. N., Pavlova S. M.*

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

*E-mail: skrebets@yandex.ru*

Correlation maps of phytoplankton biomass and physical and chemical characteristics of the surface water layer of the Black sea open water area are compiled and based on them physical and geographical zoning is performed. There are five areas with quantitative indicators typical for each water area, the nature and a combination of relationships. Their brief description is given.

The Western region is characterized by direct, mostly close connections of phytoplankton with all indicators of natural conditions, which distinguishes it from its neighboring areas. The strongest links can be seen in the Central part of the district. Here, the correlation coefficient values are more than 0.7. To the periphery of the link is weakening, but generally to the average values.

South-West area, in contrast to the West, a strong relationship is not inherent. In the Northern and middle parts middle and close to average (0,4-0,6) direct connections of phytoplankton with dissolved oxygen and phosphates are noted. When water temperature exists, but different in sign: in the North-Eastern part of the – medium straight (0,5-0,6), which, weakened, replaced by the opposite medium (–0,5-0,7) and even strong (>0,7) in the extreme South-West of the district. The relationship with salinity is generally negative with values that vary widely (from -0.2 to > -0.7).

The Central district is characterized by both close and backward connections. The "core" of the district is formed by the feedbacks of phytoplankton biomass with water temperature. The highest rates are observed here ( $-0.5$ - $0.7$  and  $> -0.7$ ). To the periphery, they are replaced by direct medium-sized bonds (up to  $0.6$ ). Other characteristics of the dominant lines on the reverse.

Eastern district, similar to the West, stands out everywhere direct and significant ties. In the Central part there are strong connections of plankton biomass with natural conditions. Here, the correlation coefficient values reach  $0.7$ - $0.9$ . To the periphery they gradually fall to the middle and only near the boundaries of the district, especially in the East go to the category of weak.

The North-Eastern region is unique in the advantage of backward connections over the straight lines, and in a separate case – their absence. Direct connections of phytoplankton are observed only with water temperature. And reach a record for the entire study area values of  $0.8$ - $0.9$ . With salinity and phosphate connection, a reverse from very weak to the external boundaries of the district, to medium ( $-0.5$  to  $0.7$ ) and strong ( $> 0.7$ ) near the coast. Almost not expressed relationship with dissolved oxygen.

### References

1. Berl'ant A.M. Obraz prostranstva: karta i informacija. M.: Mysl', 1986. 238 s.
2. Skrebec G.N., D'jachev A.V. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie severo-zapadnoj chasti Chernogo morja po korrelyacionnym svyazjam // Ukraina: geografichni problem stalogo rozvitku. Zb. nauk. prac' v 4-h t. Kiev: Obrii, 2004. V. 2. P. 74 – 75.
3. Black Sea Environmental Programme (BSEP) Geographic Information System Working Party. The Black Sea GIS, 1982-1996.
4. Sorokin Ju.I. Chernoe more: Priroda, resursy. M.: Nauka, 1982. 217 p.
5. Skrebec G.N., Glushko A.I., Kudrjan' E.A. Kolichestvennyj analiz prirodnoho raznoobrazija severo-zapadnoj chasti Chernogo morja // Uchenye zapiski TNU im. V.I. Vernad'skogo. Serija: Geografija. 2011. V. 24 (63). no 3. P. 62-74.
6. Skrebec G.N. Ocenka prirodnoho raznoobrazija otkrytoj akvatorii Chernogo morja // Uchenye zapiski TNU im. V.I. Vernad'skogo. Serija: Geografija. 2012. V. 24 (65). no 3. P. 64-72.
7. Koeficient rangovoj korrelyacii Spirmena [Elektronnyj resurs]. 2017 - URL: <https://math.semestr.ru/corel/spirmen.php>
8. Okeanograficheskij atlas Chernogo i Azov'skogo morej. K: DU Derzhgidrografija, 2009. 256 p.
9. Vylkanov A., Danov H. Chernoe more. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 408 p.
10. Zalogin B.S., Kosarev A.N. Morja. M.: Mysl', 1999. 400 p.

## THE NATURAL RESOURCES FACTOR INFLUENCE ON THE INDUSTRY FORMING PROCESS IN ASTRAKHAN REGION

*Kondrashin R. V., Valov M. V., Barmin A. N., Eroshkina O. S., Probst E. N.*

*Federal state budget educational establishment of higher education «Astrakhan State University»,  
Astrakhan, Russian Federation*

*E-mail: m.v.valov@mail.ru*

The main industrial-resource components potentials of Russian Federation Astrakhan region situated on the southwest part of Eastern-European plain within Peri-Caspian lowland the northwest part are shown in this article. Also their modern state, development perspectives, influence on economic and ecological region safety are analyzed, on the basis of which industrial-resource division into districts was carried out as a result of which 5 industrial-resource districts were distinguished: South, Pre-flood, Southwest, Northeast (forming), North.

**Keywords:** natural-resource potential, industrial-resource division into districts, economic and ecological region safety.

### INTRODUCTION

The research area is in the southeast of East European plain within the northwest part of the Peri-Caspian lowland, the Volga and Akhtubia flood - land and the Volga delta expanse of which in Astrakhan region is over 400 km and the Volga occupies a nodal position in the Peri-Caspian cavity suture zone of pre cambrian East European platform and Karpinsky range of the epi-Hercynian Peri-Caucasian platform.

Numerous fundamental researches and scientific publications of regional, geological and natural resources character convincingly prove that Astrakhan region has a diverse and significant natural raw materials, which can make a strong basis for successful development of industrial production branches majority [1]. In spite of an insufficient knowledge of the region geological structures on the availability of various mineral deposits, it can be referred to one of the richest and economically perspective regions of Russia, Peri-Caspian region countries, Europe and Asia that adds the status of the international significance to this problem. It is necessary to refer to the hydrocarbonic and mining-chemical raw material, water and biological resources to the most significant Astrakhan region resources.

### THE PRESENTATION OF THE MAIN MATERIAL

#### **Hydro carbonic raw material**

Hydro carbonic raw material development is the basic branch of Astrakhan region modern industry that has predetermined a quick growth of fuel industry and gas chemistry in the last decade. Five deposits in Mesozoic and two gascondensate deposits (GCD) are detected in Paleozoic sediments according to N.I. Voronin data in the region territory [2]. Four deposits among them are in development:

Astrakhan (the following ingredients enter into the compound of gas: methane gas is 54%, hydrogen sulfide is 22-24%, carbonic gas is 19-22%; one cubic metre of gas

contains on the average 250 gr of condensate), Beshkul (the Beshkul oil deposit is developed by the Open Company « LUKOIL - Astmorneft ». Extraction has made 261 thousands of tons in 2001, extracted oil resources was 230,0 thousands ton in 2017). Promyslovskoe (the Promyslovskoe gas deposit is developed by the Open Company «LUKOIL-ASTMORNEFT»). Extraction was 22,3 million cubic meters. The gas safety reserves at extraction about 20 million cubic meters is 15 years in one year. The industrial reserves of gas is 309 million cubic meters. North-Shadzhinskoe (Development of the North-Shadzhinskoe GCD was made by the Open Company "LUKOIL-ASTMORNEFT" in 1999. The gas extraction was 10,2 million cubic meters. The industrial reserves of gas ( $C_1$ ) was 1736 million cubic meters and categories ( $C_2$ ) was 2065 million cubic meters. The industrial reserves safety will be more than 80 years at systematic extraction of gas about 20 million cubic meters in a year. The Bugrinskoe gas deposit keeping a hydrogen sulfide, is not equipped for gathering and hydrosulphuric gas transport, therefore it is in preservation (condensate reserves of category  $C_1$  average 0,3 million tons;  $C_2$  is 0,2 million tons. The gas reserves average 1263 million cubic meters [3].

The Verbluezhie oil deposit is in investigation (Oil of the Verbluezhie deposit according the parameters (density, viscosity, paraffinicity) demand the use of special development methods). There is also the Alekseevskoe (the Alekseevskoe GCD (Elenovskaya square) in the investigation stage, the gas condensate long fallow was detected in 1998 in the coal sedimentation on the depth of 3900-4100 m. The gas reserves of category  $C_1$  were 7,5 billion cubic meters,  $C_2$  was 5,5 billion cubic meters, the GCD is in 75 km to the north - east of Astrakhan. Gas inflows were obtained from coal deposits on Tabakovskaya area (The reserves were about 9,0 billion cubic meters).

The Astrakhan region is the owner of the sour gas-condensate field largest in Europe (SGCD), exploitation of which has appreciably stipulated a quick growth of the Volga region area fuel and energy complex. Astrakhan SGCD resource base (Astrakhan SGCD raw-material base has allowed to receive only more than 11 million cubic meters of natural gas in 1999, and also about 3 million tons of sulfur, and at the subsequent processing to put to the Russian firms about 457,8 thousand tons of gasoline, 510 thousand tons of diesel fuel. In the long term, in connection with significant production of Western Siberian gas deposits and their cost price rise, Astrakhan region can become a sole exporter of natural gas to Western Europe on a category ( $A+B+C_1$  and  $C_1$ ) that is 2565 billion cubic meters in the left-bank part and 88,980 billion cubic meters in the right-bank. Global experience shows, that development of power resources new sources is capable to become an economic cradle for the macroeconomic development, and it fully responds the strategic interests of Russia economic security and is capable as a result of their, many years service to satisfy requirement of inner customers in power resources [3].

### **Sulfur**

It is an important strategic chemical raw material having wide spread use in main chemistry branches and effecting fertilizers artificial production (The sulfuric polyfoam which apply at laying pipe lines and highways was made in Canada; the sulfur concrete and sulfuric polyfoam is used in construction). Together with positive industrial functions there are obvious negative exploitation consequences of this raw material sort. The

ecological strength on adjacent territories increases at extraction and further processing [2].

### **Fine salt**

The special geological conditions connected with salt tectonics occurrence, have allowed to speak about the unique complex of deposits in the territory, adjoining lake Baskunchak. One of the world largest deposits of fine salt high-quality is connected with this lake (chloric sodium content is 98%). Salt is deposited up to the depth of 600 m on the geological data, alternating with clays and sands shifts. Surface groundwater nourishing the lake, which waterproof layer, is the rock salt, postponed 240 million years back at the bottom of shallow under-perm basin, 800-900 thousand tons are annually brought. The salt brine of high mineralization is a strong brine salinity of which is 300‰ in conditions of the arid climate, at high evaporation power and minimum rainfall (250-270 mm) on lake surface. From all fine salt used in Russia, 80% is in Baskunchak. Mine salt of three kinds are extracted: novosadka, granatka (the quaggy crystalline mass) and chugounka (the dense stone mass which is necessary to grinde).

Besides the Baskunchak salt on the territory of bordering on the steppe ilmens to the west from Astrakhan, along Astrakhan – Elista line fine salt industrial extraction is carried out. These deposits are not significant according to the volume and recede on salt quality, they are used for the technical purposes (as a means of snow and glaze clearing) [4].

### **Bromine-containing salt**

Industrial reserves of bromine are found in Baskunchak strong brine (extraction productivity is 2,0-2,5 thousand tons per year). It is the most valuable raw material for the chemical industry. On the available data, the unique firm of Russian joint-stock company "Halogen" (the Perm region) mines 500 tons/year that fails to meet Russian economy requirements. This deposit is considered the cost effective with average concentration on bromine 350 grams/cubic meters worldwide criteria. Technical bromine, carried out of this raw material, can be applied in production of the vitamins, medicine, dyes, freons, reagents, antipyrines. Elementary bromine is used for water disinfection (instead of chlorine), as a bleach or a chemical reagent. There are deposits of potash salts with a reserve of 420 million tons under forecasts in the area of bordering on the steppe ilmens.

### **Mineral raw material for construction materials operations**

Brick clay and sand (including glass sand) are widely used and besides hydrocarbonic raw material, fine salt and sulfur in Astrakhan region are practically mined everywhere. It has stipulated progressive development of construction materials industry. About 90 deposits of fusible argillaceous rocks were revealed, suitable for brick-tile manufacture in the region territory however only 19 of them are actively used (Bakhtemirskoe, Kamyzyakskoe, Zelenginskoe, Sredneie, Yaksatovskoe, Krasnoyarskoe and others). There are five deposits of inundable clay which are valuable local construction materials for expanded clay manufacture (the Trusovskaya deposit, Tuguchinskoe and others). Industrial sands which are widely spread in the region territory are industrially reclaimed only in Streletskoe. Glass sands (the Tatar Bashmakovka) which are processed here in a

Glass Factory have industrial value or served as raw material on fiber glass factory (Astrakhan) [2].

### **Gaizes**

Gaizes main deposits are in the north part of the region - Kamennyarskiy (the Chernoyarsk administrative region) and Baskunchak (the Akhtubinsk administrative region). Total reserves of 28 deposits are taken into account by balance exploration by category A+B+C<sub>1</sub> are 47066 thousand cubic meters. Safety reserves are approximately 50 years. The Kamennyarsk gaize deposit, both on a resource potential, and on raw material quality can be referred to unique ones. These gaizes are characterized by a high clearness and homogeneity of consistence, the wide selection of commercial products can be obtained from them, capable to satisfy chemical industry requirements of South federal district in absorption materials, liquid glass, silicagel, etc. The products corresponding to artificial sorbents on properties from gaizes of the Kamennyarsk deposit can be obtained with a help of simple activation and modification technologies. In this respect they can be considered as the raw material which are alternate to natural zeolites industrial deposits of which are absent within European part of Russia. Absorption production use will allow to solve problems of environment preservation— drinking and commercial waters purification from harmful contamination, a drying and cleaning of sour gases, liquids and others [3].

### **Gypsum**

The Baskunchak deposit of gypsum refers to the category of large and is developed by joint-stock company " Mineral " and German Knauf company. Milled raw gypsum and gypsum stone which is produced on the enterprise has wide use in Astrakhan region.

Land resources are the natural basis for industrial-agricultural cycle stipulating the main industrial complex specialization of Astrakhan region. The agroclimatic resources quality is low, because of unfavorable natural factors in agriculture. It is possible to grow only drought-resistant cultures and cultures in the water impounding, however engineering arranged systems are not enough, and the fields water impounding constructed by the own account activities lead to soils salinization.

Brown soils along with light-brown alkali soils and salinas are mostly distributed. These soils can be used for cultivation of grain, vegetables and cucur bits under condition of water impounding. The most valuable are floodplain soils (meadow, ilmen-meadow, meadow-bog soils) which occupy large territories of the Volga-Akhtuba bottomland and the Volga delta. All region land reserves are 2910 thousand hectares. As a result of the extreme natural environment the region land reserves are involved in economic turnover only on 3/4. Residential area and industrial lands occupy 13 % of land reserves, and lands of agricultural use occupy 63 %.

Agriculturally used areas structure is specific: tilled areas are 12,1%, haylands are 13% and pastures are 74,8%. Two ways of pastures use are possible: animal agriculture development or lands cultivation and tilled areas expanding. The tillable lands percent in the agricultural land-use structure is insignificant, their usage degree is extremely low and it is impossible to raise it in the nearest future, as water impounding agriculture demands large investments, material and technical expenses.



### **Water resources**

Hydro resources essentially influence on Astrakhan industry distribution. Their main function is water and fresh water industrial production supply, an agriculture and the population. Water resources distribution on the region territory is inhomogeneous. The main part of potentially used water resources is at the south of region where Volga with its wide delta runs into the Caspian sea. However differences in water distribution are observed here too. Less quantity of water inflows the east part of the delta, in the system of the rivers Buzan and Akhtuba. Such inhomogeneous water resources distribution leads to the economic backlog of the delta east regions.

Simultaneously with it significant seasonal fluctuation of the surface runoff are noticed, and it makes specific allowances in other natural resources. Transport links and agricultural activity are difficult because of the river overflow. The bifurcation gate has been constructed (Narimanov town) with the purpose of equal aqueous runoff distribution within the river-delta part as main agricultural and industrial regions. However even these measures cannot provide progressive development of the east sector led to the unequal territorial structure formation of the industry.

The distinction of water resources distribution was clearly appeared in population distribution and industrial production. Territorial analysis has shown that the most typical connection of such objects is characterized by water resources contiguity, which parallelly carried transport functions. In this connection, typical expanse of territorial structure in Astrakhan region can be characterized as "at bed". Rising requirements of the modern industry in water resources marked increase of water-retaining plants (gas chemistry) will promote enterprise distribution of these branches in western sector of Volga delta where water resources supply will be maximum. The further shared use of transport and water resources industrial functions due to developed geopolitics and economic – geographical conditions, will lead to the inhomogeneous territorial development within Volga delta [5, 6].

Astrakhan region *Forest resources* are poor. The area coated with forest is 720 square kilometers, it is only 2% of the region territory, and 40% of forests set out artificially. The forest coated forbidden zones for economic use along the rivers is 67% of forested area, green zones are 25%. The field-safeguarding and soil-protective forests area exceeds 5 thousand hectares. Forest expanse of erosion-preventing designation play special ecological role. Forest resources use within the region is economically inexpedient in the industrial purposes. One of the profitable spheres of forest resources use is usage of them as recreation zones [7-9].

### **Recreational and balneological resources**

Recreation resources are a perspective source of budget replenishment. There are unique reserved places, historic and archeological monuments and educational tourism zones in the region. Essential possibilities of medical tourism are stipulated by the remedial muds and mineral waters existence. The big list of mineral waters, various on a chemical constitution and properties, including medical - drinking property has been found in the lake Baskunchak during exploration works. Medical muds deposits are

associated with the southern Astrakhan lakes (Tinaki) and in the north regions (Baskunchak).

Astrakhan region is rather perspective for revealing new large deposits of hydrocarbon raw material, fine and potash salts and construction materials, and for recreation resources use according to complex geological and ecologic-geographical evaluation. However, the exploration and natural resources development of the region is much lower due to its geographical remoteness from the central regions of Russia and uncomfortable climatic and natural conditions, than along the Volga economic region.

The following criteria have been put in industrial and resource classification basis: inner natural and economical and geographical differences between the separate areas; geological and geomorphological conditions; a composition, dimensions, quality and raw material properties and fuel within deposit; a structure and soils quality for economic use; territory development and people's living conditions; the transport system density; agglomeration perimeter of competent economic exploitation. These objects analyses allowed to carry out the industrial - resource classification of Astrakhan region as a result of which 5 industrial-resource regions were separated: South, Pripoimenniy (PreFloodlands), Southwest, Northwest, Boreal, North (see tab. 1).

The reclamation material resources of *South industrial - resource region* (SIRR) has the most remarkable influence of industrial production location. The SIRR is in the south of region within Volodarsky, Kamyzyaksky, Privolzhsky and the northeast part Ikryaninsky administrative regions (see fig. 1) and it is characterized by the fish use, as well as sea bioresources, on the adjacent waters of the Caspian sea, water and mineral resources (mostly brick clays), that is the natural base for fishing industry, industrial-land and industrial-building cycles of production development. Besides the SIRR has recreation resources where the unique deltoid visual environments and Astrakhan biospheric state reserve territories. In the SIRR complex the formed North Caspian resource block can be distinguished, which is adjoined to oil deposits, explored the Caspian sea shelf [10].

Table 1.

The industrial - resource regions (IRR) \* specialization

| The name of the IRR | Resources                                                                                               | Industrial functions                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| South               | 1. Fish (including sea biological) and pedologic<br>2. Brick earths, glass sand, water and recreational | 1. Industry regions and fishing and the food-processing industry centers formation (Kamyzyak, Volodarsky, Kirovsky, Nachalovo, Marfino, Tumak)<br>2. Astrakhan industrial agglomeration industrial-construction base (Yaksatovo, Kirpichny zavod, Steklozavod), tourism |

THE NATURAL RESOURCES FACTOR INFLUENCE ON THE INDUSTRY FORMING  
PROCESS IN ASTRAKHAN REGION ...

|                                                                                                                                            |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Located near floodlands                                                                                                                    | 1. Gas condensate with a high sulfur contents<br>2. Construction materials, water, balneological and soil (water -meadow) | 1. Gas, energy and chemical cycle of regional specialization production formation (Aksaraisk)<br>2. Specialized industrial-construction, land and industrial subdistricts and the centers formation (Enotaevka, Kharabali, Sasykoli, Selitrennoe, Narimanov), the balneological resort (Tinaki)                      |
| Southwest                                                                                                                                  | 1. Fish and soil resources<br><br>2. Hydrocarbonic, brick clays, water resources                                          | 1. Field regions and fish and food-processing industry centres formation (Ikryanoe, Oranjerei, Krasnye Barricady, Olya, Liman, Bakhtemir, Yamnoe, Lesnoe, Trudfront)<br>2. Gas, energy and chemical cycle formation (Jandyki, Liman), industrial and construction base of the international port (Promyslovka, Olya) |
| Northwest                                                                                                                                  | 1. Construction materials, soil, water resources<br>2. Hydrocarbonic (reclaim) resources                                  | 1. Center-forming functions of land-industrial and industrial-construction specialization centering (Nikolskoe)<br>2. Gas, energy and chemical cycle production perspective creation.                                                                                                                                |
| North                                                                                                                                      | 1. Fine salt, soil and construction materials<br>2. Mineral waters, recreation and balneological resources                | 1. Land-industrial regional specialization branch and Industrial-construction cycles formation (Akhtubinsk, Kamennyi Yar, Srednii and Nizhnii Baskunchak)<br>2. Recreational and balneological complex (Baskunchak) formation                                                                                        |
| * 1. – The main resources providing the specialized industrial functions;<br>2. – the minor resources supplementing the industrial complex |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Fishing industry resources, together with the land resources, must be considered as the central and region forming. Now as a result of the complex natural resources use which are available here, the given region can be designated as combined one.

Features of commercial operation have predetermined region differences: there are the southwest part (Nikitinsky bank), Kirovsky and the southeast part (the river Bushma), Tumak village. Construction material resources presume their use in the industrial purposes both inside region, and behind its borders (Yaksatovo, Kirpichny plant, Steklozavod).

SIRR north part deposits are the most profitable for exploitation where they compactly adjoin to the Astrakhan industrial agglomeration.

The *Southwest industrial - resource region* (SWIRR) is in the southwest part of the region, within Limansky and Ikryaninsky administrative regions. The SWIRR resource

base is represented by various industrial resources (see fig. 1). Developed resources compound section precisely shows the center and region forming character of their influence on the industry territorial structure formation.

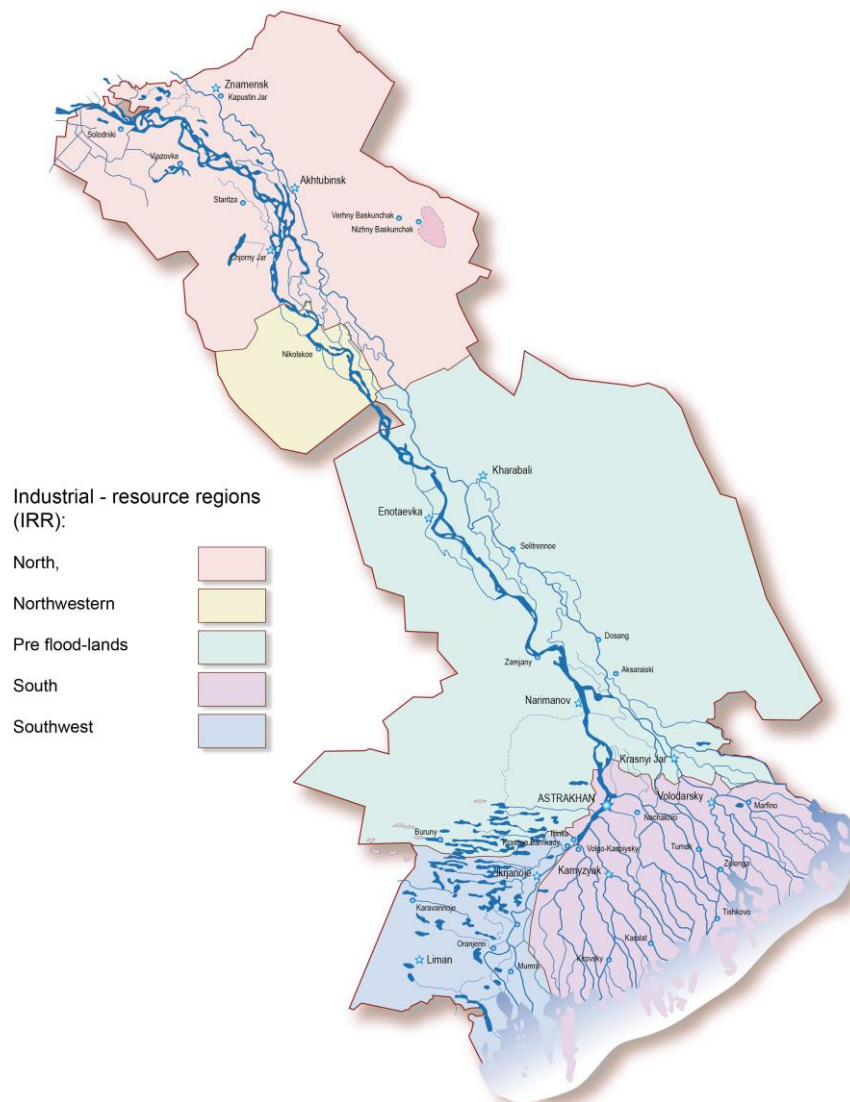


Fig. 1. Industrial and resource areas of the Astrakhan region

Fishing resources are naturally historically SWIRR developed resource base. The territory industrial structure was formed together with soil resources. The organized and regulated relations with industrial centers, existence of large and significant traffic arteries on the line of the Volga and Bakhtemir – the Volga-Caspian canal, allow to speak about a formed industrial axis Astrakhan – Olya. Industrial objects main specialization along this

axis is fishing and the food-processing industry with tender machine industry (Bakhtemir, Yamnoe, Lesnoe, Trudfront). The center forming processes were appeared here in sectioning of large specialized industrial objects (Ikryanoe, Oranjerei, Krasnye Barricades, Olya, Liman).

The SWIRR industry character development has predetermined two industrial - resource subdistricts separation – Promyslovskoe, which is combined with a specialization on construction materials and gas extraction, and Beshkulskoe, which is specialized on the oil recovery.

The Olya international port increasing importance, the industrial axis formation, production polarization in the delta western sector specifies the necessity of cheap local fuel resources use. The importance of already developed industrial sites against this economic background – Yandyki and Liman - will increase. Growing industry needs in production capacities and new manufacturing areas construction make possible industrial - construction resources resource base development represented by brick clays (Promyslovskoe).

*Near floodlands (PreFlood-lands) industrial - resource region (PFLIRR)* is located in Astrakhan region central part, to the north of the regional center within Enotaevsk, Kharabalinsk, Krasnoyarsk and Narimanovsk administrative borders. Industrial - resource subdistricts – Pravoberezhnyi, Kharabalinsky, Enotaevsky and North Astrakhan are distinguished in the territory of the PFLIRR. The resource factor influence is clearly in evidence as center forming by the example of the last sub-district. The unique largest exploited SGCD existence and alternate commercial deposits absence, inevitably leads to the territorial disproportion in the region development and to the production concentration in one industrial site (Aksaraisk).

Production concentration on the principle of integrated plant can bring wide economic benefits, however, along with it, the ecological stress on this and the adjacent territories will increase. The PFLIRR is located within Kharabalinsk, Narimanovsky, Krasnoyarsk and Enotaevsk administrative regions. Kharabalinsky subdistrict is the most prospective which is connected with the other region objects by Astrakhan – Moscow railway.

In the tectonic plan the subdistrict is within the northeast slope of the Astrakhan canopy and its border, adjoining on the southeast with the SGCD left-bank part, and in northeast with Verbluezhie deposit. The subdistrict is characterized by a wide salt tectonics reveal which has stipulated various kinds of oil and gas absorbers formation under saline complex (on depth 1500-3500 m). Perspectives are considered under Astrakhan canopy salt sediments (on depth 4200-5500 m).

It is possible to detect oil deposits on the given field – 250-300 million tons as the Kharabalinsky field is close to the region with the fixed industrial gas existence of subsalt and oversaline sediments. Probably the Kharabalinsky subdistrict will be considered as a highly specialized.

The PFLIRR Enotaevsky subdistrict occupies the territory from the bottomland of the Volga up to the borders with Kalmykia and is connected to the industrial centre with the Astrakhan - Volgograd federal road (see the application, fig.). In the tectonic plan the given subdistrict is located within the northwest part of the Astrakhan canopy and covers

partly Sarpinsky deflection territory, and in the southwest adjoins the SGCF right-bank part. It is possible to discover the oil deposits – 100-150 million tons as oil and gas existence in Astrakhan canopy subsalt sediments (on the depth from 4200 up to 5800 m) and in oversaline sediments (on the depth of 1500-3000 m) is predicted, taking into account the proximity to the Enotaevsky field to the right-bank part of the SGCF, and also to the Shadzhinsko-Bugrinsky zone gas deposits. The Enotaevsky subdistrict will be considered as a highly specialized raw. However the character of soil resources use in the combination with water resources rational use allows to make the supposition, that Enotaevsky and Kharabalinsky subdistricts can be used as raw-material bases for the industrial-land cycle [3].

It is necessary to pay attention to the other sorts of resources excavating in this region for the regular industry branch development– expanded clays and brick earths (Kosikinskoe), brick clays (Kharabali). The given resources recruitment phenomenon in the industrial revolution will allow to create potential industrial queues gas chemical combination on own region base. Sasykoli and Enotaevka industrial - construction resources were discharged as a result of exploitation. The human settlements relative separation is the main problem of the region which is called by a large water barrier – the Volga. As the result there was the inconvenient use of the right bank land full resources as the main industrial sites specializing on the agricultural production processing– Kharabali, the Selitrennoe are on the left coast.

It is necessary to discharge especially the North Astrakhan subdistrict. The North Astrakhan subdistrict specialization is expressed by the mass natural gas, condensate and sulfur extraction. The given subdistrict has no significant fish reserves and has no land resources, and water resources, together with power and chemical raw materials, allow to form here the branches of a gas, energy and chemical industrial cycle – this particularity defines its narrow specialization. One of the possible solutions is some industrial functions distribution on the dextral shore (Narimanov) in this situation [3-7].

The *Northwest industrial - resource region* (NWIRR) is in the northwest of the Astrakhan region, in the borders of Enotaevsky administrative region. Now the resource factor influence is described by the brick clays large deposits existence (Nikolskoe). It defines the specialized territorial frame development. The region-forming in the NWIRR is not represented, the center-forming functions are settled to its center – the Nikolskoe. The NWIRR is perspective now because of the significant explored reserves existence of hydrocarbonic raw materials (Bugrinskoe). This region use as the supplier of hydrocarbons will stipulate the combined character of its exploitation. The water and land resources existence allows to use it as a raw-material base for the industrial-land cycle.

The *North industrial - resource region* (NIRR) is in the north Astrakhan region, within Akhtubinsk and Chernoyarsk administrative regions. In the NIRR territory the Vladimirsky industrial - resource subdistrict can be distinguished, specialized on the construction materials extraction, and the Baskunchak industrial - resource complex – on the raw material extraction for food and chemical industry, the construction industry.

Center and the region forming processes are so called due to resource factor influence and were most brightly shown in this region.

It was precisely shown in the region center formation – especially in Akhtubinsk where on the developing territorial - branch units the transport-geographical and historical factors have influenced. As the result the block of food (land resources, mineral waters), industrial - construction branches were formed: brick clays (Akhtubinsk), limestone (Kubatausskoe). Region forming processes allow to discharge Cherny Yar the region center in a western part of the NIRR.

The resource factor influenced strongly the process of specialized territorial frames as an example of Baskunchak mineral complex organization. It is possible to discharge some resources groups here, suitable for all Astrakhan region industrial development. The industrial - construction (gypsum, flasks, marl, limestone, sandstone), mining-chemistry (fine salt and bromine-containing salt, mineral colors), food (mineral waters, fine salt), recreational (Bogdo and Baskunchak reservation) resources can be explored. The Baskunchak complex has become mining-chemistry, industrial-construction, industrial-land cycles raw-material base of production. Thus, some natural resources groups, in the Baskunchak mineral complex territory are fine combined and, practically, all of them have crucial importance in Astrakhan region specialization branches development [7, 11].

### **FINDINGS**

The natural resources development is at a stage of survey and investigation and restrained by the main industrial centers great distance (Astrakhan, Volgograd), developed transport net and infrastructure absence for whole North, Northwest and PreFlood-lands industrial - resource regions. The resource factor influence degree on the industry arrangement in these IRRS will depend on the highway and railways construction, building of new ones and the old manufacturing centers extend and labor rational use., It is necessary to underline the transport factor significance providing a connecting role between extraction stages and industrial raw material processing emphasizing the resource regions in the special territorial frames.

Astrakhan - Volgograd, Astrakhan - Moscow, Astrakhan - Makhachkala and Volga - Caspian sea transport axes do not only join with the resource regions to the industrial centre and the industrial processing center in Astrakhan, but also with such resource locales as the North Caucasus and the Middle Volga region, that affects region economic development (see the application, fig.).

To sum it up, it is necessary to mark such research significance as part of Astrakhan region industry complex analysis dividing the industrial - resource into districts. Firstly, this kind of division into districts have not been used yet with reference to the region territory; therefore, it has wide practical and scientific - methodical importance. Secondly, the economic assessment of the natural-resource potential will allow to define ways of economic and ecological ranking with the purpose of the perspective revealing and problem regions. Thirdly, the industrial - resource regions structural analysis promotes industrial complex branch direction adjustment and perspective economic development choice for the nearest time.

### **Reference**

1. Kondrashin, R.V. Razvitie i razmeshchenie promyshlennosti Astrahanskoj oblasti (geohkologicheskij analiz) (Manufacturing development and distribution of astrakhan region (geological analysis)): PhD thesis. Moskva: MGOU, 2004, 24 p. (in Russian)
2. Voronin N.I. Istoriya razvitiya zemnoj kory na primere yugo-vostoka Vostochno-Evropejskoj i severa Skifo-Turanskoj platform (History of Earth crust development as an example of southeast Eastern-European and north of Skifo-Turanskaya platform). Astrakhan: Pub. AGPI, 1994, 119 p. (in Russian)
3. Serebryakov O.I., Ermolina A.V. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvedki i razrabotki neftnyh i gazovyh mestorozhdenij gorizontnymi i naklonnymi skvazhinami (The current state and prospects of exploration and development of oil and gas fields by horizontal and inclined wells). Geology, geography and global energy, 2017, no. 1 (64), pp. 47-50 (in Russian)
4. Kurylenko V.V., Zelenkovsky P.S. Mestorozhdenie mineral'nyh soley oz. Baskunchak: geologiya, osobennosti sovremennogo solenakopleniya, mekhanizmy prirodno- i nedropol'zovaniya (Mineral Salt Lake Baskunchak: geology, features of modern salt accumulation, mechanisms of nature management and subsoil use). Bulletin of St. Petersburg University. Series 7. Geology. Geography, 2008, no. 3, pp. 17-32 (in Russian)
5. Valov M.V., Barmin A.N., Iolin M.M. Del'ta reki Volgi: vliyanie vedushchih faktorov landshaftnoj transformacii na pochvenno rastitel'nyj pokrov (Volga delta landscape transformation leading factors influence on soil plant cover). Astrakhan: Sorokin Roman Vasilievich, 2018, 140 p. (in Russian)
6. Valov M.V., Barmin A.N., Nevodchikov D.A., Karazhigitov M.A. Antropogennye agenty transformacii pochvenno-rastitel'nogo pokrova del'ty r. Volga: harakteristika, dinamika, sposoby racionalizacii (Anthropogenous agents of the Volga delta soil-plant cover transformation: characteristics, dynamics, ways of rationalization). Transactions bulletin of Crimea federal university V.I. Vernadskogo. Geography. Geology, T. 3 (69), no. 3-2, pp. 222-236 (in Russian)
7. Kondrashin R.V., Sarbaeva A.K. Kartografo-matematicheskij analiz neodnorodnosti landshaftov Astrahanskoj oblasti (Cartographo-mathematical analysis of Astrakhan region landscape inhomogeneity). Natural sciences, 2015, no. 4 (53), pp. 29-32 (in Russian)
8. Kochurov B.I., Antipova A.V., Kostovskaya S.K., Lobkovsky V.A. Kompleksnoe rajonirovanie territorii Rossii po ehkologicheskoi i social'no-ehkonomicheskoi situacii (Complex classification of Russian territory according to ecological and social-economic situation). Regional ecological problem, 2001, no. 5, pp. 17-26 (in Russian)
9. Mints A.A. Ekonomicheskaya ocenka estestvennyh resursov: nauchno-metodicheskie problemy ucheta geograficheskikh razlichij v ehffektivnosti ispol'zovaniya (Natural economic appraisal (Scientific-methodological problems of geographical differences records in utilization)). M.: Thought, 1972, 303 p. (in Russian)
10. Karabaeva A.Z., Kondrashin R.V., Bystrova I.V., Ermolina A.V. Osobennosti prirodno - resursnogo potentsiala i ih racional'noe ispol'zovanie v ehkonomie Astrahanskoj oblasti na primere Yuzhnogo promyshlennno-resursnogo rajona (Natural-resources potential specific features and their rational use in Astrakhan region economy as an example of South industrial-resource region). Astrakhan bulletin of ecological education, 2016, no. 4 (38), pp. 43-47 (in Russian)
11. Shuvaev N.S., Barmin A.N., Valov M.V., Mineev E.A. Sovremennaya tipizaciya vidov i konfliktov prirodopol'zovaniya (Conflicts modern typification of ecosystem exploitation). Astrakhan bulletin of ecological education, 2018, no. 2, pp. 63-70 (in Russian)

## **ВЛИЯНИЕ РЕСУРСНОГО ФАКТОРА НА ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

***Кондрашин Р.В., Валов М.В., Бармин А.Н., Ерошкина О.С., Пробст Е.Н.***

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет», Астрахань, Российская Федерация  
E-mail: m.v.valov@mail.ru*



В статье представлены основные составляющие природно-ресурсного потенциала Астраханской области Российской Федерации, расположенной на юго-востоке Восточно-Европейской равнины в пределах северо-западной части Прикаспийской низменности, рассмотрено их современное состояние, перспективы развития, влияние на экономическую и экологическую безопасность региона, на основании чего проведено промышленно-ресурсное районирование, в основу которого были положены следующие критерии: внутренние природные и экономико-географические различия между отдельными ее территориями; геологические и геоморфологические условия; состав, размеры, качество и свойство сырья и топлива в пределах месторождения; состав и качество почв для хозяйственного использования; освоенность территории и условия жизни людей; густота транспортной сети; административные границы, как условие грамотной экономической эксплуатации. Анализ этих объектов позволил провести промышленно-ресурсное районирование Астраханской области, в результате которого было выделено пять промышленно-ресурсных районов: Южный, Припойменный, Юго-Западный, Северо-Западный (формирующийся), Северный.

**Ключевые слова:** природно-ресурсный потенциал, промышленно-ресурсное районирование, экономическая и экологическая безопасность региона.

### Список литературы

1. Кондрашин Р.В. Развитие и размещение промышленности Астраханской области (геоэкологический анализ): Автореф. дис...канд. геогр. наук. М.: МГОУ, 2004. 24 с.
2. Воронин Н.И. История развития земной коры на примере юго-востока Восточно-Европейской и севера Скифо-Туранской платформ. Астрахань: Изд. АГПИ, 1994. 119 с.
3. Серебряков О.И., Ермолина А.В. Современное состояние и перспективы разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений горизонтальными и наклонными скважинами // Геология, география и глобальная энергия. 2017. № 1 (64). С. 47-50.
4. Куриленко В.В., Зеленковский П.С. Месторождение минеральных солей оз. Баскунчак: геология, особенности современного соленакопления, механизмы природо- и недропользования // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2008. № 3. С. 17-32.
5. Валов М.В., Бармин А.Н., Иолин М.М. Дельта реки Волги: влияние ведущих факторов ландшафтной трансформации на почвенно-растительный покров (монография) // Астрахань: Сорокин Роман Васильевич, 2018. 140 с.
6. Валов М.В., Бармин А.Н., Неводчиков Д.А., Каражигитов М.А. Антропогенные агенты трансформации почвенно-растительного покрова дельты р. Волга: характеристика, динамика, способы рационализации // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. Том 3 (69). № 3-2. С. 222-236.
7. Кондрашин Р.В., Сарбаева А.К. Картографо-математический анализ неоднородности ландшафтов Астраханской области // Естественные науки. 2015. № 4 (53). С. 29-32.
8. Кочуров Б.И., Антипова А.В., Костовская С.К., Лобковский В.А. Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации // Проблемы региональной экологии. 2001. №5. С.17-26.
9. Минц А.А. Экономическая оценка естественных ресурсов: научно-методические проблемы учета географических различий в эффективности использования // М.: Мысль, 1972. 303 с.
10. Карабаева А.З., Кондрашин Р.В., Быстрова И.В., Ермолина А.В. Особенности природно - ресурсного потенциала и их рациональное использование в экономике Астраханской области на примере Южного промышленно-ресурсного района // Астраханский вестник экологического образования. 2016. № 4 (38). С. 43-47.
11. Шуваев Н.С., Бармин А.Н., Валов М.В., Минеев Е.А. Современная типизация видов и конфликтов природопользования // Астраханский вестник экологического образования. 2018. № 2. Вып. 44. С. 63-70.

### РАЗДЕЛ 3. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 550.4.02

#### АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЕТОКСИКАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БЕЛОГОРСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

*Алексашкин И.В., Дубас В.В.*

<sup>1</sup>*Таврическая академия (структурное подразделение), ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Российская Федерация  
E-mail: [aligor@rambler.ru](mailto:aligor@rambler.ru), [VD@gmail.com](mailto:VD@gmail.com)*

Тяжелые металлы (далее – ТМ) являются одной из основных проблем загрязнения почв на Крымском полуострове. Нерациональное применение методов ведения сельского хозяйства привели к неблагоприятному состоянию пахотных почв, распространенные в пределах Русаковского сельского поселения, Белогорского р-на не являются исключением. В целях предупреждения возможной токсикации ТМ продукции выращиваемой на землях сельского поселения и дальнейшего ее распространения в трофические цепи было проведено агрохимическое обследование южной части территории сельского поселения.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, агропроизводственные группы почв, известкование, гипсование, органические и минеральные удобрения, глинистые минералы.

#### ВВЕДЕНИЕ

Разработка методов и мероприятий по детоксикации тяжелых металлов (далее – ТМ), повышенное содержание которых может наблюдаться в различных по составу и условиям формирования почвах, является необходимым условием при активном развитии полеводства, в особенности при выращивании на таких почвах зерновых и эфиромасличных культур. Для реализации данного условия необходимо проведение специальных исследований, направленных на изучение эффективности действия тех или иных существующих методов детоксикации на определенных почвах и приуроченных к ним сельхозугодьях.

Целью настоящей работы является анализ существующих методов детоксикации и установление возможности их применения на сельскохозяйственных угодьях с определенными агрохимическими условиями.

Для реализации поставленной цели в работе выполняются следующие задачи:

- 1) Выявление особенностей применения тех или иных методов детоксикации ТМ в зависимости от их факторов миграции.
- 2) Установление целесообразности использования предложенных методов детоксикации ТМ на почвах сельхозугодий Русаковского сельского поселения, Белогорского р-на, Республики Крым.

В пределах Белогорского района Республики Крым выделяется 14 почвенных видов и комплексов, среди которых преобладают черноземы карбонатные и южные (48% площади района), дерново-карбонатные, горно-лесные (бурые) и горно-луговые черноземовидные почвы (на яйле) [4, с. 16]. Предгорные черноземы активно используются в сельском хозяйстве. Большая их часть занята под полевые севообороты, сады и виноградники [9, с. 69]. Наиболее плодородны черноземы предгорные выщелоченные, которые распространены преимущественно в понижении между Внутренней и Внешней куэстовыми грядами [3, с. 75].

В геоморфологическом отношении территория Русаковского сельского поселения (далее – СП) входит в пределы области куэстового предгорья Крымских гор, и приурочена к району внутренней (средней) куэстовой гряды [5, с. 9]. Благоприятное местоположение, плодородные почвы, климатические и прочие условия, еще в советские годы определили направление хозяйства в качестве многоотраслевого с развитым полеводством (включая выращивание эфиромасличных культур).

Таким образом, объектом исследования являются почвы, распространенные в пределах южной части Русаковского СП, Белогорского р-на, Республики Крым, а предметом изучения следует считать методы детоксикации ТМ.

Последнее специализированное обследование агропроизводственных групп почв на территории СП проводилось в 1998 г, при этом концентрации тех или иных ТМ содержащихся в почвах не определялись. Проведенное авторами исследование носило экспериментально-исследовательский характер и осуществлялось исключительно в научных целях.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Почвенные пробы отбирались методом конверта, с глубины 0-20 см (рис. 1.), где наблюдается максимальная концентрация загрязняющих веществ, поступивших в почвы техногенным образом. Ввиду ограниченности ресурсов, точки отбора проб были установлены по одной на элементарную единицу площади, размеры которой были установлены в зависимости от общей площади участка (в га) (табл. 1).

Алгоритм отбора проб представлял собой следующее: отобранные образцы из контрольных 4 точек по периметру и одной в центре перемешивали сначала каждую по отдельности, а затем, отбирая из каждого образца около 200 г., создавали среднюю смешанную пробу.

Места для отбора проб были выбраны в основном близ потенциальных источников загрязнения ТМ (автодорога, военный объект, населенный пункт). Несколько одиночных точек отбора проб (с 11-14, 40) были установлены непосредственно вдоль единственной дороги, ведущей в/из населенного пункта. В отличие от вышеописанных, точки отбора проб с 30-34 и с 35-39 были установлены, наоборот, на некотором удалении от потенциальных источников загрязнения.

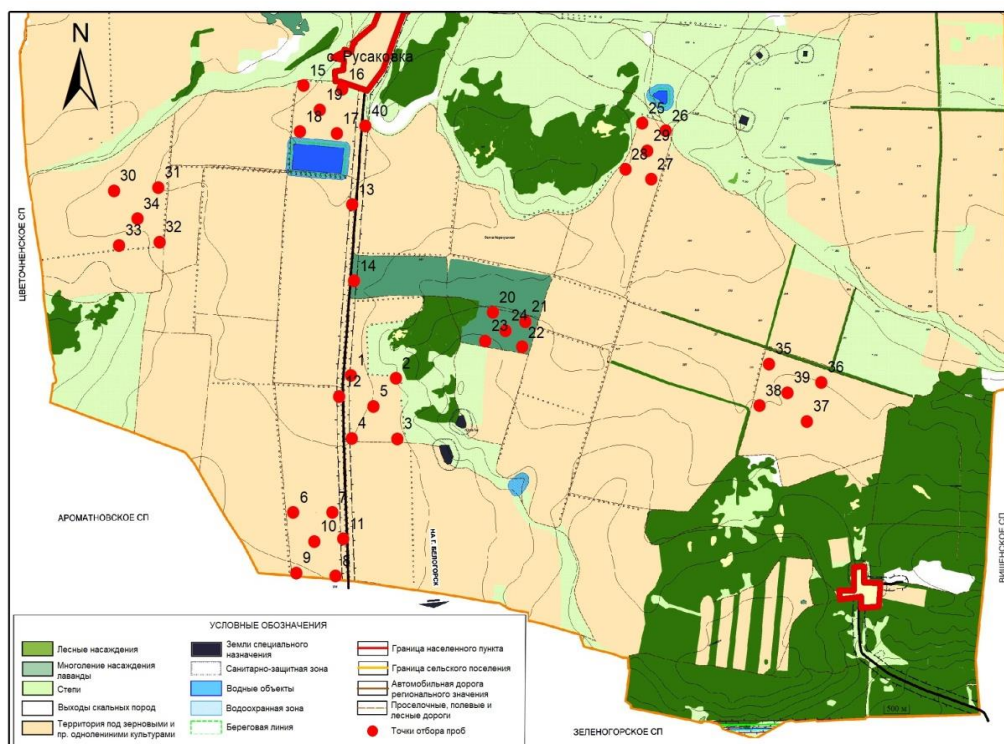


Рис. 1. Расположение точек отбора почвенных проб. Составлено авторами статьи

Таблица 1.

Общие сведения об исследуемой территории

| № точек отбора проб | Собщ.исследуемого участка, га | Размер элементарной единицы S, га | Название почвы                                                                                             |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-5                 | 19,8                          | 4,95                              | Чернозем карбонатный слабощебнистый слабосмытый на щебнистых отложениях (известняк и мергель с 50 – 80 см) |
| 25-29               | 10,1                          | 2,53                              |                                                                                                            |
| 6-10                | 19,9                          | 4,98                              | Чернозем предгорный карбонатный на палево-бурой сильнокарбонатной легкой глине                             |
| 15-19               | 14,6                          | 3,65                              |                                                                                                            |

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЕТОКСИКАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПОЧВАХ  
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БЕЛОГОРСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Продолжение таблицы 1.

| № точек отбора проб | Собщ. исследуемого участка, га | Размер элементарной единицы S, га | Название почвы                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20-24               | 11,9                           | 2,98                              | Чернозем карбонатный маломощный средне- и сильнощебнистый слабосмытый на щебнисто-каменистых отложениях (известняк и мергель с 50 – 100 см) |
| 35-39               | 12,6                           | 3,15                              | Чернозем карбонатный маломощный средне- и сильнощебнисто-каменистый слабо- и среднесмытый на известняке (с 50 – 80 см)                      |
| 30-34               | 17,1                           | 4,28                              | Дерново-карбонатная среднещебнистая слабо- и среднесмытая почва на известняке (с 25-50 см)                                                  |

Проведенный агрохимический анализ включал в себя установление следующих параметров:

- подвижный фосфор (в виде  $P_2O_5$ );
- обменный калий (в пересчете на  $K_2O$ );
- реакция почвенной среды (pH);
- количество органического вещества;
- концентрация  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ .

С помощью метода инфракрасной спектроскопии (далее – ИКС) осуществлялся анализ почв в целях установления их химического состава [9, с. 24]. ИК-спектры регистрировались на ИК-Фурье спектрофотометре Spectrum Two, производства компании PerkinElmer, в диапазоне  $4000 - 400 \text{ см}^{-1}$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Чрезмерная нерациональная эксплуатация земель в сельском хозяйстве (внесение удобрений, орошение водами низкого качества и т.п.) ведет к непосредственному увеличению концентраций ТМ в почвах до уровней, превышающих ПДК, а в некоторых случаях даже в несколько десятков и сотен раз. Всем известен тот факт, что продукция растительного характера, которая была выращена на почвах, казалось бы, даже с незначительным уровнем загрязненности, способна оказывать негативное воздействие на здоровье человека в результате аккумуляции ТМ в организме [2, с. 125].

Установленные величины таких агрохимических показателей, как: подвижный  $P_2O_5$ , обменный  $K_2O$ , реакция среды (pH) и количество органического вещества позволяют смоделировать поведение ТМ, на основании чего отчасти устанавливается целесообразность применения тех или иных методов детоксикации ТМ. Результаты агрохимического анализа образцов с сельхозугодий Русаковского СП по данным показателям приведен в таблице 2.

Таблица 2.

## Результаты агрохимического анализа

| Агрохимический показатель        | Номер усредненной точки отбора проб / фактические точки отбора проб |          |           |           |           |           |           |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                  | 1/(1-5)                                                             | 2/(6-10) | 3/(15-19) | 4/(20-24) | 5/(25-29) | 6/(30-34) | 7/(35-39) |
| Подвижный $P_2O_5$ , мг/кг почвы | 10                                                                  | 6        | 10        | 8         | 14        | 17        | 11        |
| Обменный $K_2O$                  | 235                                                                 | 298      | 323       | 197       | 237       | 155       | 213       |
| pH актуальная                    | 8,1                                                                 | 7,5      | 7,7       | 8,1       | 8,0       | 8,3       | 8,2       |
| Органическое вещ-во, %           | 3,67                                                                | 4,11     | 4,46      | 3,02      | 6,0       | 5,64      | 3,45      |

Практически все существующие методы детоксикации ТМ в почвах нацелены на стабилизацию и снижение степени подвижности ТМ, в т.ч. переход из почвенной среды по трофическим цепям в человеческий организм. Процессы, вызванные увеличением значения pH, снижают степень подвижности ТМ в почвах. В свою очередь, с увеличением концентрации подвижных соединений Р в почве возрастает содержание труднодоступных для растений фосфатов ТМ [1, с. 31].

В весенний период (конец апреля 2018 г.) на территории Русаковского СП было проведено обследование агропроизводственных групп почв. В целом по территории содержание ТМ находится в пределах нормы, на грани превышения норм ПДК находятся концентрации свинца и цинка, установленные на некоторых участках сельхозугодий. Однако содержание меди в пахотных почвах некоторых сельхозугодий все же несколько повышено.

Концентрация  $Pb^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  находящаяся на грани превышения норм ПДК, наблюдаемая на некоторых участках пахотных почв, обусловлено самим расположением сельхозугодий, которые прилегают непосредственно к дороге и использованием техники при посеве зерновых (т.к. замеры проводились после посевных работ). Все это оказывает негативное влияние на качество будущей сельскохозяйственной продукции, в особенности сырьем для которой служат растения, выращенные вблизи дорог [6, с. 124].

Результатом несколько повышенной концентрации  $Cu^{2+}$  стало замедленное на общем фоне развитие растений, образование сухих пятен и отмирание листьев на зерновых произрастаемых в местах с повышенной концентрации меди. Данное явление можно объяснить тем, что в зависимости от агрохимических свойств и степени внесения минеральных и органических удобрений варьируется и концентрация ТМ. Из всех минеральных удобрений большее количество меди содержится в простом суперфосфате, а в 20 т навоза содержится 40 г меди [8, с. 89].

Реакция почвенной среды на территории Русаковского СП варьируется от близкой к нейтральной (pH=7,3) до щелочной (pH=8,3). В нейтральных и

слабощелочных условиях pH множество металлов осаждается, а аниогенные элементы наоборот обладают достаточно большой миграционной способностью. В сильнощелочных почвах металлы практически не мигрируют, к таким ТМ можно отнести Zn, Fe и др, в то время как например аниогенные элементы в числе которых Mo, наоборот обладают достаточно высокой степенью миграции [1, с. 29]. Медь является катиогенным элементом и в почвах с щелочной средой осаждается в форме карбонатов и основных солей и практически не мигрирует.

Для очистки почв от ТМ в зависимости от реакционной способности среды, часто применяют известкование и гипсование, а также вносят фосфаты, однако первый метод эффективен лишь для кислых и нейтральных почв. Соединения фосфатов обладают хорошей адсорбцией ионов  $\text{Cu}^{2+}$ , однако при этом наблюдается так же снижение доступности такого жизненно необходимого для растений микроэлемента как фосфор. В условиях щелочной среды почв, характерной для рассматриваемых сельхозугодий, казалось бы, целесообразно применение метода основанного на внесении гипса. Осаждаясь, катионы  $\text{Cu}^{2+}$  в ходе полимеризации не создают структурных связей с сорбентом, что позволяет закреплять ионы ТМ, тем самым стабилизируя их дальнейшую миграцию.

Однако все три рассматриваемых метода обладают значительным недостатком в применении на почвах сельхозугодий. Так, внесение в почвы удобрений, содержащих данные вещества, снижают урожайность зерновых и иных сельскохозяйственных культур, что связано с уменьшением степени доступности ТМ растениям даже в виде необходимых для их полноценного развития микроэлементов.

В дерново-карбонатных почвах нейтрализация меди происходит за счет повышенного содержания  $\text{CaCO}_3$ , который вступая в реакцию с  $\text{Cu}^{2+}$ , вызывает осаждение ионов меди и снижает степень ее подвижности. Однако дополнительное внесение карбонатов в почвы данного типа не вызывает повышение уровня урожайности.

Степень карбонатности почв позволяет определить метод ИКС, который был применен к пробам №13, 21, 30 (рис. 2). Данные пробы были отобраны отдельно от общего количества проб с глубины 0-40 см каждая. В данном случае целесообразно применять этот метод анализа для сравнения изменения степени карбонатности, в различных типах почв и культивируемых под разные виды сельскохозяйственных культур.

Для группы  $\text{CO}_3^{2-}$  характерно наличие на ИК спектре полос поглощения в области валентных колебаний  $1400 - 1460 \text{ см}^{-1}$  и менее интенсивных полос поглощения в пределах  $880 - 840 \text{ см}^{-1}$ . Деформационные колебания отражены в виде полос поглощения в пределах  $710-750 \text{ см}^{-1}$ , данная полоса поглощения так же является определителем почвообразующего минерала в группе карбонатов находящегося в составе образца [7, с. 108-110]. В данном случае это известняк, для которого характерно поглощение в области  $710-715 \text{ см}^{-1}$ .

Таким образом, видно, что больше всего карбоната содержится в образце №30, который был отобран среди дерново-карбонатной почвы подстилаемой известняком с глубины 25-50 см. Менее всего карбоната содержится в образце №13, отобранного

в пределах распространения чернозема предгорного карбонатного подстилаемого глиной более чем со 100 м. Образец №21 по степени карбонатности занимает промежуточное положение среди приведенных выше образцов.

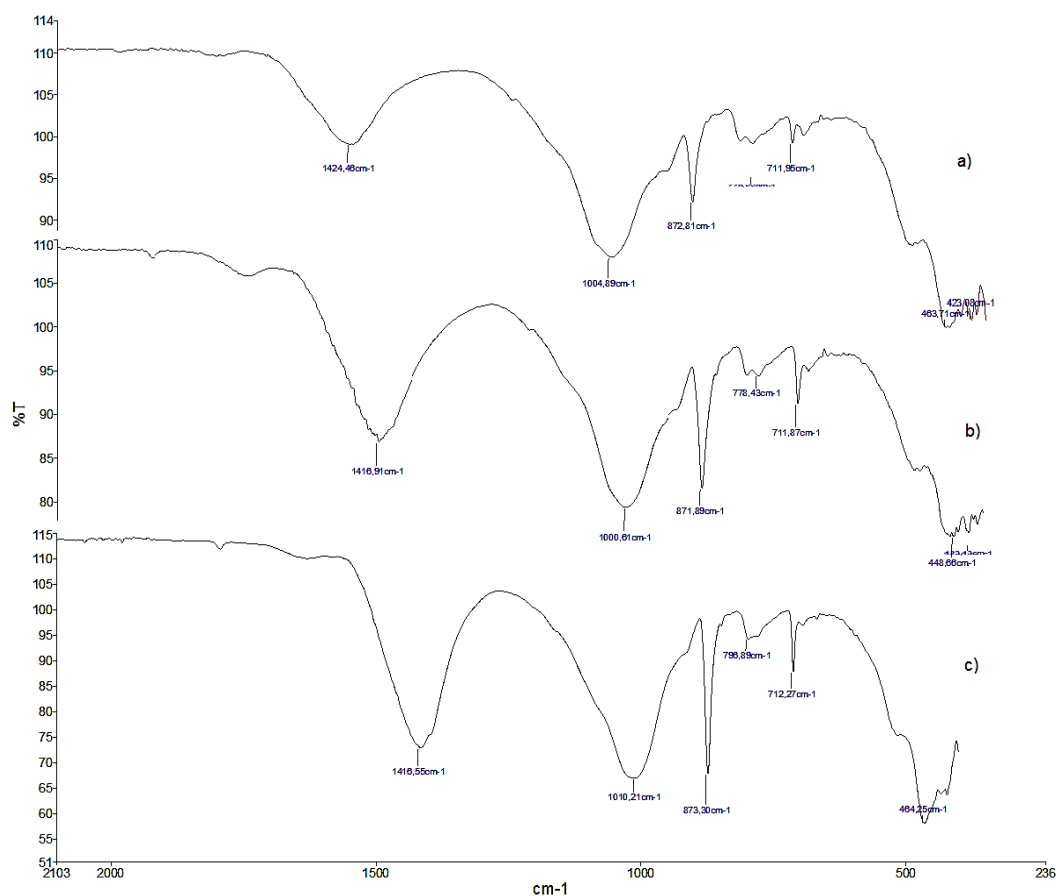


Рис. 2. ИК-спектры образцов почв (буквами обозначены: а) образец №13, б) образец №21, с) образец №30). Источник: составлено авторами статьи.

Особое значение среди факторов миграции ТМ имеет состав и количество органического вещества, содержащегося в почвах. Количество органического вещества в составе пахотных почв распространенных в пределах Русаковского СП варьирует в пределах от 3,65% до 5,8%. Органическое вещество по сравнению с минеральными компонентами почв значительно сильнее фиксирует ТМ потому как соединения комплексно-гетерополярных солей и сорбционные комплексы обладают значительно большей устойчивостью [1, с. 31]. Поэтому особой популярностью среди производителей, стремящихся к получению экологически чистого сырья, пользуются методы детоксикации ТМ, основанные на внесении органических удобрений, которые к тому же повышают уровень урожайности. В качестве адсорбента ионов ТМ чаще всего используют биогумус, однако результативность



данного метода в различных источниках описывается по-разному, что делает этот метод неоднозначным для применения именно в качестве детоксиканта ТМ.

В результате повышения значения pH, функциональные группы, содержащиеся в органическом веществе ( $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$ ,  $=\text{C}=\text{O}$  и др.) начинают диссоциировать и образовывать соединения ТМ с цитратами, оксалатами, гуминовыми и фульвокислотами. Образующиеся хелатные комплексы внутри которых содержатся ТМ наоборот способствуют их подвижности и доступности растениям. На основе использования данного принципа был разработан такой метод детоксикации ТМ как промывка почв. Однако на практике применение данного метода малоэффективно ввиду прочной связи ТМ с ППК. Кроме того, наличие в почве ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$  и гуминовых кислот способствует увеличению сорбционной емкости ППК, образованию фиксированных форм ТМ, а также активизирует защитные функции почв [1, с. 31].

Хорошими сорбентами ТМ являются и глинистые минералы. Они способны поглощать, фиксировать и иммобилизовать ионы ТМ. Наиболее подходящими являются минералы группы монтмориллонита и бентонитовые глины, кристаллическая решетка которых способна расширяться, поглощая тем самым большее ионов ТМ. Минералы группы цеолита способны поглощать различные соединения ТМ, а также вступать в реакции обмена, что способствует фиксации ТМ. Использование глинистого материала привлекает своей дешевизной и доступностью, а главное такой материал является экологически чистым и не оказывает еще большего негативного воздействия на живые организмы.

## ВЫВОДЫ

Применение и эффективность тех или иных методов детоксикации ТМ зависит непосредственно от агрохимических условий почвенной среды, а также от наличия и свойств самих ТМ. На территории Русаковского СП установленные нами агрохимические показатели варьировали по своему значению в значительной степени. Так, например, значения pH составили от 7,5 до 8,3, что означает изменение почвенной среды от практически нейтральной до щелочной. Количество органического вещества, от которого в большей части зависит плодородие почв варьировало в пределах от 3% до 6%.

Содержание ТМ в почвах находится в целом в пределах ПДК, несколько повышено содержание  $\text{Cu}^{2+}$ , что обусловлено систематическим внесением удобрений возможными разливами топлива при использовании техники в пределах сельхозугодья. Установленная нами методом ИКС степень карбонатности позволяет делать выводы о поведении  $\text{Cu}^{2+}$  в тех или иных условиях и целесообразности проведения дополнительного гипсования.

Некоторые из приведенных методов при правильных условиях применения способствуют инактивации ТМ поступающих в почвы в ходе ведения сельскохозяйственной деятельности. Кроме того, большинство существующих методов позволяют уменьшить степень подвижности ТМ, что делает выращиваемую на таких сельхозугодьях растительную продукцию и ее производные более безопасными для здоровья потребителей.

**Список литературы**

1. Алексашкин И.В., Дубас В.В. Внешние факторы миграции металлов в черноземах южных Крымского полуострова // Современное состояние черноземов: материалы II Международной конф. Т.2. Ростов-на-Дону, 24-28 сент. 2018 г. Таганрог: Изд-во Южного федерального ун-та, 2018. С. 28-32.
2. Алексашкин И.В., Дубас В.В. «Тяжелые металлы» - проблематика универсальности понятия // Научные горизонты. 2018. №4 (8). С. 119-128
3. Багрова Л.А., Боков В.А., Багров Н.В. География Крыма К.: Лыбидь, 2001. 300 с.
4. Драган Н. А. Почвенные ресурсы Крыма: научная монография. Симферополь: ДОЛЯ, 2004. 208 с.
5. Корректировка материалов крупномасштабного обследования почв КСП «Рассвет» Белогорского р-на Автономной Республики Крым: технический отчет / рук. Л.С. Мошковский. Симферополь, 1998. 61 с.
6. Орлов Д.С., Малинина М.С., Мотузова Г.В. и др. Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь-справочник. М.: Агропромиздат, 1991. 303 с.
7. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1976. 175 с.
8. Потатуева Ю.А., Сидоренкова Н.К., Прищеп Е.Г. Агроэкологическое значение примесей тяжелых металлов и токсичных элементов в удобрениях // Агрохимия. 2002. № 1. С. 85-95.
9. Экология Крыма / Ред. Н.В. Багров, В.А. Боков. Симферополь: Крымучпедгиз, 2003. 359 с.

**ANALYSIS OF THE METHODS OF DETOXICATION OF HEAVY METALS ON THE  
SOILS OF THE NORTHERNPART OF BELOGORSKY DISTRICT, THE REPUBLIC OF  
CRIMEA**

***Aleksashkin I.V.<sup>1</sup>, Dubas V.V.<sup>2</sup>***

***<sup>1</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation  
E-mail: aligor@rambler.ru***

***<sup>2</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation  
E-mail: victoriawinner.VD@gmail.com***

Heavy metals are one of the main problems of soil pollution on the Crimean Peninsula. The irrational use of farming methods has led to the fact that today a large part of the territory of the peninsula is not in a healthy state, and the arable soil that is widespread within the Rusakovsky rural settlement of the Belogorsky district is not an exception. Therefore, in order to prevent possible toxicization by heavy metals of products grown on the lands of a rural settlement and its further distribution into trophic chains, an agrochemical survey was conducted of the southern part of the territory of the rural settlement.

The established values of such agrochemical parameters as: mobile  $P_2O_5$ , exchangeable  $K_2O$ , pH and amount of organic matter make it possible to determine the behavior of HM, on the basis of which the feasibility of using certain methods of detoxifying heavy metals is partly determined.

The processes caused by the increase in pH value, reduce the degree of mobility of TM in soils. In turn, with an increase in the concentration of mobile compounds in the soil, the content of phosphates that are not easily accessible to plants increases.

To clean the soil from heavy metals, depending on the reactivity of the medium, liming and gypsum are often used, as well as phosphates, but all three methods under consideration have a significant disadvantage in the application of farmland on soils. For example, the application of fertilizers containing these substances into soils reduces the yield of grain and other crops, which is associated with a decrease in the availability of HM plants, even in the form of trace elements necessary for their full development.

The use and effectiveness of various methods for the detoxification of HM depends directly on the agrochemical conditions of the soil environment, as well as on the presence and properties of the heavy metals themselves. Some of the above methods, under the right conditions of use, contribute to the inactivation of HM entering the soil during agricultural activities. In addition, most of the existing methods make it possible to reduce the degree of mobility of HM, which makes plant products and their derivatives grown on such farmlands safer for the health of consumers.

**Keywords:** HM, agro-industrial groups of soils, liming, gypsum, organic and mineral fertilizers, clay minerals.

### References

1. Aleksashkin I.V., Dubas V.V. Vneshnie factory migracii metallov v chernozemah juznyh Krymskogo poluostrova // *Sovremennoe sostojanie chernozemov: materialy II Mezhdunarodnoj konf. T.2.* Rostov-na-Donu, 24-28 sent. 2018 g. Taganrog: Izd-vo Juzhnogo federal'nogo un-ta, 2018. P. 28-32. (in Russian)
2. Aleksashkin I.V., Dubas V.V. «Tjzhelye metally» - problematika universal'nosti ponjatija // *Nauchnye gorizonty.* 2018. no 4(8). p. 119-128. (in Russian)
3. Bagrova L.A., Bokov V.A., Bagrov N.V. *Geografija Kryma.* Kiev: Lybid', 2001. 300 p. (in Russian)
4. Dragan N. A. *Pochvennye resursy Kryma: nauchnaja monografija.* Simferopol': DOLJa, 2004. 208 p. (in Russian)
5. *Korrektirovka materialov krupnomasshtabnogo obsledovanija pochv KSP «Rassvet» Belogorskogo r-na Avtonomnoj Respubliki Krym: tehničeskij otčet / ruk. L.S. Moshkovskij.* Simferopol', 1998. 61 p. (in Russian)
6. Orlov D.S., Malinina M. S., Motuzova G. V. i dr. *Himicheskoe zagraznenie pochv i ih ohrana: Slovar'-spravochnik.* M.: Agropromizdat, 1991. 303 p. (in Russian)
7. Pljusnina I.I. *Infrakrasnye spektry mineralov.* M.: Izd-vo Mosk. Un-ta, 1976. 175 p. (in Russian)
8. Potatueva Ju.A., Sidorenkova N.K., Prishhep E.G. *Agroekologičeskoe znachenie primesej tjzhelyh metallov i toksichnyh jelementov v udobrenijah // Agrohimiya.* 2002. № 1. P. 85-95. (in Russian)
9. *Jekologija Kryma / Red. N.V. Bagrov, V.A. Bokov.* Simferopol': Krymuchpedgiz, 2003. 359 p. (in Russian)

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭКЗОГЕОДИНАМИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ  
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ, БЕЛАРУСЬ)**

*Гусев А. П., Федорский М. С., Калейчик П. А., Шаврин И. А.*

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Гомель, Республика Беларусь  
E-mail: andi\_gusev@mail.ru*

Работа посвящена изучению экзогенных геологических процессов в техногенно преобразованной геосистеме – пойме реки Сож в пределах г. Гомеля. Выполнен анализ динамики формирования массивов техногенных грунтов и преобразования рельефа. В течение 1985-2016 гг. был создан техногенный комплекс – городской микрорайон на техногенных грунтах. Выполнено картирование и экологическая оценка современных геологических процессов. В ходе исследований зафиксированы такие процессы, как подтопление территории, водная эрозия, суффозия, засоление почвогрунтов, эоловые и гравитационные процессы. Максимальное проявление геологических процессов наблюдается в экотоне между природными геосистемами – морено-зандровой равниной и поймой.

**Ключевые слова:** геологические процессы, динамика, техногенное преобразование, грунты, пойма.

**ВВЕДЕНИЕ**

Геологические процессы – это важный фактор, влияющий на жизнедеятельность людей, на состояние окружающей среды, на биосферу в целом. Технический прогресс приводит к постоянному усложнению технических систем, росту их энергонасыщенности и соответственно увеличению возможного ущерба при авариях, вызванных геологическими процессами [1, 2]. В урбанизированном ландшафте экзогенные геологические процессы играют важную роль как фактор, влияющий на геоэкологическую ситуацию. Активно протекающие геологические процессы могут вызывать повреждение коммуникаций, дорожных покрытий, каналов, влиять на миграцию загрязняющих веществ на земной поверхности, увеличивать риск аварий технических систем и т.д. Подавляющее большинство экзогенных геологических процессов относится к категории «неблагоприятных», т.е. не представляющих непосредственной угрозы жизни и здоровью городского населения, но осложняющих функционирование природно-технических урбогеосистем.

Различают природно-техногенные геологические процессы – это природные процессы, которые количественно и качественно трансформированы деятельностью человека, и техногенные геологические процессы – вызваны непосредственно деятельностью человека. Котлов В.Ф. (1974) предложил выделять несколько групп техногенных геологических процессов: антропогенный литогенез; геотермические процессы и явления; гидролитогенные процессы и явления (вызванные техногенным изменением подземной гидросферы); процессы и явления, вызванные изменением напряженного состояния массива грунтов и горных пород; гидрогенные процессы и явления (вызванные техногенным изменением поверхностной гидросферы) [3].

С одной стороны, природно-техногенные и техногенные геологические процессы являются реакцией геологической среды на техногенную нагрузку, а с другой стороны, становятся важным фактором, негативно влияющим на здания и сооружения, транспортные коммуникации, санитарное состояние помещений и т.д., т.е. на качества окружающей человека среды [4,5].

В рамках экологической геологии активно развивается целое направление, которое изучает эндогенные и экзогенные геологические процессы как фактор, влияющий на экологическое состояние окружающей среды – экологическая геодинамика [6].

Цель наших исследований – исследование экзодинамических геологических процессов, протекающих в пределах техногенного комплекса «Мельников Луг» (г. Гомель).

Решаемые задачи: изучение истории формирования техногенного комплекса и преобразования пойменной геосистемы; картографирование и мониторинг геологических процессов на ключевых участках; анализ и экологическая оценка геологических процессов и явлений в микрорайоне города, построенном на техногенных грунтах.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Район исследований находится на юго-востоке Беларуси (восточная окраина города Гомеля). Климатические особенности района исследований: средняя температура самого холодного месяца (январь) –  $-7^{\circ}\text{C}$ ; средняя температура самого теплого месяца (июль) –  $+18,5^{\circ}\text{C}$ ; годовая сумма температур выше  $10^{\circ}$  – более 2500 градусов; годовое количество осадков – около 600 мм. По гидротермическим показателям территория относится к широколиственно-лесным ландшафтам.

Объект исследований – массив техногенных грунтов «Мельников Луг» в пойме реки Сож, созданный в целях городского строительства в 1980–1990-х гг. В пределах данного объекта выделены:

участок I – массив жилой застройки на техногенных грунтах мощностью 4–6 м, захоронивших пойменную геосистему (62,5% от общей площади);

участок II – комплекс искусственных озер и прилегающие к ним территории (30,0% от общей площади);

участок III – переходная зона между городской застройкой на естественных грунтах (моренно-зандровая равнина) и массивом застройки на техногенных грунтах (7,5% от общей площади).

В геологическом строении верхней части (до 10 м) геологической среды принимают участие 2 генетико-возрастных типа отложений:

техногенные отложения голоценового горизонта;

аллювиальные отложения пойм голоценового горизонта.

Техногенные отложения представлены:

намывными песками средней крупности (мощность – до 6 м);

строительным мусором (мощность – до 1 м);

насыпными супесчано-песчаными породами с гравием и щебнем (мощность – до 2 м).

Намывной песок имеет коэффициент пористости 0,66–0,69; коэффициент фильтрации – 2,3–2,5 м/сутки.; естественная влажность – 1,5–2,7%.

Аллювиальные отложения поймы реки Сож представлены торфом, суглинками заторфованными, песками средней крупности, песками мелкими, песками пылеватыми, супесями и суглинками.

Изучение геологических процессов выполнялось маршрутным методом. При картографировании процессов подтопления и заболачивания использовалась фитоиндикация по растительным сообществам [7]. При изучении процесса засоления почвогрунтов – резистивиметрия (определение удельного электрического сопротивления) водных вытяжек.

Для составления карт земель на двух временных срезах (1985 и 2016) использовались данные космического сканирования (Landsat 4-5, 8) и материалы Google Earth, результаты полевых исследований. Для привязки и оцифровки растров использовалась Quantum GIS 2.18.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

До начала техногенного преобразования район исследований представлял собой пойменную геосистему с плоским рельефом (абсолютные отметки – 118–120 м). Растительный покров был сформирован луговой и кустарниковой растительностью. Значительная часть территории была заболочена. Хозяйственное использование – сенокосение и пастьба скота. В 1980-х гг. формируются массивы техногенных грунтов, производится выемка торфа, вырываются котлованы для водоемов и дренажные канавы [8,9]. Значительную часть территории занимает массив намывных песков, созданные в целях городского строительства.

В середине 1980-х гг. структура земель на участках I и II характеризовалась преобладанием песчаных пустырей, лишенных растительности. На участке III техногенные преобразования были связаны со строительством железной дороги, а большую часть территории занимали болота. В настоящее время участок I почти полностью застроен, а водоемы и болота засыпаны. Участок II – преимущественно представляет собой рекреационную зону, в которой значительную площадь занимают искусственные водоемы (31,4%), луга и кустарники (23,5%). На участке III преобладают луга и кустарники (38,9%), пустыри (31,0%) и болота (18,1%). Причем, вторичное заболачивание развивается в пределах массива техногенных песков [8,9].

Морфолитогенная основа пойменного ландшафта подверглась техногенным преобразованиям: в настоящее время практически вся территории представляет собой техногенные формы рельефа (таблица 1). После техногенного преобразования высотные отметки на большей части площади участка I составляют 122–124 м (максимальные – 124–125 м; минимальные в районе дренажной канавы – 119–121 м). На участке II преобладают высоты 119–122 м (максимальные – 124–126 м на северо-восточной окраине; минимальные – 118–119 на урезе воды в водоемах). На

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭКЗОГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В  
ТЕХНОГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ, БЕЛАРУСЬ)**

участке III высотные отметки находятся в пределах от 119–120 до 123–124 м. Положительные формы техногенного рельефа в зависимости от участка занимают 59,2–100% территории. Наряду с положительными формами рельефа в ходе строительства возникли отрицательные – котлованы прудов, каналы. Отрицательные формы рельефа занимают площади существенно меньшие – от 0 до 31,3% (таблица 1).

Таблица 1.

Динамика техногенного преобразования объекта «Мельников Луг»

| Показатель                                            | Участки |       |      |      |      |       |
|-------------------------------------------------------|---------|-------|------|------|------|-------|
|                                                       | I       |       | II   |      | III  |       |
|                                                       | 1985    | 2016  | 1985 | 2016 | 1985 | 2016  |
| Техногенные формы рельефа, % от общей площади, из них | 73,2    | 100,0 | 62,7 | 90,6 | 21,3 | 100,0 |
| Положительные                                         | 70,2    | 100,0 | 38,6 | 59,2 | 21,3 | 98,2  |
| Отрицательные                                         | 3,0     | 0,0   | 24,1 | 31,4 | 0,0  | 1,8   |
| Мощность техногенных отложений, м                     | 0–5     | 2–6   | 0–5  | 2–6  | 0–2  | 1–4   |
| Площадь техногенных отложений, %                      | 73,2    | 100,0 | 38,6 | 59,2 | 21,3 | 98,2  |

Как показал анализ картографического материала и аэрофотоснимков до техногенного преобразования в пойменном ландшафте из геологических процессов имело место только заболачивание, а по краю моренно-зандровой равнины развивалось оврагообразование. После создания массива намывных песков и начала строительства коммуникаций появляются эоловые процессы и антропогенный литогенез [8,9].

В ходе полевых работ в 2015-2018 гг. были зафиксированы следующие экзогенные геологические процессы: водная эрозия (линейная, плоскостная); гравитационные процессы (крип, оползни); подтопление и заболачивание; засоление почвогрунтов; эоловые процессы (дефляция); суффозия, суффозионные провалы; антропогенный литогенез.

Водная эрозия (образование промоин) активно протекала на участке III, который представляет собой переход от моренно-зандровой равнины к притеррасной пойме. В течение исторического периода водная эрозия на склоне, сформированном водноледниковыми и моренными отложениями, привела к образованию оврагов. В настоящее время водная эрозия развивается в пределах всех трех участков: преимущественно на склонах насыпей автомобильных дорог, где можно наблюдать образование промоин до 5–15 м длиной и до 1–2 м шириной. На насыпях с незадерновыми склонами отмечена также плоскостная эрозия.

Гравитационные процессы в виде крипа и осыпания характерны для склонов моренно-зандровой равнины (на участках, лишенных растительности). Отмечены единично на границе участка III.

Заболачивание развивалось в пределах рассматриваемого участка бывшей поймы почти повсеместно. Длительное время шло торфонакопление. Так, на картах 1980-х гг. отмечены торфоразработки в центре участка I. Прослой торфа (до 10 см) вскрыты шурфами и скважинами в районе озера Малого, вблизи протоки Волотова. В современное время на участке I процессы заболачивания и подтопления отсутствуют, поскольку произошло увеличение высотных отметок рельефа на 2-6 м. Выходы подземных вод в виде родников в притеррасной пойме подпитывают болото на участке III, где идут современные процессы торфонакопления. На участке II (в районе искусственного озера) наблюдается процесс вторичного заболачивания (фиксируется по зарослям тростника обыкновенного).

Подтопление во время паводков характерно для участков II и III. Этот процесс возникает в результате снеготаяния и стока с прилегающих территорий в весенний период, которые обуславливают подъем уровня грунтовых вод к земной поверхности, увеличение площади озер и т.д. Подтопление при паводках характеризуется загрязнением и повышением агрессивности поверхностных и грунтовых вод.

Осушение заболоченных земель происходило параллельно с формированием массива техногенных грунтов. Искусственная дренажная сеть в виде канав характерна для участков I и III. Снижение уровня грунтовых вод в зоне влияния канав составляет 1,5-3 м. Маловодные в летнее время канавы подвержены процессу эвтрофикации.

На изучаемой территории присутствует достаточно редкий для влажного климата процесс – засоление почвогрунтов. Обнаруженное засоление почвогрунтов локализуется в районе автомобильного моста через железную дорогу по улице Хатаевича. Здесь в 1990-2000-х гг. располагался склад песка, который использовался для изготовления песчано-солевых смесей для борьбы с гололедом. Так, резистивиметрия водных вытяжек почвогрунтов показала снижение электрического сопротивления в 10-50 раз по сравнению с фоновыми значениями, что соответственно обусловлено ростом общей минерализации. Химический анализ вытяжек почвогрунтов показал, что при фоновых значениях минерализации 0,1-0,5 г/дм<sup>3</sup>, здесь наблюдались значения 0,8-2,5 г/дм<sup>3</sup>.

Эоловые процессы (дефляция) вначале стали развиваться на техногенных песках в пределах участков I и II в 1980-е гг. В это время поверхность песков была еще полностью лишена растительного покрова. По мере зарастания песков травяной (булавоносец седой, вейник наземный, цмин песчаный и др.) и кустарниковой (ивы, облепиха) растительностью и расширения застройки интенсивность эоловых процессов снижалась. В настоящее время эоловые процессы проявляются локально на стройплощадках участка I и песчаных пустырях участка III.

Суффозия получила развитие по мере застройки массива техногенных грунтов. В настоящее время суффозионные провалы локально отмечаются на заасфальтированных пешеходных дорожках в пределах участка I.



Антропогенный литогенез включает в себя как создание массивов техногенных грунтов (практически повсеместно), так и отложение пролювия в местах стока из оврагов (участок III), отложение осадков на дне искусственных водоемов (участок II).

Для изучения экзогенных геологических процессов на участке I проводился мониторинг состояния склона намывного массива и асфальтового покрытия пешеходной дорожки в районе улицы Восточный обход г. Гомеля. В пределах изучаемого объекта имеют место проявление водноэрозионных и суффозионных процессов. Развитие водной эрозии определяется значительный уклоном поверхности (30–45 градусов) и слабым развитием растительного покрова; суффозионных провалов – особенностями механического состава грунтов (пески) и нарушением поверхностного стока (запечатанность поверхности песчаного массива сплошным асфальтовым покрытием).

Ежегодно в весеннее время промоины на склоне и провалы асфальта на пешеходной дорожке заделываются дорожно-ремонтной службой. В течение нескольких месяцев поверхностный сток приводит к развитию сначала струйчатых размывов, а после промоин разной величины на склоне, а также к проявлению суффозионных процессов под асфальтовым покрытием. В результате к августу склоны намывного массива покрываются промоинами, которые имеют среднюю длину 11,1 метра (максимальную до 30–40 м). Ширина промоин составляет от нескольких десятков сантиметров до 2–5 м, глубина – до 3 м. Средняя плотность – от 8,8 (в 2016 г.) до 18,1 (в 2018 г.) промоины на километр маршрута. Суффозионные процессы вызывают провалы асфальта от 2 до 6 штук, общей площадью от 8 до 50 м<sup>2</sup>. Глубина провалов – до 1 м.

Проведенный нами мониторинг линейной эрозии на склонах намывного массива течение 3 сезонов (в 2016, 2017 и 2018 гг.) показывает, что ее интенсивность не снижается со временем, а наоборот увеличивается. Так, в 2016 г. было зафиксировано 18 промоин, в 2017 г. – 37 промоин, в 2018 г. – 37 промоин. При этом дорожно-ремонтная служба по меньшей мере 1–2 раза в год все промоины на склоне и провалы асфальта засыпала.

Предполагается, что основная причина непрекращающейся водной эрозии – слабое развитие растительного покрова. Создание сомкнутого растительного покрова из многолетних луговых трав или древесно-кустарниковых зарослей задержит развитие эрозионных процессов, позволит снизить интенсивность линейной эрозии и соответственно уменьшить экономические затраты на периодическое восстановление размытого склона.

Была выполнена оценка пораженности территории изучаемого объекта экзогенными геологическими процессами, результаты которой приведены в таблице 2. Видно, что пораженность участков I и II относительно невелика – менее 20%. На участке III экзогенные геологические процессы затрагивают более половины территории.

Опасность конкретного геологического процесса обусловлена его инженерно-геологическими и экологическими последствиями. В таблице 2 указаны наиболее вероятные для района исследований экологические последствия геологических

процессов. Видно, что геологические процессы могут иметь разнообразные негативные эффекты: нарушение устойчивости фундаментов зданий, разрушение почвенного покрова, полотна автомобильных дорог, эвтрофикация прудов и каналов, накопление токсичных солей в почвах, загрязнение воздуха пылью.

Таблица 2.  
Пораженность территории объекта «Мельников Луг» геологическими процессами  
(в % от общей площади участка) и их экологические последствия

| Процесс                           | Участки |      |      | Инженерно-геологические и экологические последствия                                                                                                    |
|-----------------------------------|---------|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | I       | II   | III  |                                                                                                                                                        |
| Водная эрозия                     | 1,8     | 3,6  | 1,5  | Нарушение устойчивости фундаментов зданий и сооружений, разрушение почвенного покрова                                                                  |
| Гравитационные процессы           | 0,1     | 0    | 5,9  | Повреждение полотна автомобильных дорог                                                                                                                |
| Подтопление и заболачивание       | 0       | 12,3 | 27,7 | Деформация оснований и фундаментов сооружений, нарушение функционирования наземных и подземных коммуникаций, ухудшение санитарного состояния помещений |
| Осушение, понижение грунтовых вод | 4,5     | 0    | 0    | Снижение водности и эвтрофикация прудов и каналов                                                                                                      |
| Засоление                         | 0       | 0    | 4,1  | Накопление токсичных солей в почвогрунтах                                                                                                              |
| Эоловые процессы                  | 2,1     | 0    | 13,5 | Загрязнение воздушного бассейна пылью, рост запыленности воздуха                                                                                       |
| Суффозия, суффозионные процессы   | 0,4     | 0    | 0    | Повреждение полотна автомобильных и пешеходных дорог                                                                                                   |
| Общая пораженность, %             | 8,7     | 15,9 | 52,6 |                                                                                                                                                        |

Так, например, потенциальными экологическими последствиями подтопления и заболачивания являются деформации оснований и фундаментов зданий, нарушение

функционирования наземных и подземных коммуникаций, ухудшение санитарного состояния помещений, негативные последствия суффозионных процессов – повреждение полотна дорог, провалы асфальта, расходы на ремонт и т.д.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты исследований показывают, что техногенным преобразованиям пойменной геосистемы сопутствует изменение спектра экзодинамических процессов и явлений. Создание техногенного массива намывных песков привело к появлению эоловых процессов; преобразование дренажной сети – к подтоплению и заболачиванию; функционирование городской инфраструктуры – к засолению почвогрунтов; изменение поверхностного стока и использование сыпучих техногенных грунтов – к суффозии. По мере роста техногенной трансформации пойменной геосистемы возрастает разнообразие экзогенных геологических процессов.

Активизация экзогенных геологических процессов, в свою очередь, обуславливает нарушения функционирования технических систем (повреждение полотна дорог, деформацию фундаментов зданий), вызывает ухудшение экологической обстановки в микрорайоне (рост запыленности воздуха, эвтрофикация водоемов).

При этом максимальное проявление экзogeодинамических процессов отмечается на участке III, представляющем собой переходную зону между городской застройкой на естественных грунтах и массивом застройки на техногенных грунтах, а также в переходной зоне между массивом застройки на техногенных грунтах (участок I) и поймой. В этих экотонных зонах увеличивается риск ущерба сооружениям и коммуникациям, что следует учитывать при планировании дальнейшего городского строительства.

### Список литературы

1. Дзекцер Е.С. Геологическая опасность и риск // Инженерная геология. 1992. № 6. С. 3–10.
2. Шеко А.И., Круподеров В.С. Оценка опасности и риска экзогенных геологических процессов // Геоэкология. 1994. №3. С. 11–21.
3. Котлов Ф.В. Антропогенные геологические процессы и явления на территории города. М.: Наука, 1977. 165 с.
4. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б. Геоэкологическая оценка территорий. М.: Наука, 2005. 319 с.
5. Горшков С.П. Экзогеодинамические процессы освоенных территорий. М.: Недра, 1982. 287 с.
6. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. М.: Геоинформмарк, 2002. 415 с.
7. Гусев А.П. Фитоиндикаторы инженерно-геологических процессов на территории города // Природные ресурсы. 2006. №3. С. 33–40.
8. Гусев А.П., Андрушко С.В. Ландшафтно-экологический анализ антропогенной динамики геосистем модельного района Волотова (Гомель) // Природные ресурсы. 2010. №1. С. 65–72.
9. Гусев А.П., Андрушко С.В. Геоэкологический анализ антропогенной эволюции геосистем (на примере города Гомеля) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. 2012. №9 (128). С. 173–179.

## **FEATURES OF EXOGEODYNAMIC PROCESSES ON TECHNOGENIC COMPLEXES (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF GOMEL, BELARUS)**

***Gusev A.P., Fedorsky M.S., Kaleichik P.A., Shavrin I.A.***

*Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus*

*E-mail: gusev@gsu.by*

Article is devoted studying exogenous geological processes in technogenic-transformed geosystems (floodplain, Gomel). Research objectives: study of the history of the formation of the technogenic complex and transformation of the floodplain geosystem; mapping and monitoring of geological processes at key sites; analysis and environmental assessment of geological processes in the microdistrict of the city, built on man-made grounds. The analysis of time dynamics of formation of complex technogenic grounds and relief transformations is made. During 1985–2016 the technogenic complex – city microdistrict on technogenic grounds was formed. Studies were conducted at 3 sites. Technogenic landforms occupy 90–100% of the area (at site I – 100%, at site II – 90.6%, at site III – 100%). Positive technogenic relief forms prevail (59,2–100%). There are negative forms of technogenic relief - pits, channels (up to 31,4%). The capacity of technogenic grounds is 2-6 m. Authors have spent mapping and an ecological estimation of modern geological processes. Are fixed: flooding of lands, water erosion, suffosion, salinization of soils and grounds, aeolian and gravitational processes. Water erosion develops on the slopes of road embankments (observed in all sites). ravitational processes (creep and shedding) are characteristic of the slopes of the moraine-and-zander plain (site III). Flooding of lands is observed at sites II and III (the vicinity of an artificial reservoir). In the zone of influence of the trenches, the level of groundwater decreases. Soil and ground salinization was found in the storage area of the sand-salt mixture (site III). Aeolian processes occur locally at construction sites and sandy wastelands (sites I and III). Suffosion is observed within the limits of building on technogenic grounds. Negative consequences of geological processes: disturbance of the stability of foundations of buildings, destruction of soil, destruction of roads, eutrophication of ponds and canals, accumulation of toxic salts in soils, air pollution with dust. It has been established that the growth of the technogenic transformation of floodplain geosystems causes an increase in the diversity of geological processes. The maximum display of geological processes is observed on ecotone of natural geosystems – moraine-zandr watershed and floodplain.

**Keywords:** geological processes, dynamic, technogenic transformation, ground, floodplain.

### **References**

1. Dzehtser E.S. Geologicheskaja opasnost' i risk (Geological hazard and risk). *Inzhenernaja geologija*, 1992, no 6, pp. 3–10 (in Russian).
2. Sheko A.I., Krupoderov V.S. Ocenka opasnosti i riska jezkogennyh geologicheskikh processov (Hazard and risk assessment of exogenous geological processes). *Geojekologija*, 1994, no 3, pp. 11–21 (in Russian).
3. Kotlov F.V. Antropogennye geologicheskie processy i javlenija na territorii goroda (Anthropogenic geological processes and phenomena in the city). Moscow: Nauka (Publ.), 1977, 165 p. (in Russian).

4. Zaikanov V.G., Minakova T.B. Geojekologicheskaja ocenka territorij (Geoecological assessment of territories). Moscow: Nauka (Publ.), 2005, 319 p. (in Russian).
5. Gorshkov S.P. Jekzogeodinamicheskie processy osvoennyh territorij (Exogeodynamic processes of developed territories). Moscow: Nauka (Publ.), 1982, 287 p. (in Russian).
6. Trofimov V.T., Ziling D.G. Jekologicheskaja geologija (Ecological geology). Moscow: Geoinformmark (Publ.), 2002. 415 p. (in Russian).
7. Gusev A.P. Fitoindikatory inzhenerno-geologicheskikh processov na territorii goroda (Phytoindicators of engineering and geological processes in the city). Prirodnye resursy, 2006, no 3, pp. 33–40 (in Russian).
8. Gusev A.P., Andrushko S.V. Landshaftno-jekologicheskij analiz antropogennoj dinamiki geosistem model'nogo rajona Volotova (Gomel) (Landscape-ecological analysis of the anthropogenic dynamics of the geosystems of the Volotov model area (Gomel)). Prirodnye resursy, 2010, no 1, pp. 65–72 (in Russian).
9. Gusev A.P., Andrushko S.V. Geojekologicheskij analiz antropogennoj jevoljucii geosistem (na primere goroda Gomelja) (Geoecological analysis of the anthropogenic evolution of geosystems (on the example of the city of Gomel)). Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki, 2012, no. 9 (128), pp. 173–179 (in Russian).

УДК551.504.54 (477.75)

## АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ КРЫМА К ОПАСНЫМ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ

*Жук В. О.*

*Таврическая академия (структурное подразделение) «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Российская Федерация,  
E-mail: zhuk\_vladimir2015@mail.ru*

В статье анализируется влияние опасных гидрометеорологических явлений на устойчивость агроландшафтов в Крыму. В работе нами было представлено районирование Крымского полуострова по степени гидрометеорологической устойчивости агроландшафтов Крыма. Проведенное картографирование гидрометеорологической устойчивости агроландшафтов Крыма к опасным метеоявлениям, может послужить основой для разработки стратегии оптимального использования агроклиматических ресурсов для развития отраслей сельского хозяйства и создания потенциально-безопасных сельхоз угодий на полуострове, для оценки их экологического потенциала и допустимого антропогенного освоения на территории.

**Ключевые слова:** опасные гидрометеорологические явления; агроландшафт; Крымский полуостров.

### ВВЕДЕНИЕ

К числу наиболее острых современных экологических и экономических проблем относится прогрессирующая деградация земель и связанное с этим процессом образование экологически несбалансированных, низкопродуктивных агроландшафтов. Причиной этому послужила экономическая политика государства, в результате которой произошло снижение площадей наиболее ценных сельскохозяйственных угодий, а резкое сокращение инвестиций в мелиорацию, химизацию, противоэрозионные мероприятия снизило продуктивность земель, вызвало катастрофическое нарастание процессов водной эрозии и дефляции [1, 2, 3].

Во время проведения исследований использовались геоинформационный, картографический, системный, комплексный, ретроспективный, экономико-статистический, абстрактно-логический и сравнительный методы анализа информации, метод экспертных оценок ландшафтно-экологические, агроэкологические и агрометеорологические научно-методические подходы.

Для картографирования, в данной работе, была использована ландшафтная карта Гришанкова [4Ошибка! Источник ссылки не найден.], гидрологическая, климатическая и другие карты рассматриваемой территории [4, 5], а также ряд фундаментальных работ по данной тематике [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Для построения карт использовалась современная геоинформационная картографическая система Quantum-Gis.

### ОБСУЖДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Агроклиматические условия Крыма характеризуются дисбалансированностью метеорологических условий, в основном это выражено неравномерным распределением по территории осадков, которые преимущественно носят ливневый характер. Кроме того, значительный урон агропромышленному комплексу несут сильные ветры со шквалом, выпадение града, весенние заморозки и другие опасные метеоявления. Данные обстоятельства обуславливают отнесение Республики Крым к зоне рискованного земледелия [1, 2, 12].

Гидрометеорологическая устойчивость - напрямую зависит от интенсивности проявления опасных гидрометеорологических явлений и в последствии их проявлении природного и социально-экономического ущерба.

Для оценивания гидрометеорологической устойчивости агроландшафтов, анализировались нарушения природной среды, возникающие под воздействием опасных гидрометеорологических факторов (процессов и явлений, связанных с неблагоприятными погодными условиями). С использованием архивных данных регулярных гидрометеорологических наблюдений ФГБУ «Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [13] были подсчитаны случаи проявления, а затем и проанализированы последствия проявления следующих опасных метеоявлений: града, сильных ливней, сильного ветра со шквалом, пыльных бурь, суховей, засух и заморозков. При анализе устойчивости агроландшафтов к воздействию опасных гидрометеорологических явлений, мы также и опирались на региональные и локальные ландшафтно-географические закономерности [6, 12, 15, 16], на статистические данные агроклиматического справочника по Крымской области [14], таксономию и классификацию ландшафтов [4, 6].

По степени гидрометеорологической устойчивости, агроландшафты подразделяем на семь группировок, которым присваиваются соответствующие значения устойчивости, ранжированные по семибальной шкале. Эти значения рассматриваются как исходный балл, или фоновая устойчивость к воздействию опасных гидрометеорологических явлений и протекающих в их следствии процессов [11]. К таким процессам мы относим: градобитие, подтопление территории и эрозию почв. По силе интенсивности, степени опасности и вероятности проявления приведенных явлений и процессов, мы определим степень устойчивости агроландшафтов методом приведенных данных с построенных карт (рис. 1.) Степень потенциальной опасности проявления ОЯ и СГЯ, рис. 2. Вероятность градобития во время грозы, рис. 3. Опасность подтопления территории).

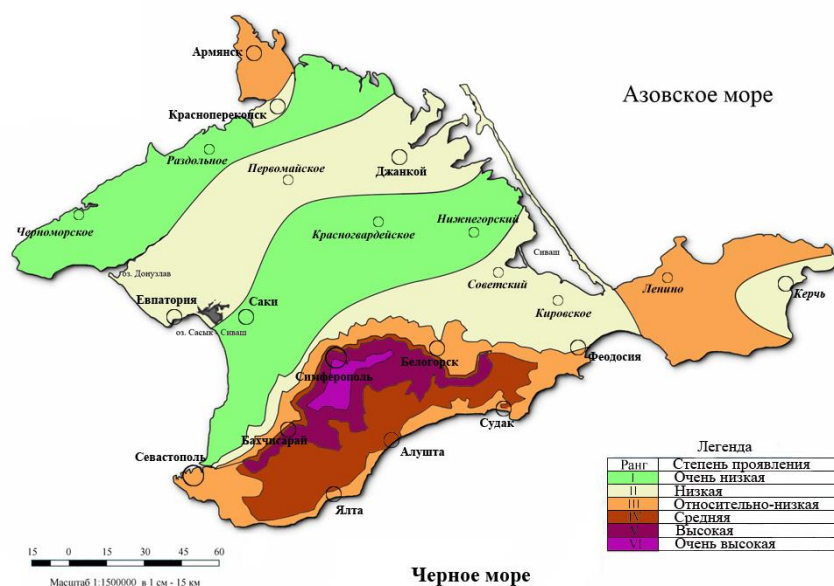


Рис. 1. Степень проявления опасных гидрометеорологических явлений в Крыму.

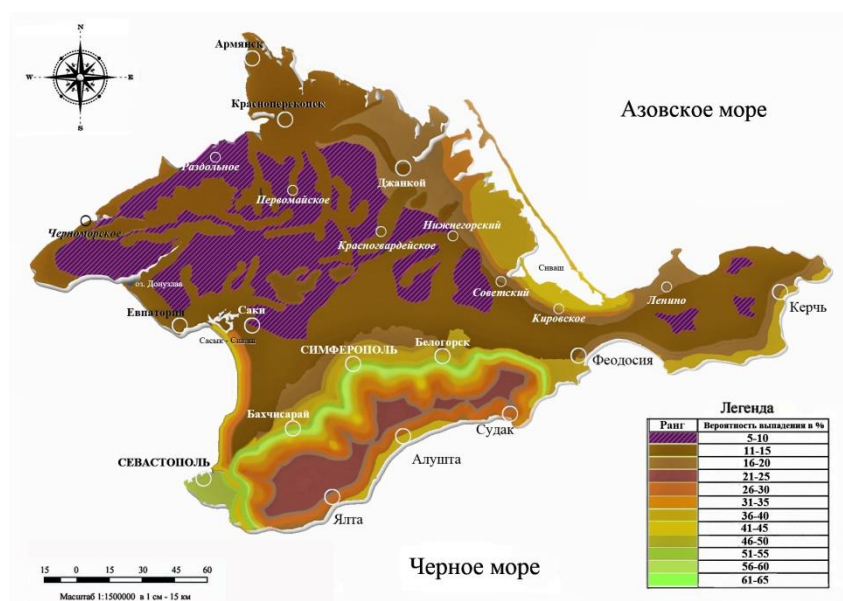


Рис. 2. Вероятность выпадения града во время грозы.



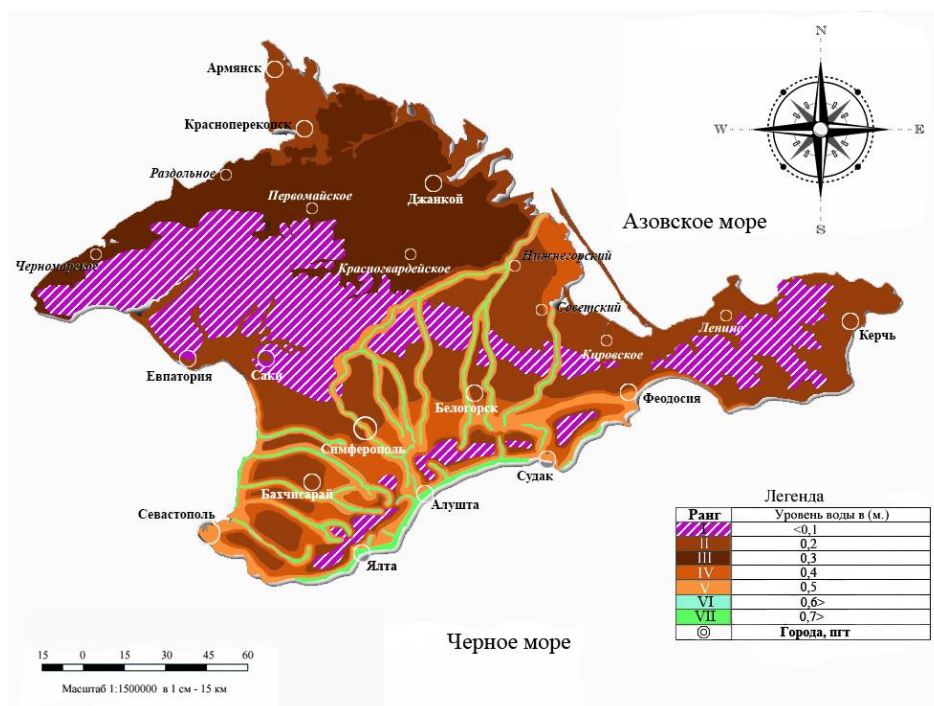


Рис. 3. Опасность подтопления территории.

Методика ранжирования производилась по степени устойчивости агроландшафтов, показывающая, к какому классу относится та или иная зона (табл. 1). За ранг 1 принимается минимальное значение (наиболее устойчивый ландшафт), следовательно, далее, чем выше ранг, тем степень устойчивости будет уменьшаться. И максимального своего значения она достигнет в ранге 7 (наиболее неустойчивый ландшафт).

Таблица 1.  
Ранжирование класса устойчивости агроландшафтов Крыма

| Ранг | Класс устойчивости      | Степень потенциальной опасности проявления ОЯ и СГЯ | Вероятность градобития в баллах | Опасность подтопления в баллах | Степень Трансформ. пашни эрозией В % |
|------|-------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1    | наиболее устойчивые     | Очень низкая                                        | 1-2                             | 1                              | 30-40                                |
| 2    | устойчивые              | Низкая                                              | 3-4                             | 2                              | 41-50                                |
| 3    | относительно-устойчивые | Относительно-невысокая                              | 5-6                             | 3                              | 51-60                                |

Продолжение таблицы 1.

|   |                                     |                      |       |     |       |
|---|-------------------------------------|----------------------|-------|-----|-------|
| 4 | умеренно-устойчивые                 | Средняя              | 7-8   | 4   | 61-70 |
| 5 | относительно-неустойчивые           | Относительно-высокая | 9-10  | 5   | 71-80 |
| 6 | неустойчивые                        | Высокая              | 11-12 | 6-7 | 81-90 |
| 7 | наиболее неустойчивые (не пригодны) | Очень высокая        | 11-12 | 6-7 | -     |

Таким образом, с помощью серии построенных карт, статистических данных и приведенного ранжирования класса устойчивости агроландшафтов Крыма, мы составили карту гидрометеорологической устойчивости агроландшафтов Крыма (рис. 7).

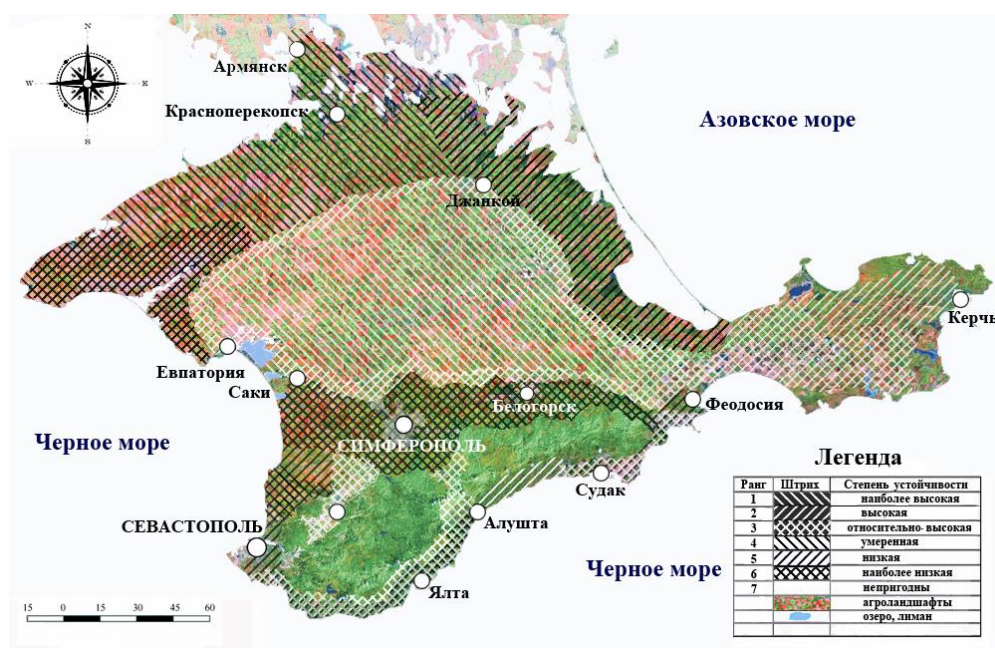


Рис. 7. Гидрометеорологическая устойчивость агроландшафтов Крыма.

Составленная карта (рис. 7) передает территориальное распределение устойчивости агроландшафтов Крыма к опасным метеоявлениям.

Наиболее устойчивые агроландшафты наблюдаются:

– В центральных районах Равнинного Крыма: Первомайском, Красногвардейском; частично в северо-восточных: Нижнегорском, Советском, Джанкойском районах. Гидрометеорологические условия благоприятны для

выращивания зерновых, кормовых и технических культур в данных областях Крымского полуострова.

– Южный Берег Крыма. Уникальные почвенно-климатические условия ЮБК благоприятны для развития производства ценных сортов винограда, а также для развития специфически южной отрасли – эфирно-масличного производства.

Наиболее неустойчивые агроландшафты в Крыму отмечены:

– В Равнинном Крыму - побережье Сакского района, Черноморский район.

– В Присивашье и на Керченском полуострове - частично Советский, Кировский, Ленинский районы,

– В Предгорном Крыму - Симферопольский, частично Белогорский, Бахчисарайский районы.

На долю сельскохозяйственных земель на территории Республики Крым приходится 68,7% от общей площади земель (1792,5 тыс. га), из них 71,0% от площади с/х угодий (1271,6 тыс. га) занимает пашня - наиболее подверженный трансформациям и разрушениям вид сельскохозяйственных угодий [7].

На сегодняшний день из 1 миллиона 271 тысячи гектар пашни более 5% земель малопродуктивны и непригодны. Фактическая распаханность территории Крыма в среднем составляет 48,5%, а по отношению к площади сельхозугодий 70,3%, что в 1,75 раза превышает показатель оптимизации агроландшафтов для организации устойчивых агроэкосистем, способных к самосохранению и саморегулированию в пределах не превышающих определенных критических величин [2].

По условиям влагообеспеченности земледелие Крыма находится в так называемой рискованной зоне. Это означает, что примерно каждый четвертый год является засушливым. В такие годы по отдельным сельскохозяйственным культурам можно потерять до 80 % урожая. В Крыму случаи гибели сельскохозяйственных культур от засухи на значительных территориях имели место неоднократно. Ярким примером, стал 2002 год, когда продуктивные запасы влаги до начала возобновления весенней вегетации озимых составляли лишь 10–19% от максимально возможных. В последнее десятилетие похожие явления наблюдались в 2010, 2012–2013 гг [2, 12, 14].

Таким образом, устойчивость агроландшафтов к опасным гидрометеорологическим явлениям, предопределяет состояние агропромышленного комплекса в целом по региону.

## ВЫВОДЫ

Подводя итоги работы, следует отметить, что на уровень развития агропромышленного комплекса в Крыму, и, как следствие, производство продукции сельского хозяйства, влияют множество факторов:

– дефицит водных ресурсов в связи усугубление ситуации с Северо-Крымским каналом с 2014 года;

– активизация опасных гидрометеорологических явлений на полуострове в последние десятилетия.

– нерациональная структура посевных площадей на полуострове;

– сельскохозяйственные угодья не отвечают требованиям оптимизации экологической и гидрометеорологической безопасности;

Результаты исследований могут использоваться сотрудниками Министерства сельского хозяйства Республики Крым для создания потенциально-безопасных сельхоз угодий в Крыму.

### Список литературы

1. Абдураимова Э.Д. Сравнительная эффективность использования сельскохозяйственных земель агроформирований Крыма // Экономика сельского хозяйства и АПК. С.: Изд.: БизнесИнформ, 2012. С. 133–136.
2. Основные направления повышения эффективности землепользования Республики Крым // Крымский центр агрохимической службы. [Электронный ресурс]. URL: <http://agrohim82.ru/news/osnovnyie-napravleniya-povyisheniya-effektivnosti-zemlepolzovaniya-respubliki-kryim/> (дата обращения 19.11.2018)
3. Паштецкий В.С., Женченко К.Г., Приходько А.В. Влияние неблагоприятных природных явлений на деградацию почв и агропромышленный комплекс Крыма // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. М.: Изд.: ФГБНУ Почвенный институт имени В.В. Докучаева, 2015. № 77. С. 94–105.
4. Атлас: Автономная Республика Крым / под ред. Н.В. Багров, А. Г. Руденко. Киев – Симферополь: Изд.: ТНУ им. В.И. Вернадского, Крымский науч. центр НАН и МОН Украины, Ин-т географии НАН Украины, Ин-т передовых технологий, 2003. 78 с.
5. Ведь И. П. Климатический атлас Крыма. Симферополь: Изд.: Таврия-Плюс, 2000. 120 с.
6. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий: монография. Под науч. ред. Позаченюк Е.А. С.: Изд.: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
7. Ергина Е.И. Пространственно-временные закономерности процессов современного почвообразования на Крымском полуострове. Симферополь: АРИАЛ, 2017. 224 с.
8. Преображенский, В.С. Проблема изучения устойчивости геосистем // Устойчивость геосистем. М.: Изд.: Наука, 1983. С.4–7.
9. Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма / под ред. Логвиновой К.Т., Барабаш М.Б. Л.: Изд.: Гидрометеиздат, 1982. 317 с.
10. Геоэкологическая оценка и районирование Азово-Черноморского побережья России (Ростовская область и Краснодарский край) / Кропянко Л.В., Беспалова Л.А. Ростов-на-Дону: Изд.: ЮФУ, 2016. 212 с.
11. Абалаков А.Д., Лопаткин Д.А. Устойчивость ландшафтов и ее картографирование // Изв. ИГУ. Сер. Науки о Земле. Иркутск: Изд.: ИГУ, 2014. №8. С. 2–14.
12. Ергина Е.И., Жук В.О. Влияние современных тенденций климата на состояние эрозионноопасных агроландшафтов и оценка почвообразующего потенциала природных факторов Крыма // Изв. ОГАУ. Оренбург: Изд.: ОГАУ, 2017. №3. С. 175–178.
13. Архивные данные Федерального государственного бюджетного учреждения "Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды" "Статистика проявления опасных и стихийных гидрометеорологических явлений в Крыму" // Гос. Архив Республики Крым, г. Симферополь, под рук.: нач. ФГБУ "Крымского УГМС", 2015 г.
14. Агроклиматический справочник по Крымской области. Л.: Изд.: Гидрометеиздат, 1959. 135 с.
15. Олиферов А.Н. Тимченко З.В. Экогеодинамика водных ресурсов Крыма // Геополитика и экогеодинамика регионов. С.: ТНУ им В.И. Вернадского, 2005. №1. С. 115–125.
16. Ергина Е.И., Жук В.О. О росте опасных и стихийных гидрометеорологических явлений на Крымском полуострове // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. – Ростов-на-Дону: Изд.: КИБИ МЕДИА ЦЕНТР ЮФУ, 2018. №1. С. 68–74.

**ANALYSIS OF THE AGROLANDSCAPES STABILITY OF THE CRIMEA TO  
HAZARDOUS AND NATURAL METEOUNDS**

**Zhuk V.O**

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia*  
*E-mail: zhuk\_vladimir2015@mail.ru*

The article analyzes the influence of hazardous hydrometeorological phenomena on the stability of agricultural landscapes in the Crimea. In this paper, we presented the zoning of the Crimean Peninsula according to the degree of hydrometeorological stability of the agricultural landscapes of the Crimea. The mapping of the hydrometeorological stability of Crimea's agrolandscapes to dangerous weather events can serve as a basis for developing a strategy for the optimal use of agroclimatic resources for the development of agricultural sectors and the creation of potentially safe agricultural lands on the peninsula, for assessing their ecological potential and acceptable anthropogenic development in the territory.

Progressive land degradation and the formation of ecologically unbalanced, low-productive agricultural landscapes associated with this process are among the most acute environmental and economic problems. The reason for this was the economic policy of the state, which resulted in a decrease in the areas of the most valuable agricultural land, and a sharp decline in investment in land reclamation, chemicalization, anti-erosion measures reduced land productivity, causing a catastrophic increase in water erosion and deflation.

The agro-climatic conditions of the Crimea are characterized by an imbalance of meteorological conditions, mainly expressed by an uneven distribution of precipitation over the territory, which is mainly of rainfall. In addition, significant damage to the agro-industrial complex is borne by strong winds with a squall, hail, spring frosts and other dangerous meteorology. These circumstances determine the assignment of the Republic of Crimea to the zone of risky farming.

Hydrometeorological stability - directly depends on the intensity of the manifestation of hazardous hydrometeorological phenomena and, as a consequence, their manifestation - natural and socio-economic damage. To assess the hydrometeorological stability of agrolandscapes, disturbances of the natural environment arising under the influence of hazardous hydrometeorological factors (processes and phenomena associated with adverse weather conditions) were analyzed.

The share of agricultural land in the Republic of Crimea is 68.7% of the total land area (1792.5 thousand hectares), of which 71.0% of the land area (1271.6 thousand hectares) is arable land - the most subject to transformation and destruction of agricultural land. Today, out of 1 million 271 thousand hectares of arable land, more than 5% of land is unproductive and unsuitable. The actual plowing of the territory of Crimea is on average 48.5%, and in relation to the area of farmland 70.3%, which is 1.75 times higher than the rate of optimization of agricultural landscapes for the organization of sustainable agroecosystems capable of self-preservation and self-regulation within the limits not exceeding certain critical values.

According to the conditions of moisture supply, the agriculture of the Crimea is located in the so-called risky zone. This means that approximately every fourth year is dry. In such

years, individual crops can lose up to 80% of the crop. In Crimea, the deaths of crops from drought in large areas have occurred repeatedly. A striking example was 2002, when productive reserves of moisture before the resumption of spring vegetation of winter crops accounted for only 10–19% of the maximum possible. In the last decade, similar phenomena were observed in 2010, 2012–2013.

During the research, geoinformational, cartographic, systemic, integrated, retrospective, economic-statistical, abstract-logical and comparative methods for analyzing information, expert assessment method, landscape-ecological, agro-ecological and agrometeorological methodological approaches were used.

**Keywords:** hazardous hydrometeorological phenomena; agrolandscape; Crimean Peninsula.

### References

1. Abduraimova E.D. Sravnitel'naya effektivnost' ispol'zovaniya sel'skokhozyaistvennykh zemel' agroformirovaniy Kryma. (Comparative efficiency of agricultural land use in Crimea's agroformations) // *Ekonomika sel'skogo khozyaistva i APK*. – S.: Izd.: BiznesInform. (Publ.), 2012, pp. 133–136 (in Russian).
2. Osnovnye napravleniya povysheniya effektivnosti zemlepol'zovaniya Respubliki Krym. (The main directions of improving the efficiency of land use of the Republic of Crimea) // *Krymskii tsentr agrokhimicheskoi sluzhby*. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://agrohim82.ru/news/osnovnyie-napravleniya-povysheniya-effektivnosti-zemlepol'zovaniya-respubliki-kryim/> (accessed 19.11.2018)
3. Pashtetskii V.S., Zhenchenko K.G., Prihod'ko A.V. Vliyaniye neblagopriyatnykh prirodnykh yavlenii na degradatsiyu pochv i agropromyshlennyy kompleks Kryma. (The impact of adverse natural phenomena on soil degradation and the agro-industrial complex of the Crimea) // *Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*. – M.: Izd.: FGBNU Pochvennyi institut imeni V.V. Dokuchaeva. (Publ.), 2015, no. 77, pp. 94–105 (in Russian).
4. Atlas: Avtonomnaya Respublika Krym. (Atlas: Autonomous Republic of Crimea) // Pod red. N.V. Bagrov, A. G. Rudenko. – Kiev – Simferopol': Izd.: TNU im. V.I. Vernadskogo, Krymskii nauch. tsentr NAN i MON Ukrainy, In-t geografii NAN Ukrainy, In-t peredovykh tekhnologii, 2003. 78 p. (in Russian).
5. Ved' I. P. Klimaticheskii atlas Kryma. (Climatic Atlas of Crimea) – Simferopol': Izd.: Tavriya-Plyus, 2000. 120 p. (in Russian).
6. Sovremennyye landshafty Kryma i sopredel'nykh akvatorii (Modern landscapes of the Crimea and adjacent waters): monografiya. Pod nauch. red. Pozachen'yuk E.A. – S.: Izd.: Biznes-Inform, 2009. 672 p. (in Russian).
7. Ergina E.I. Prostranstvenno-vremennyye zakonomernosti protsessov sovremennogo pochvoobrazovaniya na Krymskom poluostrove. (Spatio-temporal patterns of the processes of modern soil formation on the Crimean Peninsula) – Simferopol': ARIAL, 2017. 224 p. (in Russian).
8. Preobrazhenskii, B.C. Problema izucheniya ustoichivosti geosistem. (The problem of studying the stability of geosystems) // *Ustoichivost' geosistem*. – M., Izd.: Nauka, 1983, pp.4–7. (in Russian).
9. Klimat i opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya Kryma. (Climate and hydrometeorological hazards of the Crimea). Pod red. Logvinovoi K.T., Barabash M.B. – L.: Gidrometeoizdat, 1982, 317 p. (in Russian).
10. Geoekologicheskaya otsenka i raionirovaniye Azovo-Chernomorskogo poberezh'ya Rossii (Rostovskaya oblast' i Krasnodarskii kraj). (Geoeological assessment and zoning of the Azov-Black Sea coast of Russia (Rostov Region and Krasnodar Territory)) / Kropyanko L.V., Bespalova L.A. – Rostov-na-Donu: Izd.: YuFU, 2016, 212 p. (in Russian).
11. Abalakov A.D., Lopatkin D.A. Ustoichivost' landshaftov i ee kartografirovaniye. (Landscape sustainability and its mapping) // *Izv. IGU. Ser. Nauki o Zemle*. – Irkutsk: IGU. (Publ.), 2014, no 8, pp. 2–14. (in Russian).

12. Ergina E.I., Zhuk V.O. Vliyanie sovremennykh tendentsii klimata na sostoyanie erozionnoopasnykh agrolandshaftov i otsenka pochvoobrazuyushchego potentsiala prirodnykh faktorov Kryma (The influence of current climate trends on the state of erosion-dangerous agrolandscapes and the assessment of the soil-forming potential of natural factors in Crimea) // Izv. OGAU. – Orenburg: OGAU. (Publ.), 2017, no 3, pp. 175–178. (in Russian).
13. Arkhivnye dannye Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo uchrezhdeniya "Krymskoe upravlenie po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchei sredy" "Statistika proyavleniya opasnykh i stikhiinykh gidrometeorologicheskikh yavlenii v Krymu" (Archival data of the Federal State Budgetary Institution "Crimean Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring" "Statistics on the occurrence of hazardous and spontaneous hydrometeorological phenomena in Crimea") // Gos. Arkhiv Respubliki Krym, g. Simferopol', pod ruk.: nach. FGBU "Krymskogo UGMS", 2015.
14. Agroklimaticheskii spravochnik po Krymskoi oblasti. (Agroclimatic reference for the Crimea region) – L.: Gidrometeoizdat, (Publ.), 1959, 135 p. (in Russian).
15. Oliferov A.N. Timchenko Z.V. Ekogeodinamika vodnykh resursov Kryma (Ecogeodynamics of water resources of Crimea) // Geopolitika i ekogeodinamika regionov. – S.: TNU im V.I. Vernadskogo. (Publ.) 2005, no 1, pp. 115–125. (in Russian).
16. Ergina E.I., Zhuk V.O. O roste opasnykh i stikhiinykh gidrometeorologicheskikh yavlenii na Krymskom poluostrove. (On the growth of dangerous and natural hydrometeorological phenomena on the Crimean Peninsula) // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. – Rostov-na-Donu: KIBI MEDIA TsENTR YuFU. (Publ.), 2018, no 1, pp. 68–74. (in Russian).

УДК 911.5

## АГРОГЕННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Пашков С.В.<sup>1</sup>, Мажитова Г.З.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан*

<sup>2</sup>*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия*

*E-mail: sergp2001@mail.ru*

В статье рассматриваются последствия сельскохозяйственного освоения лесостепных ландшафтов Северо-Казахстанской области, выразившегося в тотальной замене природных комплексов агроландшафтами, выпашанности и дегумификации почв, низким агрофоном. Вследствие сужения пастбищных угодий и перевыпаса скота наблюдается пасквальная дигрессия, приведшая к примитивизации и упрощению фитоценозов, снижению проективного покрытия. Сделано предположение, что оптимальным экологоприемлемым сценарием управления агроферой лесостепной зоны является синергизм адаптивно-ландшафтного и органического земледелия, что позволит восполнить нехватку биогенов в условиях интенсификации растениеводства и обеспечит устойчивое землепользование.

**Ключевые слова:** лесостепные ландшафты, выпашанность, пасквальная дигрессия, Северо-Казахстанская область, адаптивно-ландшафтное земледелие

### ВВЕДЕНИЕ

Лесостепь юга Западной Сибири, заходящая на крайний север Казахстана узкой полосой шириной в 150-200 км, является важнейшим сельскохозяйственным районом страны, где доля пахотных земель максимальна в стране и достигает 55% от площади сельхозугодий при средней плотности населения 11 чел/км<sup>2</sup>. Интенсивное социально-экономическое развитие рассматриваемой территории запостцелинный период обусловило масштабы воздействия на природные комплексы, что предопределило высокую выпашанность почв, значительную трансформацию растительного покрова, деградацию пастбищных угодий и, как следствие, падение их видовой и кормовой ценности.

Лесостепная зона Северного Казахстана характеризуется сочетанием лесов (преимущественно березовых колков) и степей. Лесостепь по структуре представляется как мозаичное расположение колочных лесов, окруженных лугово-степной растительностью. По характеру сочетания лесных и травянистых сообществ и их взаиморасположению лесостепная зона подразделяется на южную и колочную (нетипичную).

Лесостепь Евразии насчитывает, как минимум, 3823 вида 816 родов 137 семейств высших сосудистых растений [1], а Ишимский биом, к которому относится лесостепь Северного Казахстана, является самым репрезентативным (268 групп. ассоциаций), что позволяет утверждать об экотонном эффекте – повышенной видовой насыщенности вследствие пересечения экологических амплитуд видов различных групп растений.



Изучению прогрессирующего характера агрогенной деградации лесостепных ландшафтов Северного Казахстана посвящены многочисленные исследования советских геоботаников и почвоведов: Биланчина Я.М. [2], Борисовой И.В. и др. [3], Демидовской Л.Ф. [4], Калининой А.В. [5], Лавренко Е.М. [6], исследовавших рассматриваемый район, как в целинный период, так и в последующие годы. Огромный вклад в изучение первых геоэкологических последствий сельскохозяйственного освоения лесостепи внесли почвенные и геоботанические экспедиции Московского и Львовского университетов, когда синергичное сочетание маршрутных и ключевых исследований позволило суммировать экспедиционные материалы в комплексные монографии [7,8,9]. Растущие потребности сельского и лесного хозяйства края обусловили многочисленные научные изыскания региональных ученых, которые, обследовав лесостепные ландшафты, пришли к выводу, что их элементы, за постцелинный период, претерпели, зачастую, необратимые изменения [10,11].

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

При проведении полновесного геоэкологического анализа на региональном уровне возникает объективная потребность в сравнении границ ландшафтных подпровинций и административных районов. Лесостепные подпровинции Северного Казахстана, в общем плане, на 80-95%, совпадают с границами районов Северо-Казахстанской области (СКО): южная лесостепь – Кызылжарский, Мамлютский и М. Жумабаева (в границах бывшего Булаевского района); колючая лесостепь – Аккайынский, Есильский, Жамбылский, Шал акына районы. В государственной статистике выше названные административные образования объединены в зональную природно-хозяйственную группу – лесостепные районы СКО.

Анализируя степень деградации наиболее пострадавших от сельскохозяйственного освоения открытых межколочных пространств, занятых травяной растительностью, целесообразно использовать термин «луговые степи», дефинируя им сочетание мезофильного и ксерофильного степного компонента лесостепи, а также морфологический элемент степного и лесного ландшафта, сформировавшегося на южных и обыкновенных черноземах, а также осолоделых почвах лесостепи Северного Казахстана.

Зональные луговые богаторазнотравно-ковыльные степи на открытых равнинных участках лесостепи почти полностью распаханы, отдельные небольшие участки доагрикультурных луговых ландшафтов фрагментарно сохранились по склонам балочной сети, на террасах и в долинах рек, по опушкам колков на территориях заказников. Облик расположенных вблизи населенных пунктов луговых степей и остепненных лугов сильно изменен выпасом, в результате чего они превратились в рудеральные типчаково-полынные и типчаковые степи или же представлены сбоевыми сообществами (рис. 1).



Рис. 1. Ассоциация спорышевого сбоя пастбищ на местобогаторазнотравных луговых степей (Кызылжарский р-н, 2017 г.).

До распада СССР повсеместно на нераспаханные луговые пространства оказывалась большая пасквальная нагрузка, что обуславливалось всевозрастающей численностью крупного и мелкого рогатого скота. Так, в лесостепных районах общая численность КРС колебалась от 334.3 тыс. голов (1961 г.) до 728.1 тыс. голов (1991 г.) при средней нагрузке на 100 га пастбищ в разных типах хозяйств до 10-15 и более голов КРС. Значительным было поголовье овец и коз: в 1961 г. их численность доходила до 423 тыс. голов, упав к 1995 г. до 187,4 тыс. голов [12].

Последствия пасквальной дигрессии для растительных сообществ луговых степей проявляются в трансформации их флористического состава, что предопределяет снижение высоты, резкое сокращение проективного покрытия, — тех интегративных показателей, от которых зависит кормовая ценность угодий. В ходе работы геоботанической экспедиции Львовского университета и последующего инвентаризационного осмотра ключевых участков специалистами Северо-Казахстанского отделения ГПИ «Целингипрозем» определено, что в результате чрезмерного выпаса деградированными оказались наиболее ценные в кормовом плане растительные сообщества (табл. 1).

Таблица 1

Деградация луговой растительности южнолесостепных ландшафтов  
Северо-Казахстанской области

| Тип растительного сообщества                                | Количество видов на м <sup>2</sup> |               | Проективное покрытие, в % |               |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------------|---------------|
|                                                             | 1968-1970 гг.                      | 1994-1995 гг. | 1968-1970 гг.             | 1994-1995 гг. |
| Красноковыльно-злаково-разнотравный с полынью на черноземах | 30                                 | -             | 85                        | 80            |
| Разноковыльно-типчаково-разнотравный на черноземах          | 28                                 | 22            | 85                        | 75            |
| Тырсово-типчаково-полынно-разнотравный на черноземах        | 15                                 | 10            | 75                        | 70            |
| Типчаково-злаково-разнотравный на черноземах                | 15                                 | 10            | 75                        | 72            |
| Типчаково-разнотравно-полынный на черноземах                | 12                                 | 10            | 75                        | 70            |
| Типчаково-полынно-разнотравный на черноземах                | 10                                 | 8             | 75                        | 60            |
| Злаково-разнотравно-полынный на луговых черноземах          | 30                                 | 25            | 90                        | 85            |
| Злаково-разнотравный на луговых черноземах                  | 35                                 | 28            | 90                        | 85            |
| Типчаково-тырсово-полынно-разнотравный на солонцах          | 15                                 | 8             | 75                        | 70            |
| Типчаково-разнотравно-полынный на солонцах                  | 15                                 | 5             | 80                        | 70            |
| Типчаково-полынно-разнотравный на солонцах                  | 7                                  | 5             | 70                        | 65            |
| Бескильнице-полынно-кермековый на солонцах                  | 5                                  | 4             | 70                        | 60            |

В кризисный период (1992-1999 гг.) сложилась ситуация, когда более 80% всего поголовья сельскохозяйственных животных сконцентрировалось у мелких собственников, что обусловило нынешнюю дигрессивную модель использования пастбищ. В настоящее время сельский скот по утрам общими стадами или мелкими группами (чаще и тем, и другим) выгоняется на пастбища, а вечером возвращается в подворье. При таком способе использования стравливаются угодья лишь вокруг населенного пункта в радиусе 1-3 км. Подобная практика осуществляется ежедневно, с мая по сентябрь (в годы с жарким летом, раз в 4-5 лет – с апреля по октябрь), что, в совокупности с летним выгоранием травы, приводит к сбою пастбищ и резкому снижению кормовой ценности угодий к концу лета. Особенно сильно страдают от такого выпаса межколковые пространства. Фактически – это земли, выпадающие из сельскохозяйственного использования. На сегодняшний день тенденции развития процессов пастбищной дигрессии будут нарастать до тех пор, пока нарушается основной принцип рационального выпаса – ротация используемых участков. Недостаток пастбищных кормов за весенне-летне-осенний период выпаса, в силу рассмотренных выше причин, составляет, в зависимости от природных условий области, 30% и более. Недокорм скота приводит к тому, что средний живой вес 1 головы крупного рогатого скота, реализуемого на мясо, находится в пределах 300 кг, а овец – 38 кг, при реальной возможности поднятия продуктивности животных на 25-30%.

Столыпинская реформа начала XX в. и последующая коллективизация, хоть и озаменовались распахкой луговых степей лесостепных ландшафтов, но имели ограниченное воздействие на растительный и животный мир, поскольку почти всегда в оборот вовлекались залежи, в то время как целинные земли оставались нетронутыми. Наиболее широкомасштабная распахка лесостепной зоны пришлась на кампанию 50-х гг. прошлого века, когда за шесть лет (1954-1959 гг.) в СКО были введены в оборот 1 млн. 207 тыс. га целинных земель, в то время как за 40 предшествующих лет оказались освоены 456 тыс. га, что привело к тотальной замене лесостепных экосистем агроландшафтами. Уже к 1959 г. доля пашни возросла до 70% от площади районов (табл. 2).

Таблица 2.  
Рост доли пашни в Северо-Казахстанской области в ходе целинной кампании 1954-1959 гг. (в % от площади районов, рассчитано по: [13])

| Район        | 1950 г. | 1955 г. | 1958 г. | Рост, в % |
|--------------|---------|---------|---------|-----------|
| Айыртауский  | 35      | 40      | 50      | 15        |
| Акжарский    | 40      | 45      | 50      | 10        |
| Аккайынский  | 40      | 45      | 55      | 15        |
| Г. Мусрепова | 50      | 60      | 65      | 15        |
| Есильский    | 45      | 65      | 70      | 25        |
| Жамбылский   | 35      | 45      | 50      | 15        |
| Кызылжарский | 40      | 45      | 50      | 10        |
| М. Жумабаева | 50      | 60      | 70      | 20        |

АГРОГЕННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

|                   |    |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|----|
| <i>Мамлютский</i> | 40 | 45 | 50 | 10 |
| Тайыншинский      | 20 | 50 | 65 | 45 |
| Тимирязевский     | 25 | 50 | 65 | 40 |
| Уалихановский     | 10 | 30 | 50 | 40 |
| <i>Шал акына</i>  | 50 | 55 | 60 | 10 |

Примечание: курсивом показаны лесостепные районы

Средняя сельскохозяйственная освоенность лесостепных районов только за целинные годы возросла с 60 до 85%, вследствие чего теряется 11,7% чистой первичной продукции, а всего в разрушенных экосистемах области, где доминирует человек, ежегодно теряется 27% первичной продукции [14].

Снижение содержания гумуса в пахотном слое по выше указанным районам к 1960 г. колебалось от 8 до 16%, а всего, за 60 постцелинных лет, во всех типах почв лесостепных ландшафтов Северного Казахстана содержание гумуса сократилось на 15-25% и более (табл.3), что объясняется монокультурным (яровая пшеница) земледелием без достаточного внесения удобрений в кризисные годы, взаимодополняясь с процессами водной эрозии.

Таблица 3.  
Дифференциация пахотных земель лесостепной зоны Северо-Казахстанской области по содержанию гумуса (в разрезе административных районов)

| Наименование<br>района | Обследо<br>ванная<br>площадь<br>тыс.га | Укрупненная группировка |      |         |      |            |      |
|------------------------|----------------------------------------|-------------------------|------|---------|------|------------|------|
|                        |                                        | Низкая                  |      | Средняя |      | Высокая    |      |
|                        |                                        | Границы групп, %        |      |         |      |            |      |
|                        |                                        | <4                      |      | 4-6     |      | >6         |      |
|                        |                                        | тыс.га                  | %    | тыс.га  | %    | тыс.г<br>а | %    |
| Аккайынский            | 198,39                                 | 3,8                     | 1,9  | 182,51  | 91,9 | 12,08      | 6,1  |
| Есильский              | 216,5                                  | 6,46                    | 3,0  | 197,44  | 91,2 | 12,6       | 5,8  |
| Жамбылский             | 190,33                                 | 27,63                   | 14,5 | 149,76  | 78,7 | 12,94      | 6,8  |
| М.Жумабаева            | 361,21                                 | 7,79                    | 2,2  | 313,24  | 86,7 | 40,18      | 11,1 |
| Кызылжарский           | 175,68                                 | 22,03                   | 12,5 | 140,29  | 79,8 | 13,36      | 7,6  |
| Мамлютский             | 156,97                                 | 11,62                   | 7,4  | 135,38  | 86,2 | 9,97       | 6,4  |
| Шал акына              | 228,15                                 | 5,73                    | 2,5  | 193,84  | 84,9 | 28,58      | 12,6 |

В советский период экстенсивное землепользование и, как следствие, чрезмерный вынос гумуса и биогенов, компенсировались внесением огромных объемов как минеральных, так и органических удобрений. Однако, если в 1990 г. хозяйства области в среднем внесли органических удобрений больше других регионов страны – 1300 кг/га, то в 2004 г. эта величина упала до 3,8 кг/га, в 2009 г. показатель составил порядка 17 кг/га, а в 2015 г. – вырос лишь до 48 кг/га [15].

Аналогичная картина наблюдается и с минеральными удобрениями, их внесение упало по сравнению с советским периодом в 56 раз. Одновременно, в последнее время резко возросла гербицидная нагрузка на пашенные геосистемы в условиях интенсификации производства, что дает основание относить почвы агроландшафтов лесостепной зоны (черноземы обыкновенные, черноземы карбонатные, темно-каштановые) к высококультурным и фактическим превращением их в агроземы.

В результате распашки больших площадей полностью уничтожена лугово-степная растительность с одновременным созданием сети искусственных рубежей, концентрирующих сток. Это обусловило, с одной стороны, уменьшение противозерозионной стойкости незащищенной растительностью поверхности, с другой – резкое увеличение глубины и скорости микроручейковых потоков и, как следствие, их размывающей способности. Максимальная густота линейного эрозионного расчленения в Северном Казахстане зафиксирована в южнолесостепных районах (прежде всего, Мамлютском), достигая  $\geq 100$  м/км<sup>2</sup> [16].

Агрессивное сельскохозяйственное землепользование предсказуемо привело к быстрому обеднению флоры: только за последние 50 лет в лесостепи Северного Казахстана исчезли (или находятся на грани этого) около 80 видов сосудистых растений 26 семейств. К таковым относятся: *Astragalus dasyanthus*, *Myosotis sylvatica*, *Tournefortia sibirica*, *Rumex acetosella*, *Silene latifolia*, *Geranium sibiricum*, *Leymus paboanu*, *Alopecurus*, *Irissibirica*, *Humulus lupulus* и десятки других.

Редко встречающимися растениями в настоящее время стали *Stipa lesskii*, *S. pennata*, *Nymphaea alba*, *Alnus glutinosa*, *Trapa*, *Juniperus communis*, *Ledum palustre* и т.д. В Красную Книгу Казахстана включены три вида *Cypripedium*: *C. macranthos*, *C. calceolus*, *C. guttatum*, а также *Sparassis crispa*.

В настоящее время ценные кормовые угодья деградируют так же вследствие интенсивного сенокоса близ колков и последующего стравливания отавы (Рис. 2). При осмотре 80 репрезентативных окашиваемых колков южной лесостепи в 2010-2018 гг. отмечена повсеместная агрессивная динамика ценопопуляций кормовых растений.



Рис.2. Сенокосение вблизи осинового колка (Кызылжарский район, 2017 г.).

Для лесостепных ландшафтов Северного Казахстана характерной чертой агросферы является *лесополе* – чередование островков лесной растительности (чаще всего, березово-осиновых колков) и непрерывно распаханых межколковых массивов (на месте богаторазнотравных луговых степей), занятых зерновыми культурами. Ощутимое воздействие на состояние растительного покрова подлеска, точнее, его отсутствие, оказывают, в нарушение всех природоохранных норм ( $\geq 5$  м), распашка земель до кромки леса и отсутствие какой-либо лесоохранной полосы (Рис. 3). При натурном осмотре 250 опаханных колков южной лесостепи близ 94% из них была отмечена лесоохранная полоса шириной в 30-70 см и лишь в оставшихся 6% – шириной до 1 м и более. Процесс сельскохозяйственной деградации ландшафтов лесостепи Северного Казахстана, приведший к формированию природно-агрогенных систем, обусловил трансформацию лесостепной зоны как экотона, формируя производную переходную территорию – лесополюный геоэкотон.



Рис. 3. Лесополье на месте богаторазнотравных луговых степей Северного Казахстана (Кызылжарский р-н, 2017 г.).

Именно отсутствие лесоохранной полосы исключает появление здесь подроста, типичного для колков южной лесостепи. Современные ландшафты лесостепи Северного Казахстана характеризуются сильной агрогенной деградацией: значительные площади основных элементов лесостепи – лесов, лугов, степей – полностью распаханы, пашенные неудобья используются для выпаса скота и сильно трансформированы. Однако уцелевшие участки лесостепных ландшафтов пока еще отражают зональную специфику биоты и достаточно репрезентативное биологическое разнообразие.

Важнейшей задачей в комплексе мер по охране лесостепных ландшафтов от агрогенного прессинга является расширение системы ООПТ с включением в ее состав территорий, максимально представляющих биоразнообразие флоры и растительности рассматриваемых районов. Наряду со сформировавшейся системой ООПТ Северного Казахстана (сеть заповедников, заказников, национального парка и геоботанических памятников природы) необходимо создать сеть эталонных участков, которые могут служить резерватами и своеобразными генетическими банками видов (рефугиумами), основой для восстановления травостоя нарушенных пастбищ, сенокосов, колочных лесов. Такая сеть эталонных участков должна охватить все многообразие зональных и интразональных лесостепных фитоценозов для сохранения генофонда редких и исчезающих растений.

Однако режим заповедования фрагментарно сохранившихся участков лесостепной растительности ведет лишь к «консервации» подобных «осколков» ландшафтов, в то время как коренной перелом ситуации возможен лишь при переходе к адаптивно-ландшафтной модели земледелия, пришедшей на смену и



вобравшей в себя лучшие черты практиковавшейся весь постцелинный период системы зонального земледелия. Данная модель, посредством почвенно-ландшафтного картографирования и идентификации агроэкологических типов и групп потенциально пахотных земель, обеспечит деградацию природных ландшафтов лесостепи, их ценотическое и видовое разнообразие с учетом местных особенностей растительного покрова, дифференцирует территории с учетом агропроизводственной организации их ландшафтной структуры и условий оптимального функционирования.

Помимо этого, важная роль отводится, набирающему в СКО обороты, органическому земледелию, предполагающему внесение под почву истошающие культуры, вместо традиционных минеральных удобрений, биогумуса, являющегося высокоэффективным гумусным и микробиологическим удобрением, резко улучшающим плодородие земель и содержащим полезные почвенные микроорганизмы. Удобрение содержит в себе в 4-8 раз больше гумуса, нежели компост и навоз, и не обладает таким замедленным действием. Под влиянием биогумуса ускоряется процесс органогенеза, увеличивается урожайность и ускоряется созреваемость, так как улучшается обмен веществ. Еще одним преимуществом биогумуса является ускорение распада пестицидов в растениях и почве, что оздоравливает и улучшает загрязненные почвы.

## ВЫВОДЫ

Перечисленные выше меры позволят, синегрируясь, помимо эвентуальной адаптированности системы земледелия к ограниченными почвенными структурами элементам мезорельефа, обеспечить воспроизводство плодородия и устойчивость агроландшафтов и соседствующих уцелевших природных комплексов лесостепной зоны Северного Казахстана в условиях всевозрастающей интенсификации сельскохозяйственного производства.

## Список литературы

1. Банникова И.А. Лесостепь Евразии (оценка флористического разнообразия)/ Под ред. И.А. Тубанова. М.: Ин-т проблем экологии и эволюции РАН, 1998. 146 с.
2. Биланчин Я.М. Почвы колочной лесостепи Ишим-Тобольского междуречья в пределах Северо-Казахстанской области: Дисс. ... канд. геогр. наук. Одесса, 1971. 209 с.
3. Борисова И.В., Исаченко Т.И., Рачковская Е.И. О лесостепи в Северном Казахстане // Ботан. журнал, 1957. Т. 42. №5. С. 677–690.
4. Демидовская Л.Ф. Типы колочных лесов Северного Казахстана// Изв. АН КазССР. Серия ботан. и почв. 1958. Вып. 1. С. 16–27.
5. Калинина А.В. История исследования растительности Северного Казахстана // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 3. Геоботаника, 1961. Вып. 13. С. 36–53.
6. Растительность степей Северного Казахстана/ под ред. Е.М. Лавренко// Тр. Ботанич. ин-та им. В.Л.Комарова. Сер III. Геоботаника. Вып. XIII. М.-Л.: АН СССР, 1961. 527 с.
7. География производительных сил Северного Казахстана. Том 1. Природные условия и ресурсы. М.: Изд-во Московского университета, 1972. 369 с.

8. Сборник трудов геоботанической экспедиции. Львов: Изд-во Львовского университета, 1971. 175 с.
9. Урбанский О.М., Бородин Б.Ф., Карпа М.С., Демидов Г.В. Сенокосы и пастбища Северо-Казахстанской области. Львов: Изд-во Львовского ун-та, 1974. 253 с.
10. Колодченко Н.А., Пильгук В.Я. О создании заповедных участков в лесостепной зоне на территории Северо-Казахстанской области// Охрана природы и природопользование в Казахстане. Целиноград, 1976. С. 26–28.
11. Тайжанова М.М. Овражная эрозия на территории Северо-Казахстанской области и некоторые меры борьбы с ней: Дисс. ... канд. геогр. наук. Баку: Ин-т географии, 1991. 134 с.
12. Пашков С.В. Эколого-экономические аспекты развития сельского хозяйства Северо-Казахстанской области. Петропавловск: Изд-во СКГУ, 2014. 177 с.
13. Природное районирование Северного Казахстана. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 468 с.
14. Тайжанова М.М. Рациональное использование природных ресурсов// Экология и устойчивое развитие, 2003. №1. С. 24–28.
15. Пашков С.В., Байбусинова С.Б. Природно-агрогенная обусловленность плодородия почв Северного Казахстана// Вестник Забайкал. гос. ун-та. 2017. Т.23. №2. С. 16–27. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-2-16-27.
16. Пашков С.В., Тайжанова М.М. Детерминанты овражной эрозии в Северном Казахстане // Известия Тульского гос. ун-та. Науки о Земле. 2016. №4. С. 50–63.

## **AGROGENE DEGRADATION OF FOREST AND STEPPE LANDSCAPES IN NORTH KAZAKHSTAN REGION**

*Pashkov S.V.<sup>1</sup>, Mazhitova G.Z.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*North Kazakhstan state university named after M. Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*FSBEI of HE «National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

*E-mail: sergp2001@mail.ru*

The forest and steppe of the southern part of Western Siberia stretching in Far North of Kazakhstan as a narrow strip 150–200 km wide is the most important agricultural region of the country where the share of arable lands is maximum in the country and reaches 55% of the area of farmlands at average population density 11 persons on sq. km. Intensive social and economic development of the considered territory for the post-virgin period caused scales of impact on natural complexes that predetermined a high degradation of soils, considerable transformation of a vegetation cover, degradation of pasturable grounds and, as a result, falling of their specific and fodder value.

Zone meadow mixed grass and feather-grass steppes on open flat sites of the forest and steppe are almost completely opened, certain small sites the pre-agricultural meadow landscapes fragmentary remained on slopes of gill network, on terraces and in valleys of the rivers, on edges of koloks in territories of wildlife areas. The image of the settlements of meadow steppes located close and the stepped meadows is strongly changed by the pasture therefore they turned into rudimentary fescue and wormwood and fescue steppes or are presented by broke communities.

The average agricultural development of forest and steppe areas in the virgin years has increased from 60 to 85%, as a result of which 11,7% of net primary production is lost, and in total, 27% of primary production is lost in the destroyed ecosystems of the region where humans dominate.

As a result of plowing of the big areas meadow and steppe vegetation is completely destroyed because of simultaneous creation of the artificial boundaries network concentrating a drain. It caused, on the one hand, reduction of antierosion firmness the unprotected vegetation of the land surface, with another – sharp increase in depth and speed of microrill streams and, as a result, their washing-away ability. The maximum density of linear erosive partition in Northern Kazakhstan is recorded the southern forest and steppe districts areas (first of all, in Mamlyutsky district), reaching  $\geq 100 \text{ m/km}^2$ .

For forest and steppe landscapes of Northern Kazakhstan characteristic feature of the agrosphere is forest and field combining – alternation of islands of forest vegetation (mostly, birch and aspen koloks) and the massifs which are continuously opened the areas between koloks (on the place of mixed grasses meadow steppes) occupied with grain crops. Notable impact on a condition of vegetation cover of an underbrush, more precisely, its absence, is rendered, in defiance of all nature protection norms ( $\geq 5 \text{ m}$ ), plowing of lands to an edge of the wood and absence any forest protection strip.

The major task in a package of measures for protection of forest-steppe landscapes from agrogene pressure is expansion of the especially protected natural territories (EPNT) system with inclusion in its structure of the territories which are most representing a biodiversity of flora and vegetation of the considered areas. Along with the created EPNT system of Northern Kazakhstan (network of reserves, wildlife areas, national parks and geobotanical nature sanctuaries) it is necessary to create network of reference sites which can serve as wildlife reserves and peculiar genetic banks of types (refugium), a basis for restoration of herbage of the broken pastures, haymakings and koloks. Such network of reference sites has to capture all variety of zone and intrazonal forest-steppe phytocenosis for preservation of a gene pool of rare and disappearing plants.

The authors made the assumption that the optimum and environment friendly scenario of the agrosphere management in a forest and steppe zone is synergism of adaptive and landscape and organic agriculture. It will allow filling the shortage of biogenes in the conditions of intensification of crop production and will provide steady land use.

**Keywords:** forest and steppe landscapes, degradation, postural digression, North Kazakhstan region, adaptive and landscape agriculture

## References

1. Bannikova I.A. Lesostep' Evrazii (ocenka floristicheskogo raznoobrazija) (Forest and steppe of Eurasia (assessment of floristic variety)/ Pod red. I.A. Tubanova. M.: In-t problem jekologii i jevoljucii RAN (Publ.), 1998, 146 p. (in Russian).
2. Bilanchin Ja.M. Pochvy kolochnoj lesostepi Ishim-Tobol'skogo mezhdurech'ja v predelah Severo-Kazahstanskoj oblasti (Soils of the kolochny forest and steppe of the Ishim-Tobol interfluvium within the North Kazakhstan region): Diss. ... kand. geogr. nauk. Odessa (Publ.), 1971, 209 p. (in Russian).
3. Borisova I.V., Isachenko T.I., Rachkovskaja E.I. O lesostepi v Severnom Kazahstane (About the forest-steppe in Northern Kazakhstan). Botan. zhurnal, 1957. Vol. 42. no. 5, pp. 677–690. (in Russian).
4. Demidovskaja L.F. Tipy kolochnyh lesov Severnogo Kazahstana (Types of the kolochny foresta of Northern Kazakhstan). Izv.ANKazSSR. Serijabotan. ipochv. 1958. Vol. 1, pp. 16–27. (in Russian).
5. Kalinina A.V. Istorija issledovanija rastitel'nosti Severnogo Kazahstana (History of vegetation research in Northern Kazakhstan). Tr. Botan. in-ta AN SSSR. Vol. 3. Geobotanika, 1961. Vol. 13, pp. 36–53. (in Russian).
6. Rastitel'nost' stepej Severnogo Kazahstana (Vegetation of steppes of Northern Kazakhstan) / Pod red. E.M. Lavrenko. Tr. Botanich. in-ta im. V.L. Komarova. Ser III. Geobotanika.Vyp. XIII. M.-L.: AN SSSR, 1961. 527 p. (in Russian).
7. Geografija proizvoditel'nyh sil Severnogo Kazahstana. Vol. 1. Prirodnye uslovia i resursy (Geography of productive forces of Northern Kazakhstan. Volume 1. Environment and resources). M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta (Publ.), 1972, 369 p. (in Russian).
8. Sbornik trudov geobotanicheskijj ekspedicii (Collection of works of geobotanical expedition). L'vov: Izd-vo L'vovskogo universiteta (Publ.), 1971, 175 p. (in Russian).
9. Urbanskij O.M., Borodin B.F., Karpa M.S., Demidov G.V. Senokosy i pastbishha Severo-Kazahstanskoj oblasti (Haymaking sand pastures of the North Kazakhstan region). L'vov: Izd-vo L'vovskogo un-ta (Publ.), 1974, 253 p. (in Russian).
10. Kolodchenko N.A., Pil'guk V.Ja. O sozdanii zapovednyh uchastkov v lesostepnoj zone na territorii Severo-Kazahstanskoj oblasti (About creation of reserved sites in the forestandsteppe zone in the territory of the North Kazakhstan aregion). Ohranaprirody i prirodopol'zovanie v Kazahstane. Celinograd, 1976, pp. 26–28. (in Russian).
11. Tajzhanova M.M. Ovrazhnaja jerozija n a territorii Severo-Kazahstanskoj oblasti i nekotorye mery bor'by s nej (The gully erosion in the territory of the North Kazakhstan region and some measures of fight against it): Diss. ... kand. geogr. nauk. Baku: In-t geografii (Publ.), 1991, 134 p. (in Russian).
12. Pashkov S.V. Jekologo-jekonomicheskie aspekty razvitija sel'skogo hozjajstva Severo-Kazahstanskoj oblasti (Ecological and economic aspects of agricultural development in Nortn Kazakhstan region). Petropavlovsk: Izd-vo SKGU (Publ.), 2014, 177 p. (in Russian).
13. Prirodnoe rajonirovanie Severnogo Kazahstana (Natural zoning of Northern Kazakhstan). M.-L.: Izd-vo AN SSSR (Publ.), 1960, 468 p. (in Russian).
14. Tajzhanova M.M. Racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov (Rational use of natural resources). Jekologija i ustojchivoe razvitie, 2003, no. 1, pp. 24–28. (in Russian).
15. Pashkov S.V., Bajbusinova S.B. Prirodno-agrogennaja obuslovlennost' plodorodija pochv Severnogo Kazahstana (Natural and agrogene conditionality of soils fertility in Northern Kazakhstan). Vestnik Zabajkal. gos. un-ta, 2017. T. 23. no. 2, pp. 16–27. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-2-16-27. (in Russian).
16. Pashkov S.V., Tajzhanova M.M. Determinanty ovrazhnoj erozii v Severnom Kazahstane (Determinants of ravine erosion in Northern Kazakhstan). Izvestija Tul'skogogos. un-ta. Nauki o Zemle. 2016. no. 4. pp. 50–63. (in Russian).

УДК 911.52

## **КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ЛАНДШАФТНО- ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УЗЛОВЫХ СТРУКТУР ОСВОЕНИЯ РЕГИОНОВ ТИХООКЕАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ПОЯСА ЛАНДШАФТНОЙ СФЕРЫ**

*Старожилов В. Т.*

*Тихоокеанский международный ландшафтный центр «Дальневосточный Федеральный  
Университет», Владивосток, Российская Федерация  
E-mail: starozhilov.vt@dvfu.ru*

Впервые рассматривается перспективная для освоения территорий концепция ландшафтных узловых структур освоения регионов Тихоокеанского ландшафтного пояса ландшафтной сферы. Отмечается, что выявление ландшафтных узловых структур освоения и их картографирования, как наиболее благоприятных ландшафтных морфологических структур освоения с природными характеристиками, отвечающими требованиям общества для ведения экономической, социальной, экологической и др. форм деятельности позволит перейти к рассмотрению научных и практических гармонизированных с природой инструментов планирования и прогнозирования экономических, социальных, экологических и др. геосистем. Отмечаются также базовые географические основы рассмотрения ландшафтных узловых структур освоения территорий.

**Ключевые слова:** ландшафт, освоение, узловое, структура, морфология, картографирование.

### **ВВЕДЕНИЕ**

На планете Земля практическая деятельность общества осуществляется преимущественно в приповерхностной ее части на границе взаимодействия слоев географической оболочки – литосферы, гидросферы и атмосферы. Последние наиболее интенсивно взаимодействуют в ландшафтной сфере, названной Ф.И. Мильковым – биологическим фокусом Земли. Сам же термин ландшафтная сфера был предложен Ю.К. Ефремовым в 1950 г. Ландшафтная сфера – это узкая часть географической оболочки, то есть та ее часть, на сохранении свойств которой акцентируется внимание при решении локальных и региональных природопользовательских задач. При этом ландшафтная сфера рассматривается как сложная пространственно-временная динамическая система полимасштабных элементов неорганической и органической природы, возникающая в результате взаимопроникновения, взаимообусловленности и взаимодействия различных геосфер. Сложность элементов сферы определяет и особое отношение к вопросу о значимости объектов исследования, к получаемым материалам внутреннего содержания ее составных частей и векторно-слоевым ландшафтными структурами, а также их индикации и структурирования с точки зрения выявления наиболее благоприятных или не благоприятных для освоения узловых ландшафтно-экологических структур.

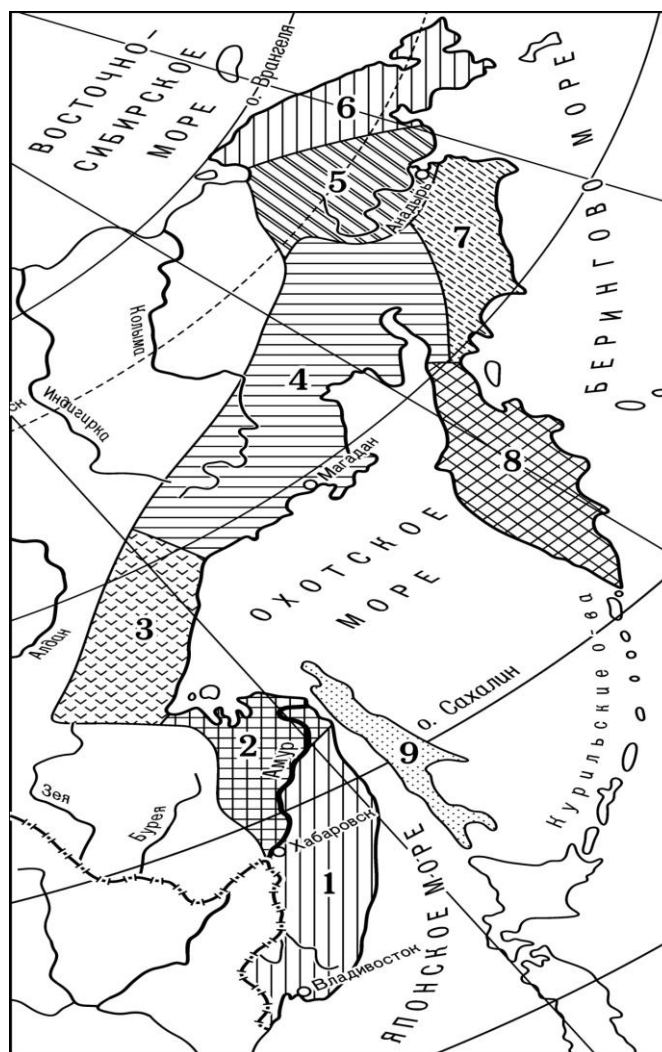
При этом под ландшафтно-экологическими узловыми структурами освоения понимаются наиболее благоприятные ландшафтные морфологические структуры с природными характеристиками, отвечающими требованиям общества для ведения экономической, социальной, экологической и др. форм деятельности, необходимой

для обеспечения потребностей общества, т.е. они представляют природный фундамент практической (экономической, социальной, экологической и др.) деятельности общества. Однако на сегодняшний день вопросу узловых ландшафтно-экологических структур освоения географического пространства внимания не уделяется. При освоении территорий негативно то, что отсутствуют картографические материалы по таким структурам, т.е. структурам, которые по благоприятному внутреннему содержанию могут быть в первую очередь вовлечены в освоение. Отсутствие таких картографических документов, в свою очередь, приводит при освоении территорий к негативным последствиям. Поэтому изучение узловых ландшафтных структур освоения регионов Тихоокеанского ландшафтного пояса ландшафтной сферы актуально.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Теоретико-методические основы исследований заложены в трудах В.В. Докучаева, Л.С. Берга, А.Н. Краснова, Г.Ф. Морозова, Б.Б. Полюнова, Л.Г. Раменского, Н.А. Солнцева, Д.Л. Арманда, В.Б. Сочавы, А.Г. Исаченко, В.А. Николаева, С.В. Преображенского, Ф.Н. Милькова К.Н. Дьяконова, А.Ю. Ретеюма, М.Д. Гродзинского, Г.Е. Гришанкова и многих других. В работе, нацеленной на оптимизацию освоения территорий ландшафтной сферы, на практическую реализацию ландшафтного подхода в решении производственных задач, рассматриваются результаты геолого-географических и географических исследований ландшафтных геосистем Тихоокеанского ландшафтного пояса России (рис. 1).

Ландшафтный пояс - это аazonальный пояс ландшафтной сферы с генетически единым структурно-тектоническим положением в зоне окраинно-континентальной дихотомии системы океан-континент и характеризующийся аккреционной природой фундамента ландшафтных амуро-приморской, приохотской, сахалинской, камчатско-курильской, чукотской и др. географических стран (структур) с климатическим и растительным внутренним содержанием, подчиняющимся высотной и широтной зональности и эволюционирующим под действием взаимодействующих, взаимосвязанных и взаимопроникающих друг в друга орографического, климатического и фиторастительного факторов [6] Своеобразие его не только в палеогеографии, но и в континентально-океанической дихотомии, законе фундаментального дуализма суши и моря, парности в организации и функционировании, единстве и противоположности приморских и континентальных ландшафтов и геосистем. Ландшафтные геосистемы зоны рассматриваются в области развивающегося в последние десятилетия горного ландшафтоведения. Ландшафтный пояс - это горная страна, по ландшафтной таксономии здесь классических платформенных равнин нет, а имеющиеся участки - это части горных подвижных поясов, рифтогенных структур.



Тихоокеанский ландшафтный пояс России  
Области пояса: 1.Сихотэ-Алиньская; 2.Нижнеамурская;  
3.Приохотская; 4.Колымская ; 5.Анадырьская;  
6.Чукотская; 7.Корякская; 8.Камчатская; 9.Сахалинская.

Рис. 1. Тихоокеанский ландшафтный пояс России.

На основе углубленного покомпонентного анализа в последние годы разработана ландшафтная классификация, составлена базовая ландшафтная карта Приморского края М 1: 500 000 и легенда к ней [12,14,20], разработана в масштабе 1: 500 000 ландшафтная классификация Сахалинской области [7], продолжают ландшафтные исследования по другим территориям окраинно-континентальной части Тихоокеанской России. Впервые показаны особенности формирования фундамента ландшафтов Тихоокеанского ландшафтного пояса на основе авторской концепции его аккреционной геодинамической эволюции, с опорой на изучение

петрографического состава и структурно-тектоническое положение осадочных и других литокмплексов [9,10,11]. Выявлены на примерах отдельных территорий особенности структуры и организации ландшафтов, проведен системный анализ их размещения по территории с учетом пространственно-площадной горизонтальной и высотной дифференциации. Дана статистическая оценка пространственного распределения ландшафтов и их количественных параметров [8].

Средне- и крупномасштабное картографирование территории, использование регионально-типологической классификации, коррелирующей с ландшафтным районированием [13,17], позволило отразить особенности геосистем в различных частях их ареалов, а описание выявило свойства и степень различия между ними. В частности, в структуре ландшафтов Приморья, путем анализа сопряженности и взаимосвязей компонентов, картографировано 2 класса ландшафтов, 4 подкласса, 12 родов, 94 вида ландшафтов и 3043 местности.

Проведенные исследования, базирующиеся на картографировании ландшафтов и их структур, оценке данных по изменению свойств ландшафтов и их пространственно-площадному распространению, нами рассматриваются не только как базовые для комплексной оценки антропогенных преобразований природной среды, оптимизации природопользования, конструктивного начала в обеспечении экологической безопасности природопользования, но и как базовые все еще не разрабатываемой в Тихоокеанской России, и в целом России концепции ландшафтно-экологических узловых структур освоения и оптимизации природной среды регионов Ландшафтной сферы..

Кроме того в качестве базовых основ рассмотрения ландшафтно-экологических узловых структур освоения нами использовались материалы ранее выполненных исследований практической реализации ландшафтного подхода с применением ландшафтной индикации в различных областях природопользования [15,21,22 и др.]:

- 1) комплексного установления ландшафтного статуса объектов природопользования в существующей системе ландшафтов региона;
- 2) регионального выявления и оценки природоохранно-экологических проблем;
- 3) особенностей возможных техногенных преобразований ландшафтов при природопользовании;
- 4) стратегия практической реализации ландшафтного подхода в области туризма и рекреации, градостроительства, организации аграрных предприятий для создания производственной базы в горно-таежных ландшафтах, лесопользования, планирования и проектирования природопользования.

При рассмотрении концепции ландшафтно-экологических узловых структур использовались материалы ранее рассмотренной компонентной, морфологической, площадной и др. ландшафтной индикации [16,18,19], которая выступает часто как основа выбора главного направления или даже стратегии хозяйствования. Также использовались материалы ранее разработанной концепции полимасштабной ландшафтной индикации [19]. Материалы включают то, что ландшафтная индикация должна проводится в стандартных географических масштабах картографирования территорий и осуществляться с применением картографических



векторно-слоевых основ по ландшафтным масштабным слоям: фациям, урочищам, ландшафтам, видам, родам, подклассам, классам, типам, округам, провинциям, областям, странам, поясам и т.д. В целом она полимасштабна и должна проводиться с применением современных цифровых компьютерных технологий с обязательным составлением баз данных по слоям векторно-слоевых масштабных уровней и таксонам, а также по рассмотренным нами ранее видам и стадиям объектной индикации.

Проанализированы материалы исследований института географии ДВО РАН по экономической географии производств ДВ [2-5].

### **Результаты и их обсуждение**

В результате синтеза, анализа и оценки ландшафтных материалов по Тихоокеанскому ландшафтному поясу России (пример звена Ландшафтной сферы) установлена сложная дифференциация ландшафтных систем на уровне урочищ, местностей, видов, родов, подклассов, классов, типов, округов, провинций, областей, поясов. Каждый из ландшафтов рассматриваемой территории характеризуется своим внутренним физико-географическим содержанием и они в той или иной мере в зависимости от внутреннего содержания при планировании и прогнозировании отраслевого производства могут быть благоприятными или неблагоприятными для освоения, базовыми (природным фундаментом). Выделение благоприятных базовых ландшафтных структур для освоения природных систем нами проводилось на примере синтеза, анализа и оценки морфологических структур ландшафтов и материалов по размещению производств Приморского края [1], а также отмеченных выше результатов практической реализации ландшафтного подхода в различных областях освоения рассматриваемой территорий. Анализ и сравнение комплексного размещения центров отраслевых производств по выделам ландшафтов и материалов по ландшафтному районированию (на примере Приморского края) показывает, что в природном отношении исторически большинство основных производственных центров размещается в наиболее благоприятных в природном отношении ландшафтных структурах, которые предлагается называть узловыми. В частности в Приморье из выделенных 12 ландшафтных провинций и 54 ландшафтных округов наиболее освоены Западно-Приморская и Южно-Приморская провинции и округ Муравьев-Амурского (включает о. Русский). Отмеченные структуры на сегодняшний день (подтверждается реальными решениями руководства России) благоприятны для отраслевого освоения, в настоящее время интенсивно осваиваются и относятся нами к ландшафтным узловым структурам освоения.

Также можно говорить, что ландшафтные узловые структуры являются базовыми не только для общего синтеза, анализа и оценки возможностей экономического, социального и др. видов развития, но и отраслевого. В частности, узловые структуры освоения выступают как основа (природный фундамент) для проектирования и прогнозирования развития и динамики самых различных производственных систем, например таких как, лесопользование, биоразнообразие,

землеустройство, строительство, туризм и многие другие. Однако особо отметим, что наиболее полные оптимизация и гармонизация узловых ландшафтных структур и экономических, социальных, экологических и других систем возможно при картографировании территорий, применении методов индикации косных и биокосных систем на полимасштабном уровне и в предложенной ранее классификационных единицах ландшафтов (ландшафт, вид, род, подкласс, класс, тип, округ, провинция, область, пояс).

В целом обсуждая общие принципы концепции ландшафтно-экологических узловых структур как природных основ ведения гармонизированных с природой отраслевого освоения территорий необходимо иметь прежде всего оцифрованную векторно-слоевую морфологическую основу, которая на цифровом уровне дает знание строения географического пространства вовлекаемых в освоение ландшафтных структур. Такие материалы, как показали исследования на примере горно-промышленных систем (горнорудной промышленности) и исследований по практической реализации ландшафтного подхода в различных отраслях производства, позволяют проанализировать осваиваемые территории по оцифрованным выделам ландшафтов. Затем сравнить внутреннее содержание выделов, выбрать из них наиболее благоприятные (узловые) для вовлечения в освоение и затем уже с учетом природных ландшафтных данных приступить к планированию, прогнозированию и составлению проектов освоения. В результате при любом типе освоении будут учтены природные условия и будет выполняться с применением цифрового картографирования задача гармонизированного с природой промышленного развития территорий.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выявление ландшафтно-экологических узловых структур освоения, как наиболее благоприятных ландшафтных морфологических структур с природными характеристиками, отвечающими требованиям общества для ведения экономической, социальной, экологической и др. форм деятельности, необходимой для обеспечения потребностей общества, представляет перспективное направление Ландшафтной географии. При условии применения векторно-слоевого картографирования, изучения ландшафтов с применением компонентной, морфологической, площадной, полимасштабной векторно-слоевой индикации в классификационных единицах ландшафтов (ландшафт, вид, род, подкласс, класс, тип, округ, провинция, область, пояс), позволит картографически с применением современных цифровых компьютерных технологий на уровне Ландшафтной сферы перейти к рассмотрению научных и практических гармонизированных с природой инструментов планирования и прогнозирования экономических, социальных, экологических и др. геосистем. Выделение ландшафтных узловых структур освоения Тихоокеанского ландшафтного пояса России и в целом Ландшафтной сферы будет благоприятствовать решению проблем оптимизации природной среды регионов. В настоящее время Тихоокеанский международный ландшафтный центр ДВФУ разрабатывает концептуальную методологию цифрового картографирования

узловых ландшафтно-экологических структур и возможности использования этих материалов при освоении территории Тихоокеанской России. Надеемся, что со временем применение, предлагаемой концепции ландшафтно-экологических узловых структур освоения займет достойное место в политике Правительства при освоении Тихоокеанской России и др. регионов Ландшафтной сферы.

#### Список литературы

1. Атлас Приморского края. Вострецов Ю.Е., Кононенко Н.А., Сергеев О.И., Тураев В.А., Галлямова Л.И., Мандрик А.Т., Проскурина К.И., Вашук А.С., Медведева Л.М., Иванов В.В., Тащи С.М., Крылов И.И., Ларенцева С.И., Зонина И.Г., Яковлева Л.М., За На. Юн., Ознобихин В.И., Розенберг В.А., Краснопеев С.М., Кудрявцева Е.П. и др. Владивосток, 2008.
2. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX- XXI веков: в 3 томах. Природные ресурсы и региональное природопользование / Под ред. П.Я. Бакланова и В.П. Каракина. Владивосток: Дальнаука, 2010. Т. 2. 560 с.
3. Долговременная программа охраны природы и рационального использования природных ресурсов Приморского края до 2005 г. (Экологическая программа). Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. Ч. 1. 349 с.; Ч. 1 (продолжение) - 350 с.; Ч. 2. 301 с.
4. Заиканов В.Г. Методические основы комплексной геоэкологической оценки территории. М.: Наука, 2008. 81 с.
5. Романов М.Т. Территориальная организация хозяйства слабоосвоенных регионов России. Владивосток: Дальнаука, 2009. 318 с.
6. Старожилов В.Т. Окраинно-континентальный ландшафтный пояс как географическая единица Тихоокеанской России // Устойчивое природопользование в прибрежно-морских зонах: материалы Междунар. конф., Владивосток, 7-9 окт., 2013. Владивосток: Дальнаука, 2013. С. 38-42.
7. Старожилов В.Т. Ландшафтные геосистемы Сахалинского звена окраинно-континентального ландшафтного пояса Тихоокеанской России // Проблемы региональной экологии. 2016. № 5. С. 53-57.
8. Старожилов В.Т. Статистический анализ пространственного распределения ландшафтов окраинно-континентальных геосистем Тихоокеанской России // Материалы Всероссийской школы-конференции: «Арчиовские чтения – 2015: Науки о земле и стратегия устойчивого развития», посвящ. 90-летию со дня рождения Е.И. Арчикова. Чебоксары, 2015. С. 102-112.
9. Старожилов В.Т. Структурно-тектоническое районирование Пионерско-Шельтинской зоны Восточно-Сахалинских гор // Тихоокеанская геология. 1990. № 3. С. 90 - 96.
10. Старожилов В.Т. Апатитоносность и петрологические особенности фанерозойских базит-гипербазитовых комплексов Приморья. Старожилов В.Т., Владивосток, 1988. 148 с.
11. Старожилов В.Т. Картирование ландшафтов и геодинамическая эволюция фундамента Дальневосточных территорий // Ноосферные изменения в почвенном покрове: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Ноосферные изменения в почвенном покрове». Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. С. 174 - 178.
12. Старожилов В.Т. Региональные особенности компонентов и факторов структуры и организации ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края): монография. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. 114 с.
13. Старожилов В.Т. Структура и пространственная организация ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края): монография. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. 308 с.
14. Старожилов В.Т., Дербенцева А. М., Степанова А. И. и др. Ландшафтные условия развития эрозионно-денудационных процессов юга Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2008. 100 с.
15. Старожилов В.Т. Денудационные процессы в ландшафтах и геоэкологические предпосылки техногенных изменений: монография / Науч. ред. Ю. Б. Зонов. М-во образования и науки

- Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Дальневосточный гос. ун-т, Тихоокеанский гос. ун-т, Ин-т горного дела ДВО РАН. Владивосток, 2009.
16. Старожилов В.Т. Ландшафтная индикация трансформации геосистем // Структурные трансформации в геосистемах Северо-Восточной Азии: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 23-24 апр. 2015. Владивосток: Дальнаука 2015. С. 86-91.
  17. Старожилов В.Т. Ландшафтная география Приморья (регионально-компонентная специфика и пространственный анализ геосистем). Владивосток: Изд-во Дальневост. федер. ун-та, 2013. Ч. 1. 276 с.
  18. Старожилов В.Т. Концепция площадной ландшафтной индикации в политике Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ // Современный взгляд на будущее науки: приоритетные направления и инструменты развития: сб. науч. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Изд-во «КультИнформПресс», 2017. С. 37-39.
  19. Старожилов В.Т. Концепция полимасштабной векторно-слоевой индикации геосистем ландшафтной сферы // Фундаментальные и прикладные исследования науки XXI века. Шаг в будущее. Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. 2017. С. 44-48.
  20. Старожилов В.Т. Ландшафтное районирование Приморского края // Вестн. ДВО РАН. 2010. №3. С. 107 - 112.
  21. Старожилов В.Т., Ковалева Г.В., Дербенцева А.М., Назаркина А.В. и др. Почвы и техногенные поверхностные образования в городских ландшафтах. Министерство образования и науки Российской Федерации, Дальневосточный федеральный университет, Биолого-почвенный университет, Тихоокеанский государственный университет. Владивосток, 2012.
  22. Старожилов В.Т., Леоненко А.В., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М. Геоэкология минерально-сырьевого природопользования ландшафтов юга Дальнего Востока. Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Дальневосточное отделение Российской Академии наук, Институт горного дела, Дальневосточный федеральный университет. Владивосток. 2009.

**CONCEPTUAL METHODOLOGY OF LANDSCAPE ENVIRONMENTAL  
NODAL STRUCTURES FOR THE DEVELOPMENT OF THE PACIFIC  
LANDSCAPE BELT REGIONS OF THE LANDSCAPE SPHERE**

***Starozhilov V.T.***

***Pacific International Landscape Center "Far Eastern Federal University", Vladivostok, Russian Federation***

***E-mail: starozhilov.vt@dvfu.ru***

The promising concept of landscape-ecolog nodal structures for the development of regions of the Pacific landscape zone of the landscape sphere is presented. It is stated that the identification and mapping of landscape nodal structures as the most favorable landscape morphological structures with natural characteristics that meet the requirements of society for economic, social, ecological and other forms of activity will allow us to proceed to the examination of scientific and practical harmonized with nature tools for planning and forecasting of economic, social, ecological and other geosystems. The geographical basics for the identification of landscape-ecolog nodal structures for the development of territories are also noted discussed.

Under landscape-ecological nodal structures of development are understood the most favorable landscape morphological structures with natural characteristics that meet the requirements of society for economic, social, environmental and other forms of activities necessary to meet the needs of society, i.e. they represent the natural foundation of practical (economic, social, environmental, etc.) activities of society. However, to date, the issue of nodal landscape-ecological structures is not being paid attention to the development of geographical space. When developing territories, it is negative that there are no cartographic materials for such structures, i.e. structures that, due to their favorable internal content, may be primarily involved in development. The absence of such cartographic documents, in turn, leads to negative consequences when developing territories. Therefore, the study of nodal landscape structures of the development of the regions of the Pacific landscape belt of the landscape sphere is actual.

The landscape belt is an azonal belt of the landscape sphere with a genetically uniform structural-tectonic position in the zone of marginal continental dichotomy of the ocean-continent system and characterized by the accretionary nature of the basement of the landscaped Amur-Primorye, Okrug, Sakhalin, Kamchatka-Kuril, Chukchi and other geographical countries structures) with climatic and vegetative internal content, subject to high-altitude and latitudinal zoning and evolving under the influence of interacting, interconnected, and imopronikayuschih each other orographic, climatic factors.

**Keywords:** landscape, development, nodal, structure, morphology, mapping

#### References

1. Atlas of the Primorsky Territory. Vostretsov M.E, Kononenko N.A, Sergeev O.I, Turaev V.A, Galliamova L.I, Mandrik A.T, Proskurina K.I, Vashchuk A.S, Medvedeva L .M, Ivanov V.V, Tashchi S.M, Krylov I.I, Larentseva S.I, Zonova I.G, Yakovleva L.M, For Na.Yu., Oznobihin V.I, Rozenberg V.A, Krasnopeev S.M, Kudryavtseva E.P and others. Vladivostok, 2008. (in Russ.)
2. Geosystems of the Russian Far East at the turn of the 20th and 21st centuries: in 3 volumes. Natural resources and regional nature management / Ed. P.Ya. Baklanov and V.P. Karakin. Vladivostok: Dal'nauka, 2010. Vol. 2. 560 p. (in Russ.)
3. Long-term program of nature protection and rational use of natural resources of Primorsky Krai until 2005 (Environmental program). -Vladivostok: Far-Eastern Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1990. Vol. 1. 349 p.; Vol. 1 (continuation) 350 p.; Vol. 2.301 p.(in Russ.)
4. Zaikanov V.G. Methodical bases of the complex geo-ecological assessment of the territory. M.: Science. 2008. 81 p. (in Russ.)
5. Romanov M.T. Territorial organization of the economy of poorly developed regions of Russia. Vladivostok: Dal'nauka, 2009. 318 p. (in Russ.)
6. Starozhilov V.T. The marginal-continental landscape belt as a geographical unit of Pacific Russia // Sustainable environmental management in coastal-marine zones: materials of the Intern. Conf., Vladivostok, 7-9 Oct., 2013. Vladivostok: Dal'nauka, 2013. P. 38-42.
7. Starozhilov V.T. Landscape geosystems of the Sakhalin link of the marginal continental landscape belt of Pacific Russia // Problems of regional ecology. 2016. No. 5. - P. 53-57. (in Russ.)
8. Starozhilov V.T. Statistical analysis of the spatial distribution of landscapes of marginal continental geosystems of Pacific Russia // Materials of the All-Russian School-Conference: "Archov Readings - 2015: Earth Sciences and Sustainable Development Strategy", ded. The 90th anniversary of the birth of E.I. Archikov. Cheboksary, 2015. P. 102-112
9. Starozhilov V.T. Structural-tectonic zoning of the Pioneer-Shelty zone of the Eastern Sakhalin mountains // Pacific Geology. 1990. No. 3. P. 90-96. (in Russ.)

10. Starozhilov V.T. Apatite-bearing and petrological features of the Phanerozoic basite-hyperbasite complexes of Primorye. Starozhilov V.T, Vladivostok, 1988. 148 p. (in Russ.)
11. Starozhilov V.T. Mapping of landscapes and geodynamic evolution of the foundation of the Far Eastern Territories // Noosphere changes in the soil cover: materials of the international. scientific-practical. Conf. "Noospheric changes in the soil cover." Vladivostok: Izd. Far-East.University, 2004. pp. 174 - 178. (in Russ.)
12. Starozhilov V.T. Regional features of components and factors of the structure and organization of landscapes in the south of the Far East (for example, PrimorskyKrai): monogr. Vladivostok: Publishing house of the Far East. University, 2007. 114 p. (in Russ.)
13. Starozhilov V.T. Structure and spatial organization of landscapes in the south of the Far East (for example, PrimorskyKrai): monogr. Vladivostok: Publishing house of the Far East. University, 2007. 308 p. (in Russ.)
14. Starozhilov V.T. Landscape conditions for the development of erosion-denudation processes in the south of the Far East. Vladivostok: Publishing house of the Far East. University, 2008. 100 p. Co-author: Derbentseva A.M, Stepanova A.I, Oznobihin.E.M.(in Russ.)
15. Starozhilov V.T. Denudation processes in landscapes and geoecological prerequisites of technogenic changes. Starozhilov V.T. monograph / V.T Starozhilov and others; [scientific. Ed. Yu. B. Zonov]; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal Agency for Education, Far Eastern State University.University, Pacific State University.Institute of Mining, Far East Branch, Russian Academy of Sciences.Vladivostok, 2009. (in Russ.)
16. Starozhilov V.T. Landscape indication of the transformation of geosystems // Structural transformations in the geosystems of North-East Asia: materials Vseros. scientific-practical. Conf. 23-24 Apr. 2015. Vladivostok: Dal'nauka 2015. P. 86-91. (in Russ.)
17. Starozhilov V.T. Landscape geography of Primorye (regional-component specificity and spatial analysis of geosystems). Vladivostok: Publishing house of the Far East. feder. Univ., 2013.Part 1.276 p. (in Russ.)
18. Starozhilov V.T. The Concept of Area-Based Landscape Indication in the Policy of the Pacific International Landscape Center SHEN FEFU // Contemporary Perspective on the Future of Science: Priority Directions and Development Tools: coll. sci. Art. according to the results of the international. scientific-practical. Conf. St. Petersburg: Publishing house "KultInformpress", 2017. P. 37-39. (in Russ.)
19. Starozhilov V.T. The concept of multiscale vector-layer indications of geosystems in the landscape sphere // In the collection: fundamental and applied research of the science of the XXI century. Step into the Future. Collection of scientific articles on the results of the international scientific and practical conference. 2017. P. 44-48. (in Russ.)
20. Starozhilov V.T. Landscape zoning of the Primorye Territory // Vestn. FEB RAS. 2010. №3. P. 107-112. (in Russ.)
21. Starozhilov V.T. Soils and technogenic surface formations in urban landscapes: Kovaleva GV, Starogilov VT, Derbentseva A.M, Nazarkina A.V, Mayorova L.P, Matveenko T.I, Semal V.A, MorozovaG.Yu. Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Far Eastern Federal University, Biology and Soil University, Pacific State University. Vladivostok, 2012. (in Russ.)
22. Starozhilov V.T. Geoecology of mineral and raw materials use of landscapes of the south of the Far East.Starozhilov V.T, Leonenko A.V, Krupskaya L.T, Derbentseva A.M // Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal Agency for Education, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Institute of Mining, Far Eastern Federal University. Vladivostok. 2009. (in Russ.)

УДК 551.435.24 (477.75)

## О ПРОИСХОЖДЕНИИ КОНИЧЕСКИХ ОСТАНЦОВ МАССИВА ЛАСПИ

*Блага Н. Н., Вольхин Д. А.*

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

В статье рассмотрены основные особенности морфогенеза останцов «Сахарные головки» около массива Ласпи (Крым). Выяснена роль отдельных факторов и механизм формирования останцов, а также причины их конической формы.

**Ключевые слова:** останец, морфогенез, блок отседания, Сахарные головки, Ласпи.

### ВВЕДЕНИЕ

Целый ряд останцовых микроформ рельефа Крымских гор, относящихся к числу наиболее интересных и популярных достопримечательностей, в геоморфологическом отношении изучены слабо. Одними из самых загадочных среди них являются «Сахарные головки» около массива Ласпи. Их необычное расположение по кругу в сочетании с конусовидной формой вызывает большой интерес в научной и краеведческой среде. Конические останцы в скальных породах не являются уникальными образованиями для горного Крыма, однако в данном случае речь идет о группе близко расположенных форм, вытянутых по вертикальной оси.

Наши работы, а также исследования в других регионах показали, что микроформы, у которых высота отчетливо преобладает над их толщиной (диаметром), независимо от формы (конические, цилиндрические, неправильной формы) имеют сходный генезис. Причем, начальные этапы морфогенеза могут быть разными (структурно-денудационный, эрозионный, карстовый и т.д.), но «столбообразность» останцам придает один и тот же фактор. Цель данного исследования – выяснить роль отдельных факторов в морфогенезе конических останцов около массива Ласпи.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В существующих научных работах рассматриваются разные факторы, предопределяющие образование скальных останцов. По одним представлениям, ведущим рельефообразующим фактором является литологический или структурно-литологический, большинство же считает основной причиной формирования останцов наличие вертикальных трещин. В частности, Якушова А.Ф., Хаин В.Е. и Славин В.И. [1] отмечают, что в слоистых и неоднородных по составу и твердости горных породах легче всего выветриваются менее прочные породы. В результате избирательного выветривания местами образуются останцы. Рычагов Г.И. [2] указывает, что различие петрографического состава пород, подвергающихся

морозному выветриванию, может проявляться в рельефе в виде останцов – столбообразных скал неправильной формы, сложенных наиболее устойчивыми породами. В существующих схемах классификации останцовых форм кроме прочих выделяют селективные, которые сложены значительно более устойчивыми породами (твердец, моноклик и другие) и отпрепарированы избирательной денудацией [3, 4, 5].

При объяснении механизмов возникновения скальных останцов в зарубежной и отечественной литературе часто используется схема Линтона Д. [6]. Объясняя образование останцовых скал в Дартмуре (Великобритания), автор отмечает, что главное влияние на их эволюцию оказывает структура, так как массивная порода более устойчива к химическому выветриванию, чем сильно трещиноватая. В ходе длительной фазы выветривания податливые сильнотрещиноватые зоны разрушаются, выветрелый материал сносится, а слабо трещиноватые блоки породы сохраняются в рельефе в виде возвышающихся останцов.

О роли трещиноватости в морфогенезе скальных останцов указано в целом ряде работ. Еще в 1821–1823 годах Врангель Ф.П., обследуя останцы о. Четырехстолбового в Восточно-Сибирском море, заключил, что «три ныне разделенных камня составляли некогда один большой утес: постепенно расщеливаясь и разрушаясь от силы мороза он утратил свой первобытный вид» [6, с.56]. Одним из первых подробно рассмотрел данный аспект Розенцвит А.О. [7] при исследовании известных батомайских каменных столбов на р. Лена. Автор обращает внимание, что в формировании столбов одним из главных факторов, предопределивших направление и ход процессов выветривания и денудации, явились вертикальные и субвертикальные тектонические трещины.

Согласно Оллиеру К. и Аккерману Е. [6], скальные останцы возникают при крутой ориентировке полосчатой структуры или трещин в породах, трещин сланцеватости или слоистости. К ним относятся «кающиеся скалы», «скалы-монахи» или буззерштейны.

Симонов Ю.Г. [8] отмечает, что морфологические особенности останцового рельефа нередко гетерогенны и гетерохронны. Заметную роль в их формировании играют трещины в горных породах, предопределяющие «местозарождение» граней и линий.

Морфологическая роль трещин для останцов затронута также в работах Клюкина А.А. и Лебединского В.И. [9, 10, 11]. По их данным, каменные столбы Долины Привидений в Крыму возникли благодаря системе взаимоперпендикулярных трещин, которые делят горный массив на блокки-отдельности четырехугольнопризматической формы.

О вертикальных трещинах как главном рельефообразующем факторе указывают также Ю.А. Мурзин [12] в работе о кигилях Якутии, Батулин В.Е. [13] в исследовании по генезису руинного (останцового) рельефа, Хабера С. [14], изучавший песчаниковые «скальные города» в Чехии и другие авторы.

Прослеживая эволюционный ряд конических останцов Каппадокии, Уфимцев Г.Ф. [15] отмечает их предопределенность вертикальными трещинами



отдельности в риолитовых туфах. В дальнейшем трещины раскрываются густой сетью склоновых промоин, формирующих скальный бедленд с останцами.

Наличие разрывных нарушений в окрестностях г.Ильяс-Кая отмечают большинство исследователей. В частности, Фохт К.К. и Борисяк А.А. [16] указывают на антиклинальное строение района и наличие сдвиговых деформаций (рис 1). Михайловский С.Н. [17] считает, что подобные антиклинальные зоны разрушаются быстрее, чем синклинальные, например, такие, как мыс Айя. Вполне допустимо, по мнению этого автора, что скалы Мачук, Сахарные головки, Ласпи и Чабан-Таш являются останцами от бывшей ранее непрерывной толщи верхнеюрских известняков. Сахарные головки, при этом, носят явные следы карста, а их расположение представляет собой остаточную форму больших воронок.



Рис. 1. Останцы «Сахарные головки» около массива Ласпи [18].

Проводя гидрогеологические наблюдения, Пирогов К.П. [17] отмечает, что в известняках г.Ласпи встречаются многочисленные вертикальные и крутонаклонные трещины различных направлений.

Щерба И.Г. [19] относит изолированные массивы известняков на Южном берегу Крыма (ЮБК), в том числе и Ласпи, к олистостромам, которые формируются перед фронтом надвигов в результате выдавливания тектонизированных коренных пород из нижних чешуй с последующим гравитационным перемещением.

В диссертационной работе, посвященной геоэкологическому анализу известняковых массивов ЮБК, Вахрушев И.Б. [20] придерживается мнения об их преимущественно сейсмогравитационном и сеймотектоническом генезисе.

Непосредственно массив Ласпи, по данным автора, располагается в зоне линейной сейсмодислокации.

По Юдину В.В. [21] рассматриваемый район представляет собой Массандровскую олистострому, которая состоит из крупных фрагментов верхнеюрских известняков, разделенных гравигенными сбросами.

Рассмотрим разрывные нарушения непосредственно в известняковом массиве Сахарных головок (рис. 1). В юго-западной части в рельефе отчетливо выражен ров отседания с азимутом простирания  $50-55^{\circ}$ . Его глубина составляет 5,5–5,8 метров, ширина колеблется от 2 до 9 метров, стенки почти параллельные обрывистые. Ров отделяет отсевший блок (№ 2), наклоненный в сторону приморского склона на  $25-30^{\circ}$ . Наиболее узкая оконечность блока отделена поперечной субвертикальной трещиной, раскрытой у основания на 0,4 метра, в верхней половине – на 1,0–1,5 метров. Рядом с ней в известняках выражена еще одна трещина, слабораскрытая и имеющая по ряду признаков (морфология, распространение и т.д.) также экзогенное происхождение. Учитывая сходные условия образования, но разную степень раскрытия данные разрывные нарушения явно разновременные.

Соседний отсевший блок (№3) также имеет заметный наклон на юго-восток. Его краевые зоны рассечены поперечными вытянутости блока трещинами. С нижней нависающей стороны разрывы более прямолинейные, с верхней – их выходы имеют неровные извилистые в плане очертания.

Блок №4 разделен на две части почти перпендикулярно его длинной оси. Разрыв имеет расширяющуюся кверху клиновидную форму и неровные края. Он отделяет от основного массива пород изометричный в плане конический останец. В самом массиве прослеживается вертикальная сомкнутая трещина, которая разрывает только его «верхушку» и в будущем, вероятно, разделит его на две «сахарные головки». Вполне допустимо, что блоки №4 и №5 ранее составляли единое целое, поскольку они отстоят друг от друга всего на 9–15 метров, а их соседние стенки почти параллельны. Трещинами разделена и узкая вытянутая оконечность блока №6.

Разрывные нарушения отчетливо ориентированы перпендикулярно длинной оси и имеют признаки экзогенного происхождения. Блок №7 является наглядным примером, как из одного массива известняков формируются два останца, имеющие общее основание.

В целом же, азимуты простирания трещин на участке распространения «Сахарных головок» изменяются в широких пределах, не образуя системы. По направлению простирания трещины не выдержаны и рассекая останец или блок отседания в соседний не прослеживаются и не образуют непрерывный пространственный ряд. Разная степень их раскрытия в сходных экзодинамических условиях может указывать на неодинаковый возраст (рис. 2).

Морфологически разрывы неровные, слобоизвилистые. Они разрывают или отделяют массивы пород в тех местах и в тех направлениях, в которых легче всего преодолеть силы сцепления (вертикально и параллельно удлинению, на наиболее узких или выступающих участках, в краевых зонах). Подобные разрывные

нарушения обычно не выражены ниже подошвы останцов или блоков, однако в данном случае их основания прикрыты осыпными массами.

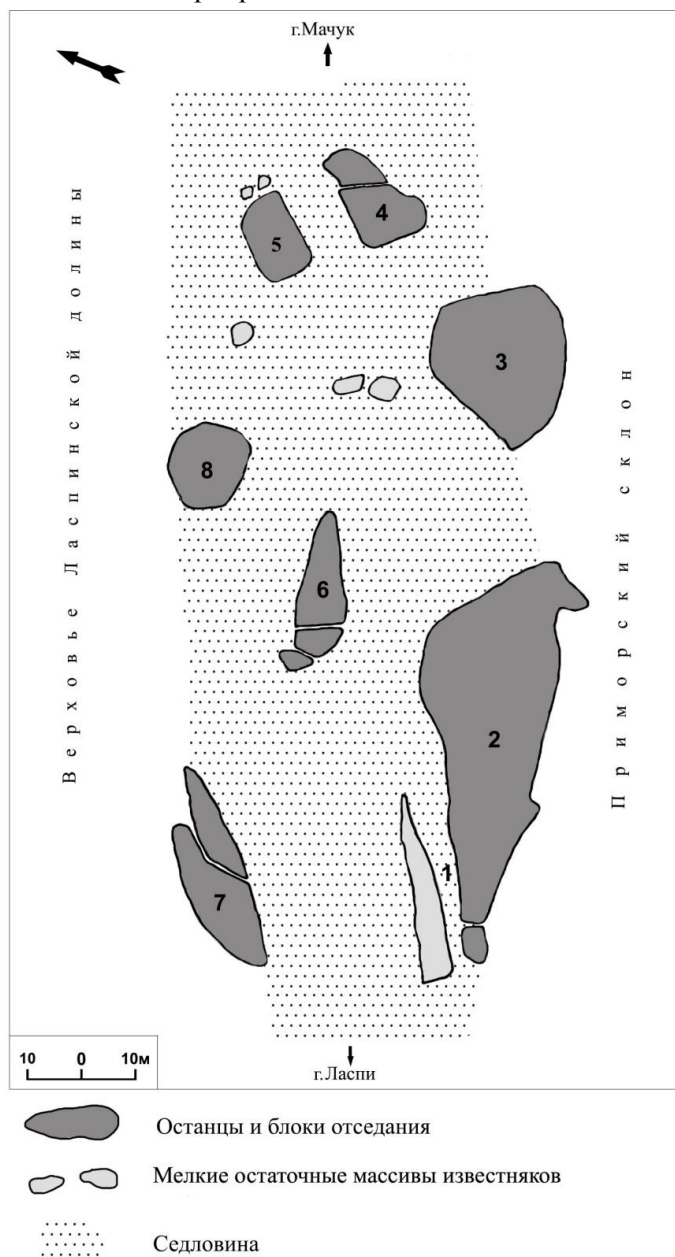


Рис. 2. Схема взаимного расположения останцов и блоков отседания на седловине между г. Мачук и г. Ласпи (1 – ров отседания; 2-3 – блоки отседания; 4 - останцы).

Все перечисленные признаки свидетельствуют о проявлении трещин разгрузки горных пород от напряженного состояния.

Обособление в рельефе массива известняков между г. Мачук и г. Ласпи в сочетании с его небольшими размерами повлияло на характер проявления процессов разгрузки. В скальном массиве, ограниченном крутыми склонами, данный процесс обычно проявляется в краевых зонах. В зависимости от формы склона в плане, трещины разгрузки возникают как параллельно склону, так и под разным углом, в том числе и ортогонально. Сравнительно небольшой, обособленный массив процессы разгрузки способны разделить на части и вызвать его постепенное расседание.



Рис. 3. Вертикальные трещины разгрузки в небольшом известняковом блоке – фактор, предопределяющий образование «Сахарных головок».

На динамическое состояние расседающихся блоков определяющее значение оказало их положение в рельефе. «Сахарные головки» находятся на узкой седловине между гг. Мачук и Ласпи. Длина рассматриваемого участка составляет около 150 метров при ширине 50-80 метров. Седловина полого наклонена в сторону г. Ласпи, слабовыпуклая в поперечном разрезе. С юго-востока она ограничена приморским склоном, с северо-запада – верховьями Ласпинской долины. Те части разделившегося массива, которые находятся со стороны приморского склона, подвержены постепенному отседанию, а остальные динамически устойчивы и являются останцами. Большинство «Сахарных головок» находятся на значительном расстоянии друг от друга, что свидетельствует о их длительной сохранности в рельефе. Даже блоки отседания сравнительно устойчивы к опрокидыванию.



Подобное явление связано, прежде всего, с положением разделившихся частей известнякового массива на субгоризонтальной и пологонаклонной поверхности седловины.



Рис. 4. Разделении известнякового блока на «Сахарные головки».

Стенки останцов и блоков отседания отступают в ходе физического выветривания, а также отделения трещинами выступающих частей с последующим гравитационным сносом. Одновременно происходит разделение сравнительно крупных форм на более мелкие. Вертикальные трещины развиваются в основном поперечно длинной оси останцов, что является закономерным и придает им столбообразность.

Характерно происходит и раскрытие трещин. С поверхности интенсивность физического выветривания и денудации обломочного материала наибольшая, поэтому стенки останцов в верхней части отступают быстрее. С глубиной скорость отступления боковых вертикальных поверхностей уменьшается. Это приводит к формированию островершинности «Сахарных головок» и в целом их конической формы (рис. 5).

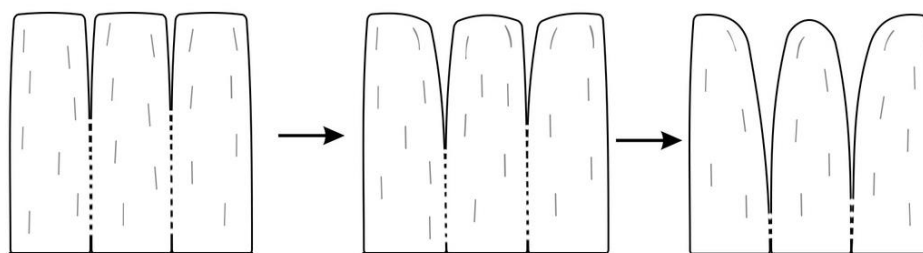


Рис. 5. Клиновидное раскрытие вертикальных трещин в массиве известняков – причина конусовидности останцов.

Более интенсивной проработкой верхних частей разделенных трещинами параллелепipedальных блоков Уфимцев Г.Ф. [15], в частности, объясняет коническую форму останцов Каппадокии. Острове́ршинность на уровне скальных микроформ является распространенным явлением, в том числе и в Крыму, но в условиях их неслоистого строения. Развитие вершин тех останцов, которые выработаны в слоистых породах, контролируется прежде всего поверхностями напластования, раскрытие которых, наоборот приводит к формированию плосковершинности.

#### ВЫВОДЫ

«Сахарные головки» около г. Ласпи в современном виде однозначно образовались из более крупных блоков известняка при их разделении вертикальными трещинами. Разные стадии данного процесса отчетливо наблюдаются и в настоящее время, особенно в тех случаях, когда у двух соседних уже сформировавшихся конических форм еще сохранилось общее основание. Группа близко расположенных останцов и блоков отседания свидетельствует о существовании ранее единого массива, который мог быть первоначально разделен сетью тектонических трещин или в результате разгрузки от напряженного состояния и последующего расседания. Полный рисунок распространения разрывных нарушений восстановить на данном участке сложно, поскольку поверхность между останцами и блоками отседания покрыта рыхлыми отложениями. Те признаки трещиноватости, которые доступны для наблюдения, свидетельствуют, по нашему мнению, о блоковом расседании. Но, в любом случае, вертикальная вытянутость микроформ возникает на конечных стадиях разделения небольших массивов горных пород вертикальными трещинами разгрузки. Коническую острове́ршинность останцам, в свою очередь, придает «клиновидное» раскрытие вертикальных трещин. В целом же, возникновение «Сахарных головок» предопределено обособлением в рельефе сравнительно небольшого массива прочных неслоистых известняков, ограниченного крутыми стенками и его

положение на седловине, а не склоне. Дальнейшее развитие массива было закономерным.

### Список литературы

1. Якушова А.Ф., Хаин В.Е., Славин В.И. Общая геология. М.: МГУ, 1988. 448с.
2. Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М.: МГУ, 2006. 416с.
3. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины /Гл. ред. А.Ф. Трешников. М.: Сов. энциклопедия, 1988. 432с.
4. Геологический словарь. Т.2. М.: Недра, 1978. 456с.
5. Тимофеев Д.А. Терминология денудации и склонов. М.: Наука, 1978. 241 с.
6. Оллиер К. Выветривание. М.: Недра, 1987. 348 с.
7. Розенцвит А.О. Батомайские каменные «столбы» на р. Лене // Известия Всесоюзного географического общества. 1948. №1. С. 85–91.
8. Симонов Ю.Г. Геоморфология. Методология фундаментальных исследований. СПб: Питер, 2005. 427с.
9. Ключин А. А. О возрасте сейсмодислокаций Горного Крыма //Физическая география и геоморфология. К.: Лыбидь. Вып. 38. С. 160–169.
10. Лебединский В.И., Кириченко Л. П. Крым – музей под открытым небом. Симферополь: Сонат, 2002. 184 с.
11. Лебединский В.И. С геологическим молотком по Крыму. Изд. 3-е. М.: Недра, 1982. 159с.
12. Мурзин Ю.А. Кигиляхи Якутии // Природа. 2004. №5. С. 54–57.
13. Батурин В.Е. Тайны руинного рельефа // Природа. 1965. №7. С.72–74.
14. Хабера С. Песчаниковые «скальные города» в Чехии // Природа. 1957. №7. С.90–93.
15. Уфимцев Г.Ф. Каменные столбы Каппадокии // Природа. 2003. №2. С.41–44.
16. Борисяк А.А. Геологические исследования в юго-западной части Крымского полуострова // Изв. Геолкома, 1904. Т. 23. №1. С. 18–21.
17. Пирогов К.П. Гидрогеологические исследования на Южном берегу Крыма в районе Ласпи // Известия Всесоюз. геол.-разв. объединения. 1932. Т. 51. Вып.18. С. 305–327.
18. Ступина В. Ильяс-Кая [Электронный источник]. URL: <https://free-marta.livejournal.com/835365.html>.
19. Щерба И.Г. Плиоцен-четвертичные олистостромы Крыма и механизм их образования // Бюлл. МОИП, 1978. Т. 53. Вып. 4. С. 23–34.
20. Вахрушев И.Б. Геоэкологический анализ известняковых массивов Южнобережного Крыма (для целей сейсмоэкологии и охраны окружающей среды) / дисс. на соиск. уч. степ. к.г.н. Симферополь, 2006. 254 с.
21. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. 336с.

### ABOUT THE GENESIS OF THE CONICAL OUTLIERS MASSIF LASPI

**Blaga N.N., Volkhin D.A.**

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

*E-mail: sasha\_w@list.ru, lomden@mail.ru*

The article describes the main features of the morphogenesis of the «Sugar heads» remains near the Laspi massif (Crimea). The role of individual factors and the mechanism of formation of the outliers, as well as the causes of their conical shape are clarified.

A number of outliers microform relief of the Crimean mountains, which are among the most interesting and popular attractions, geomorphologically poorly studied. One of the most mysterious among them are the "sugar heads" near the massif Laspi. Their unusual

arrangement in a circle in combination with a cone-shaped form is of great interest in the scientific and local history environment. Conical outliers in rocks are not unique formations for the mountainous Crimea, but in this case we are talking about a group of closely spaced forms, elongated along the vertical axis.

"Sugar heads" about the city of Laspi in the modern form uniquely formed from larger blocks of limestone when they are separated by vertical cracks. Different stages of this process are clearly observed at the present time, especially in cases where two adjacent already formed conical forms still have a common base. A group of closely spaced outliers and sedimentation blocks indicates the existence of a previously unified massif, which could initially be separated by a network of tectonic cracks or as a result of unloading from the stress state and subsequent dispersal. It is difficult to reconstruct the complete pattern of the propagation of faults in this area, since the surface between the outliers and sedimentation blocks is covered with loose sediments. The signs of fracturing that are available for observation are, in our opinion, evidence of block dispersion. But, in any case, the vertical elongation of microforms occurs at the final stages of separation of small massifs of rocks vertical cracks discharge. The conical peaking of the outliers, in turn, gives a "wedge-shaped" disclosure of vertical cracks. In General, the emergence of "Sugar heads" is predetermined by the isolation in the relief of a relatively small array of durable non-layered limestone, limited by steep walls and its position on the saddle, not the slope. Further development of the array was natural.

**Keywords:** outlier, morphogenesis, block squat, Sugar head, Laspi.

#### References

1. Jakushova A.F., Hain V.E., Slavin V.I. Obshhaja geologija (General geology). M.: MGU (Publ.), 1988. 448 p. (in Russian).
2. Rychagov G.I. Obshhaja geomorfologija (General geomorphology). M.: MGU (Publ.), 2006. 416 p. (in Russian).
3. Geograficheskij enciklopedicheskij slovar'. Ponjatija i terminy (Geographical encyclopaedic dictionary. Concepts and terms) / Gl. red. A.F. Treshnikov. M.: Sov. jenciklopedija (Publ.), 1988. 432 p. (in Russian).
4. Geologicheskij slovar' (Geological dictionary). T.2. M.: Nedra(Publ.),1978. 456 p. (in Russian).
5. Timofeev D.A. Terminologija denudacii sklonov (Terminology of denudation and slopes). M.: Nauka(Publ.), 1978. 241 p. (in Russian).
6. Ollier K. Vyvetrivanie (Weathering). M.: Nedra (Publ.), 1987. 348 p. (in Russian).
7. Rozencvit A.O. Batomajskie kamennye «stolby» na r. Lene (Botomay stone "pillars" on the river Lena) // Izvestija Vsesojuznogo geograficheskogo obshhestva (Publ.). 1948. no. 1. pp. 85–91. (in Russian).
8. Simonov J.G. Geomorfologija. Metodologija fundamental'nyh issledovanij (Geomorphology. The methodology for basic research). SPb: Piter (Publ.), 2005. 427 p. (in Russian).
9. Kljukin A. A. O vozraste sejsmodislokacij Gornogo Kryma (About the age of seismodislocations of Mountain Crimea) // Fizicheskaja geografija i geomorfologija. K.: Lybid' (Publ.). Vol. 38. pp. 160–169. (in Russian).
10. Lebedinskij V.I., Kirichenko L. P. Krym – muzej pod otkrytymnebo (Crimea – the museum under the open sky). Simferopol': Sonat. (Publ.), 2002. 184 p. (in Russian).
11. Lebedinskij V.I. S geologicheskim molotkom po Krymu (With geological hammer in the Crimea). Izd. 3-e. M.: Nedra (Publ.), 1982. 159 p. (in Russian).
12. Murzin J.A. KigiljahiJakutii (Kigyagi of Yakutia) // Priroda (Publ.). 2004. no. 5. pp. 54–57. (in Russian).
13. Baturin V.E. Tajny ruinnogo rel'efa (Secrets of the ruin relief) // Priroda (Publ.). 1965. no. 7. pp.72–74. (in Russian).



14. Habera S. Peschanikovye «skal'nyegoroda» v Chehii (Sandstone "rock cities" in Czech Republic) // Priroda (Publ.). 1957. №7. pp. 90–93. (in Russian).
15. Ufimcev G.F. Kamennye stolby Kappadokii (Stone pillars of Cappadocia) // Priroda (Publ.). 2003. no. 2. pp.41–44. (in Russian).
16. Borisjak A.A. Geologicheskie issledovanija v jugo-zapadnojchasti Krymskogo poluostrova (Geological investigations in the southwestern part of the Crimean Peninsula) // Izv. Geolkoma (Publ.), 1904. T. 23. no.1. pp. 18–21. (in Russian).
17. Pirogov K.P. Hidrogeologicheskie issledovanija na Juzhnom beregu Kryma v rajone Laspi (Hydrogeological studies in the southern coast of Crimea in the area of Laspi) // Izvestija Vsesojuz. geol.-razv. obedinenija (Publ.). 1932. T. 51. Vol.18. pp. 305–327. (in Russian).
18. Stupina V. Ilyas-Kaya. URL: <https://free-marta.livejournal.com/835365.html>.
19. Shherba I.G. Pliocen-chetvertichnye olistostromy Kryma imehanizm ih obrazovanija (Pliocene-Quaternary olistostrome of the Crimea and the mechanism of their formation) // Bjull. MOIP (Publ.), 1978. T. 53. Vol. 4. pp. 23–34. (in Russian).
20. Vahrushev I.B. Geojekologicheskij analiziz vestnjakovyh massivov Juzhnoberezhnogo Kryma (dlja celej sejsmologicheskij ohrany okruzhajushhej sredy) (Geoecological analysis of the limestone massifs of the South Coast of Crimea (for the purposes of seismology and environmental protection)) / diss. nasoiisk. uch. step. k.g.n. Simferopol' (Publ.), 2006. 254 p. (in Russian).
21. Yudin V.V. Geodinamika Kryma (Geodynamics of Crimea). Simferopol': DIAJPI (Publ.), 2011. 336 p. (in Russian).

**СПЕЛЕСТОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ОБЗОР  
ТЕРРИТОРИИ СЕВАСТОПОЛЯ. ЧАСТЬ 2. ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ  
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГЕРАКЛЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

*Долотов Ю. А.*

*Русское Географическое Общество, Протвино, Россия  
E-mail: dolotov@yandex.ru*

Задачей данной работы является уточнение спелестологического районирования округа города Севастополя, поверхность которой сложена средне- и верхне-сарматскими известняками. Эта территория с точки зрения спелестологического районирования соответствует Гераклеяскому району Севастопольской области Горнокрымской провинции Средиземноморской страны. Строительство большого количества подземных сооружений военного, культового и хозяйственного назначения производилось здесь с античности до современного времени.

**Ключевые слова:** искусственные подземные полости, спелестологическое районирование, спелестологический район, Севастополь.

Западную часть (левее Карантинной балки) Гераклеяского полуострова можно подразделить на Херсонесский и Западно-Гераклеяский спелестологический участки.

**7. ХЕРСОНЕССКИЙ СПЕЛЕСТОЛОГИЧЕСКИЙ УЧАСТОК**

Находится между Карантинной и Юхарной балками, включая центральную часть Гераклеяского полуострова.

**7.1. Стрелецкий спелестологический блок**

Расположен между Карантинной и Стрелецкой балками. Неглубокими балками делится на несколько подблоков. Наиболее значимые из них находятся у Карантинной бухты: это Девичья Гора (Южный Некрополь), и Херсонес (Музейный).

На территории Херсонесского городища и его ближайших окрестностей расположено большое число небольших искусственных полостей погребального и хозяйственного назначения, которые из-за своей многочисленности в этой работе рассматриваются обобщенно.

Погребение умершего было обязательным и строго соблюдавшимся обычаем во всем греческом мире. Погребение мертвых в древнегреческих городах совершалось на территории некрополя, который располагался за оборонительными стенами. Некрополь Херсонеса занимал значительную территорию от западных оборонительных стен до южной оконечности Карантинной бухты. Увеличение площади могильника совпадало с ростом городских кварталов: город постоянно наступал на некрополь. Древнейший могильник располагался недалеко от IX поперечной улицы. В дальнейшем он постепенно застраивался жилыми домами и оборонительными стенами. Кроме западных кварталов, некрополь

эллинистического времени занимал узкую полосу вдоль южной оборонительной стены, а также западный берег Карантинной бухты. Некрополь первых веков н.э. начинался от крепостных стен и охватывал полукольцом Херсонес. Погребения I–II вв. концентрировались главным образом в непосредственной близости от города. Захоронения позднеантичного времени занимали как правило более удаленные участки некрополя. Могильник римской эпохи занимал пространство по западному и восточному склонам Песочной балки, шел по склонам Херсонесской балки, полукольцом охватывая Девичью гору. Обширный могильник этого времени располагался на западном берегу Карантинной бухты. С юга, на склоне и у подножия Девичьей горы, находился участок некрополя, на котором в раннесредневековый период был построен Загородный храм. Предположительно, некрополь занимал и восточный берег Карантинной бухты. Погребальные сооружения Херсонеса первых веков н.э. можно разделить на следующие конструктивные типы: грунтовые и подбойные могилы; гробницы, сложенные из каменных плит и ступенчатые; склепы и гробницы с двускатным перекрытием и нишами для установки урн; склепы, вырубленные в скале [1]. Из них спелестологический интерес представляют в основном скальные склепы, хотя к спелестологическим объектам можно отнести и некоторые подбойные могилы и гробницы из плит с перекрытием.

По своим конструктивным особенностям и по назначению склепы можно разделить на: 1) четырехугольные в плане с нишами-лежанками, вырубленными в стенах погребальной камеры; 2) четырехугольные или круглые в плане без ниш-лежанок; 3) четырехугольные в плане с нишами для установки погребальных урн; встречаются единичные склепы другого устройства. (в археологических отчетах склепы, открытые в Херсонесе, названы катакомбами. Этот термин применен неправильно, так как катакомбы имеют строение, отличное от склепов [2].) В Херсонесе открыто 411 склепов, четырехугольных в плане с нишами-лежанками, вырубленными в стенах погребальной камеры. Основная масса их сконцентрирована на западном берегу Карантинной бухты и в некрополе у Загородного храма, значительно меньше в западном некрополе города и у южных оборонительных стен. Неравномерное расположение склепов на различных участках, очевидно, объясняется геологическими условиями Херсонеса – склепы устраивались в местах, где скала близко подходит к поверхности. Склепы с нишами-лежанками в значительном количестве появляются в некрополе на рубеже н.э. и наиболее интенсивно используются на протяжении II–IV вв. К V–VI вв. их строительство почти полностью прекращается [3], хотя эпизодически в склепах, построенных в первые века н.э., продолжали хоронить вплоть до X в. [1].

Склепов четырехугольных или круглых в плане без ниш-лежанок в некрополе раскопано 32. Они открыты на двух участках некрополя: в могильнике, протянувшемся от оборонительной стены на юго-восток по берегу Карантинной бухты (16 шт.), и у Загородного храма (15 шт.). Один склеп располагался недалеко от юго-западного угла городища. По размерам и форме погребальных камер эти склепы можно разделить на две группы. К первой относятся склепы больших размеров (длина 1,5–4,2 м, ширина 0,9–3,9, высота 1,5–3,2 м), трапециевидные и

прямоугольные в плане. По своей конструкции (трапециевидная или квадратная камера, подпорный столб) эта группа близка склепам с нишами-лежанками; очевидно, в них предполагались ниши-лежанки, но в силу каких-то причин их строительство не было доведено до конца. Ко второй группе относятся 15 склепов меньших размеров (длина 0,8–1,4 м, ширина 0,4–2,6, высота 0,6–1,6) с круглыми или овальными в плане погребальными камерами. К этой же группе примыкают склепы с полукруглыми и круглыми погребальными камерами, размеры которых больше средних размеров второй группы склепов. Можно говорить, что склепы второй группы в основном строились в III–IV вв. и связаны с проникновением в Крым сарматской культуры [1].

В Херсонесе известно 14 склепов четырехугольных в плане с нишами для установки урн. Одиннадцать располагались на небольшом участке у Карантинной бухты, один – к югу от Загородного храма. В их конструкции слились черты, присущие склепам с нишами-лежанками (ход-дромос, прямоугольная или квадратная погребальная камера, квадратное или прямоугольное входное отверстие), и черты, характерные для гробниц с двускатным перекрытием [4]. Еще два таких склепа были переоборудованы при строительстве подземной галереи под Загородным храмом. С поверхности в склеп вел прямоугольный или трапециевидный в плане ход-дромос, обычного для херсонесских склепов типа, длина которого колеблется в пределах 1,3–3,4 м, понижающийся к входному отверстию. Наименьшая глубина дромосов склепов этого типа 0,4–0,5 м, наибольшая – 1,3–1,7 м, ширина 0,7–1,6 м. В погребальную камеру склепов вело входное отверстие, которое обычно ориентировано на северо-восток. Погребальные камеры в плане прямоугольные, квадратные или трапециевидные со следующими размерами: длина 2,3–3,8 м, ширина 2,0–4,0, высота 1,4–1,8 м. Потолок склепов чаще всего прямой, в боковых стенах погребальной камеры на высоте 0,5–1,3 м от пола вырубались прямоугольные или полукруглые в плане, арковидные в вертикальном сечении ниши для установки урн. Все склепы с нишами для установки урн ограблены. Датируются они I–III вв. [1].

В Херсонесе склепы в позднеантичный период становятся основным погребальным сооружением, которые использовались для захоронения не только зажиточными горожанами, но и беднотой, нередко приспособившей для погребения родственников ограбленные или уже использованные склепы [1].

В Херсонесе раскопаны также 84 подбойные могилы, которые главным образом концентрированы на участке у Загородного храма. Значительно меньше таких могил открыто у западных и южных оборонительных стен, на склонах Девичьей горы и на западном берегу Карантинной бухты. Почти все они вырублены в скале и по своему устройству приблизительно одинаковы: это неширокая входная яма (длина 1,8–2,4 м, ширина 0,5–0,7 м, глубина 0,5–2,5 м), в боковых стенках которой во всю длину вырубались ниши-подбои, обычно одна или две, шириной обычно 0,5–0,6 м, до 0,9 м. Как правило, подбои вырубались либо на уровне, либо несколько выше или ниже дна входной ямы. Иногда они закрывались вертикально поставленными плитами. Сверху входная яма также перекрывалась плитами, швы между которыми замазывались цемянкой. Чтобы плиты плотнее закрывали яму, в

скале под них делались заплечики. Подбойные могилы появляются в Херсонесе не ранее середины II в. и сравнительно широко используются на протяжении III–IV вв. [1].

В некрополе Херсонеса открыты 64 гробницы, сложенные из каменных плит. Они главным образом сосредоточены у южных оборонительных стен и в юго-восточной части некрополя, отдельные раскопаны у Карантинной бухты и Загородного храма. Гробницы, сложенные из каменных плит, появляются в Херсонесе во II в. до н. э. и используются вплоть до III–IV вв. [1]. Некоторые из таких гробниц были засыпаны землей и превратились в погребенные подземные полости.

**Верховья Карантинной балки.**

**Усадьба Надела 2 Участка 301 Херсонесской Хоры.** Участок расположен у верховий Карантинной балки. Найдена керамика античного времени. В северном углу и в юго-западной части усадьбы выявлены цистерны, горловины которых обложены камнем [5].

**Усадьба Надела 6 Участка 261 Херсонесской Хоры.** Участок расположен на плоской вершине у верховий Карантинной балки. В южной части усадьбы находится цистерна, устье которой обложено камнем [5].

**Участок 259 Херсонесской Хоры.** Расположен на склоне левого отрога Карантинной балки в ее верховьях. Подъемный материал здесь относится к эллинистическому времени. Одна из усадеб находилась на наделе №3. В западном углу усадьбы имеются две ямы диаметром 3 и 2 м, вероятно, это цистерны. Другая усадьба располагалась на наделе №6. В ее центре находилась цистерна или колодец [5].

**Участок 220 Херсонесской Хоры.** Расположен на склоне верховий Карантинной балки. В его юго-восточной части была вскрыта грушевидная колодец-цистерна. Горловина имеет диаметр 0,6 м. В верхней части колодец обложен тесаными камнями и оштукатурен. Книзу расширяется. Глубина не менее 4 м. У колодца много керамики античного времени [5].

**Усадьба Надела 4 Участка 221 Херсонесской Хоры.** Участок расположен на плато у верховий Карантинной балки. В центре участка находится усадьба с башней, внутри которой вырыты колодец глубиной до 15 м и цистерна [5].

**Девичья Гора.** Расположена между Карантинной и Херсонесской балками. С юга к ней примыкает известняковое плато, на котором располагается Южный (Загородный) некрополь Херсонеса. Здесь находятся остатки Монастыря Богородицы Влахернской с руинами Южного Загородного храма. А. Л. Бертье-Делагард считал, что строительство этого храма не может быть отнесено к периоду ранее середины VI в. [6]; А. Л. Якобсон относил возведение храма к концу V – первой половине VI в. с переделками X в. [3]. О. И. Домбровский показал, что первоначально здесь была построена часовня (VI в.), и не ранее X в. возведен крестообразный храм [7]. С этим мнением согласуется ряд других датировок [8; 9]. Тем не менее все исследователи единодушно связывают его с памятью св. Мартина Исповедника. Склон к Карантинной бухте сильно переработан древними каменоломнями.

**Южный Некрополь.** Непосредственно вокруг Загородного храма во время масштабных раскопок в 1902-1904 гг. было открыто 163 отдельных склепа или гробницы, а в них больше полутысячи погребений. Долгое время считалось, что здесь было основное христианское кладбище. Однако часть погребальных сооружений, очевидно, была сделана еще в IV–III вв. до н.э., и лишь затем, не ранее IV в. и до XI в. включительно, тут стали совершать захоронения христиане [10]. В ряде склепов сохранились росписи и фрески. М. И. Ростовцев опубликовал сведения о восьми расписных склепах, раскопанных А. С. Уваровым, К. К. Косцюшко-Валюженичем и М. И. Скубетовым. Как он считал, все они, за единственным исключением, принадлежали христианам. М.И. Ростовцев пришел к заключению, что росписи с христианской символикой и мотивами были созданы во второй половине IV – начале V вв. [11]. Два новых расписных склепа были исследованы в 1998–1999 гг. [12].

Во время ВОВ в склепах укрывались люди; говорят, что в одном из херсонесских склепов до июля 1942 г. находилась военная типография. Не так давно склепы были прибежищем бомжей и прочих асоциальных элементов.

*Галерея Загородного Храма (Галерея Южного Храма; Херсонесская Крипта 1902 Года).* Это гидротехническое сооружение в виде грубо вырубленной в скале подземной галереи шириной и высотой около 1 м и протяженностью около 45 м находится под Загородным храмом. Кое-где лаз настолько узок, что по нему можно едва протиснуться. К. К. Косцюшко-Валюжинич, первым обследовавший эту галерею, поначалу предположил, что это крипта (катакомба) первых херсонесских христиан, служившая им убежищем и местом погребения [13]. Извилистый канал собирал воду, просачивающуюся сквозь известковый массив, и соединялся с поверхностью входной шахтой и тремя колодцами (расположены рядом со стенами храма). Обращает внимание явно не случайное обстоятельство, что галерея пробита субпараллельно скалистому склону, на котором стоит крестообразный храм, то есть поперек движения подземных вод [10]. Вероятно, водосборный комплекс начали создавать во II–III вв., когда на этом месте располагался языческий некрополь. После основания монастыря возникла необходимость в дополнительных источниках воды, и галерею удлинили. Вход в это водосборное сооружение, в виде шахты внизу со ступенями и прямоугольным узким отверстием в галерею, находится на юго-восточной её стороне. У часовни с юго-восточной стороны храма галерея вскрывает более древний колодец. Северо-западный конец галереи заканчивается небольшим продолговатым склепом с нишами для погребальных урн. Еще один подобный склеп вскрывается неподалеку в юго-западной стене подземного коридора. Из галереи пробит ход к ранее существовавшему колодцу (с юго-западной стороны храма). Видимо, периодически устраивался обряд освящения воды, на что указывают 20 ниш для светильников или свеч, вырубленные в стенах, а сама вода почиталась святой [10; 14].

*Колодец Загородного Храма.* К юго-востоку от Загородного храма находился еще один колодец, с наклонным ступенчатым ходом глубиной 7,4 м, диаметром до 2,2 м, где также брали воду [10; 14].

**Херсонесские погреб.** В Карантинной балке находился групповой погреб боезапаса артиллерийских батарей №12 и №13. Он расположен за домами на ул. Шостака [15], на южном склоне Девичьей горы. До 1907 года здесь было построено 5 зарядных погребов тоннельного типа.

Первый от Карантинной бухты погреб можно увидеть за железными воротами на частной территории; даже дверь сохранилась подлинная. Чуть далее - второй тоннельный погреб с сохранившейся броневой дверью начала XX в. и мемориальной доской. Во время войны в 1941–1942 гг. в этом бывшем погребе располагался КП Приморской армии [15]; в конце туннеля вертикальная шахта метров 30, в которой закреплена металлическая лестница, ведущая на поверхность, сверху капает вода. У входа в этот каземат слева вскрытый склеп в скале. Другие погреба в период Второй обороны Севастополя также использовались в качестве убежищ, складов и т.д. Ныне они или находятся в частном владении или засыпаны [16].

Еще три штольни артиллерийских погребов находятся на берегу Карантинной бухты, за оградой бывшей базы торпедных катеров. Входы закрыты на замки, один открыт и за ним подземелье, похожее на погреб на Девичьей горе, но с закрытой дверь в конце. В штольне раньше держали скот [16]. Средняя штольня представляет собой небольшую камеру со стеллажами.

**Херсонес (Музей).** Расположен на мысу между Херсонесской и Песчаной балками. Название города Херсонес и преводится как «Полуостров». С севера и востока скалистая возвышенность круто обрывается в море, а к югу переходит в низменный участок, примыкающий к левому берегу Карантинной бухты, идеальной торговой и военной гавани [10]. Практически целиком занят территорией Херсонесского музея-заповедника.

Херсонес – один из древнейших городов Крыма, существовавший на протяжении полутора тысяч лет, неоднократно разрушавшийся и перестраивавшийся. Здесь сохранилось или раскопано значительное количество подземных сооружений.

Планировка открытых раскопками античных домов имеет общие черты. Центральную часть дома-усады занимает двор. В каждом дворе имеется колодец или цистерна для хранения дождевой воды, и некоторых дворах – и то и другое. Цистерны во дворе окружены вымостками из тесаных плит, в которых сделаны каналы водостоков, выходящие на улицы. Непременной составной частью дома являлся подвал, вырубленный в материке на значительную глубину. Цистерны применялись не только для сбора и хранения воды, но и для засолки рыбы, приготовления рыбных соусов и сбора виноградного сока в винодельнях. Эти промыслы получили особое развитие в начале 1 тыс. н.э. Назначение и размеры цистерн различны, но техника их устройства в общем одинакова. Для устройства цистерны в материковой скале предварительно вырубалась яма, внутри которой потом сооружались стены толщиной около 0,4 м. Степы выступали выше поверхности скалы примерно на одну треть всей глубины цистерны, так что две трети ее находились в материке. Это соотношение за висело от мощности культурного слоя и в различных местах города было неодинаковым. Кладка стен

выполнена на растворе красного цвета – смеси извести, песка и толченой керамики, цемянки. Таким же раствором штукатурились стены цистерны. Вымостка дна выполнялась заливкой раствора цемянки и/или кирпичами. Этот раствор был совершенно водонепроницаем. Цистерны другого вида – грушевидные, круглые в плане, с узким отверстием. Некоторые из них имеют глубокие ниши, устроенные в нижней их части, несомненно, для увеличения общего объема цистерны. В Херсонесе цистерны достигают крупных размеров и расположены не группами, а большей частью поодиночке. Лишь в немногих случаях встречается по две цистерны, устроенные рядом и в один строительный период. Большая кубатура херсонесских цистерн, при значительном их количестве, свидетельствует об огромных масштабах рыбного промысла в Херсонесе [17]. Для изготовления рыбного соуса-гарума из анчоуса служили вместительные прямоугольные, изредка квадратные и даже трапециевидные цистерны глубиной от одного до нескольких метров, обмазанные розовой цемянкой из песка, извести и толченой керамики и иногда выложенные на дне плоской плинфой [10]. Рыбозасолочные цистерны Херсонеса принадлежат первым вв. н.э. В настоящее время трудно определить, когда именно началась их постройка, но, невидомому, не ранее I в. В эллинистический период, в III–II вв. до н. э., подобные цистерны совершенно не известны; в то время существовали лишь подвалы и грушевидной формы цистерны, устроенные в материковой скале. Цистерны предназначались для дождевой воды, поэтому стены их покрывались штукатуркой, однако совершенно иного состава; в нее входили раствор извести с песком и очень малое количество мелко толченой керамики, отчего штукатурка имеет лишь слегка розоватый цвет. Римские засолочные цистерны прекращают свое функционирование в IV в., окончательная же их засыпка произошла в середине VI в. в связи с нивелировкой кварталов, вызванной перепланировкой и новым строительством. В начале средневековой эпохи цистерны большей частью были заброшены и превращены в мусорные ямы. некоторые из них были использованы, но уже с иным назначением: одни – для раствора и гашения извести, другие – в качестве подвалов в жилых домах [17]. А.И. Романчук на основании анализа материала из заполнения цистерн пришла к заключению, что рыбозасолочные комплексы функционировали не только в первой половине I тыс., но и позднее [18; 19]. А. И. Романчук считала, что из учтенных ею 102 цистерн 56 относились к VI–X вв. [20]. Если эти подсчеты верны, то в первые века н.э. на территории Херсонесского городища функционировало более 60 рыбозасолочных ванн. Всего же в Херсонесе на 2008 г. было известно 120 рыбозасолочных комплексов. В первые века н.э. также на территории жилых кварталов появляются винодельческие комплексы [21].

Планировка средневековых домов резко отличается от прежней и не укладывается в какую-либо единую схему. Общей чертой средневекового дома является расположение двора чаще всего внутри квартала, а жилых комнат – вдоль улицы. Во дворах средневековых домов водосборные цистерны совершенно отсутствуют, колодцы же имеются далеко не на каждом дворе. Что касается колодцев, сооруженных в эллинистическое время, то лишь некоторые из них были засыпаны при разрушении зданий, в то время как другие продолжали действовать



не только в римский период, но и в течение всего средневековья. Наряду с античными открыты колодцы, сооруженные в средневековую эпоху; при устройстве их прорезывалась вся толща накопившейся к тому времени засыпи, в которой выкладывались стенки колодца [17]. Еще в начале XIX в. сохранившиеся во множестве древние колодцы Херсонеса использовались для полива виноградников [22]. Колодцы достигали глубины от 4 до 20 м. Подземный сток, связанный с Карантинной балкой, обеспечивал город питьевой водой хорошего качества [10].

Следует сказать, что лишь часть рыбозасолочные и винодельческие цистерны попадают под определение подземного объекта.

У развалин Херсонеса в устье Карантинной бухты на берегу моря в 1902–1903 гг. была построена казематированная минная станция, предназначавшаяся для управления минным заграждением второй линии, защищавшим Севастопольскую бухту [15].

Рассмотрим кварталы, в которых находятся подземные культовые сооружения.

**Квартал III.** В глубине квартала находилась усадьба рыбопромышленника первых веков н.э. - засольщика рыбы или торговца ею. От нее сохранились и видны огромные грушевидные цистерны для воды и колодцы. В глубоких прямоугольных цистернах, устроенных с восточной стороны дома, вели засолку хамсы [10]. Рыбные цистерны высечены в скале без каменной обделки и оштукатурены. Один из водяных колодцев, также вырубленный в скале без крепления, имеет сейчас глубину около 2 м.

Оригинальным сооружением является подземный *Храм Главной Улицы Херсонеса*. На его месте ранее существовало винодельческое производство [23], прекратившее работу в середине-конце V в. или в самом начале VI в. [24]. Позднее его резервуар был использован для сооружения пещерного храма; хотя нельзя исключить, что это была не винодельческая, а рыбозасолочная цистерна [21] или вовсе не цистерна [25]. Появилось даже мнение о возможности первоначального существования здесь языческого святилища, посвященного хтоническим богам или Артемиде Парфенос. Если это так, святилище было заброшено и лишь затем, после каких-то событий вновь стало местом поклонения уже христиан [10].

В современном виде памятник представляет собой двухкамерную вырубку в скале с апсидой в восточной стороне. Восточная часть значительно больше западной. Общая длина (включая апсиду) на уровне пола 8,3 м, наибольшая ширина восточной части 4,7 м, западной (до порога ниши) 4,5 м. В настоящее время подземная полость не имеет перекрытия. Общая высота (глубина) храма от наружного края скалы 5,9 м, от нижнего вырубка 5,1 м. В храм с востока вела лестница, вырубленная в скале. Длина ее сохранившейся части 4,1 м [25]. Далее вниз шла, очевидно, деревянная или каменная лестница. Помещение выполнено в виде четырех полукруглых вырубков, так называемых конх, а с востока сделана крошечная апсида, где находился алтарь. Справа, в южной стене, была вырублена пещерообразная овальная ниша. В нише находилась гробница. Обнаруженные здесь шесть черепов позволили уже первым исследователям высказать предположение, что подземный храм являлся одновременно мавзолеем. Водосборник, сделанный в полу, покрытом толстым слоем цемянки, подтверждает, что данное место берегли и

всячески старались предохранить скалу от сырости и порчи [10]. Скорее всего, как считал А. Якобсон, одновременно с переоборудованием подземелья из цистерны в крипту-часовню и усыпальницу на поверхности была построена наземная церковь. Вместе – наземная и подземная части – представляли собой семейную усыпальницу знатного херсонесца или квартальную церковь. В позднем Херсонесе имеются аналогии такому объекту. Это так называемые двухэтажные церкви, верхний этаж которых являлся собственно церковью, а нижний – усыпальницей-криптой [14]. Возможно, в нижней части находилась некая реликвия, которую паломники могли увидеть в проеме между этажами [26]. С.Б. Сорочан предполагал, что это могли быть мощи св. Василия [27]. Вопрос о датировке подземного храма остается открытым. Устройство церкви с криптой не могло быть начато ранее VI в., когда прекратил свое существование хозяйственный комплекс. Двухэтажный храм несомненно функционировал на последнем этапе существования города в XI–XIV вв. Затем подземный храм оказался засыпанным землей в результате разрушения наземной церкви и последующего заполнения полости натечным грунтом [14].

**Квартал IX.** Тут, на углу продольной улицы II и поперечной улицы VIII-а, практически на главной площади Херсонеса, раскопки выявили следы небольшого античного храма, существовавшего, с IV в. до н. э. по IV в. н.э. и затем основательно сnivelированного при позднейших застройках. Кроме надземного этажа под храмом был и подземный этаж. Он состоял из длинного (9,6 м) коридора и пещеры, в которую вела дверь, расположенная посередине коридора. Вход в коридор находится возле северного угла алтарной площадки. Коридор вырублен в скале на глубине 2,3 м. Стена со стороны алтаря (западная) облицована тесаными блоками. Восточная стена облицовки не имеет. Что же касается пещеры, то она явно природного происхождения, т.к. на ее стенах не видно следов инструментов, так же как и следов штукатурки. Размеры пещеры – 3,9×3,0×2,2 м. Свод в настоящее время разрушен. Можно предположить, что возникновение храмового комплекса на этом месте связано именно с пещерой. При строительстве храма западная стена пещеры, где находится вход, из-за рухлости скалы была разобрана. Вместо нее строители возвели здесь стенку из тесаных блоков, на которую, скорее всего, опиралась наружная западная стена храма. Возможно, в первый период жизни города, когда в нем не было еще храмов, культовые обряды проходили в этой пещере [28]. Римский автор I в. Помпоний Мела сообщал, что на херсонесском акрополе была широко известная «пещера Нимф» [10].

В связи с этими памятниками следует упомянуть проблему Парфенона.

Житие св. Василия, епископа Херсонесского, говорит, что в IV в., прибыв в Херсонес, он вынужден был укрываться от враждебно настроенных к нему горожан: «...нечестивцы осыпали св. Василия ударами, изгнали из города: он удалился в гору, отстоящую на сто стадий от Херсониса, называемую Девичья или Парфенон: – водворившись в пещере исповедник радовался, что сподобился Христа ради подъять раны и мучения...» [29]. До сих пор так и не выработана общепринятая точка зрения о локализации этого пещерного убежища.

В. В. Латышев отметил, что пещера Парфенон, кроме жития св. Василия не упоминается при описании Херсонеса более нигде, и пришел к выводу, что если

подробно рассмотреть упоминание о Парфеноне в древнейшей редакции житий, то Парфенон должен был находиться в самом городе [30]. Эта точка зрения нашла многих сторонников. «Пещеру Парфенон» обычно видят в *Пещерном Храме Главной Улицы*. С этим соглашались Д. В. Айналов, С.А. Беляев, С.Б. Сорочан и др. С открытием новых подземных культовых объектов роль Парфенона примеряли и к открытому в 2007 г. подземному храму на Девичьей горе [31], и к пещере под античным храмом в квартале IX [28]. Существует и иная версия, что пещера Парфенон находилась за городом и сто стадий упомянуты не просто так. Именно на таком расстоянии от Херсонеса (по морю) находится Виноградный мыс с пещерами; менее вероятно отождествление пещеры Парфенон с пещерами у Георгиевского монастыря [31].

**Керамик.** В Херсонесской балке находился Керамик, то есть слобода гончаров. Здесь обнаружены обильные следы массового керамического производства, относящиеся как к эллинистическому периоду, так и к раннему средневековью. Вблизи крепостной стены долгое время виднелись вырубленные в скале [10] глубокие цистерны [32].

**Пристенный некрополь.** Пространство вдоль оборонительных стен, а отчасти и в самой стене долгое время, по крайней мере до VI в., использовалось херсонеситами как кладбище. Только на юго-восточном участке было открыто свыше 500 гробниц преимущественно первых веков [10].

**Западный некрополь.** К западу от Херсонеса находился крупный некрополь начала 1 тыс. н.э. Археологи находили здесь и простые грунтовые могильные ямы, и сложенные из каменных плит или черепиц гробницы, и вырубленные в рыхлых пропластках известняка склепы. Последние в основном устраивали в III–V вв., хотя их продолжали использовать вплоть до X в. Обычно внутрь камеры вел узкий вход с одной-двумя ступеньками. В боковых стенах были вырублены погребальные ниши-лежанки в форме ящиков, в которых покойных иногда замуровывали закладом из каменных плит или черепицы. В большинстве случаев ниши-лежанки делали шириной около 2 м, шириной 1 м, и они имели по краю низкую загородку. Лежанки располагали в основном по одной в каждой стене погребальной камеры, иногда устраивали их в два яруса. Умерших клали в саванах или в деревянных гробах вместе с подношениями [10]. Находился он за пределами городских оборонительных стен, но в ранневизантийское эпоху стену отодвинули, и часть погребений оказалась в черте Херсонеса.

**Батарея №12 и Батарея №13.** Были построены (№12 в 1895–1899 гг., №13 в 1898–1902 гг.) к западу от Карантинной бухты, южнее городища Херсонеса. Находились в нескольких десятках метрах друг о друга и имели общую горжу и систему сухопутной обороны. Батарея №12 имела 4 погреб боезапаса на 4 дворики. В торцевой части траверсов, под которыми находились погреба, расположены 2 выхода из погребов к орудиям. Батарея №13 имела 5 погребов боезапаса и 4 снаряжательных помещения, расположенных в траверсах между 8 двориками. Три погреба боезапаса традиционно двухуровневые, фланговые погреба одноуровневые. Выходы из погребов к орудиям находятся в торцах траверсов между двориками.

Под батареей ниже уровня погребов боезапаса, в склоне горы, был пробит групповой тоннельный погреб боезапаса [15].

В 1922–1924 гг. орудия с батареей были демонтированы. Между мартом и июнем 1942 г. в бетонном массиве батареи был оборудован командный пункт БО СОР. Вероятнее всего, именно к этому периоду относится строительство сквозника при входе в один из погребов (помещение было переоборудовано под дизель-электростанцию) и пробивка шахты с винтовой лестницей вниз на 16 м из погреба боезапаса №1 к бывшим погребам боезапаса. В 1942–1943 гг. на батарее размещался КП немецкой береговой батареи. На правом фланге батареи №13 был оборудован КП батареи (так называемая «тевтонская башня») в виде бетонного куба. В 1942–1944 гг. немцы произвели частичную перестройку помещений бывших погребов боезапаса орудий. Там поставили дизельгенераторы и заложили входы в правофланговый погреб. После войны на батарее располагался КП 291-й отдельной артиллерийской бригады Черноморского флота. В это время площадка наверху «тевтонской башни» и трап, ведущий в верхние помещения, перекрыли бетоном, а помещения оборудовали фильтровентиляционными установками и бронедверями [15]. Позднее здесь оборудован *Запасной Командный Пункт Охраны Водного Района Черноморского флота СССР*, который представлял собой подземный бункер с автономной системой жизнеобеспечения. Из входного зала по лестнице вниз можно попасть в прямоугольное помещение, в дальней части которого был спуск вниз по винтовому трапу в 15-метровую шахту в бывшие тоннельные погреба, превращенные в бункер. На этом уровне казематы представляют из себя два коридора, пересекающихся под прямым углом, вдоль которых расположено множество помещений, в которых была установлена аппаратура. В помещениях дальнего коридора расположены системы воздухоочистки и фильтрации, а также другие системы жизнеобеспечения. Справа и слева от него находились помещения с электрогенераторным и гидравлическим оборудованием, цистерны с топливом и водой. КП функционировал с 1950-х до начала 2000-х гг. когда он был передан Министерству обороны Украины, затем брошен и разрушен [33]. Внутри были срезан металл, в т. ч. лестница в 15-метровой шахте, из-за чего произошел ряд несчастных случаев, а входы в сооружение пытались закрыть [34]. Сейчас энтузиасты намереваются создать в подземельях башни музей.

**Стрелецкий подблок.** Расположен между Песочной и Стрелецкой балками.

Ф. Дюбуа де Монпере отметил существование вдоль Стрелецкой долины крипт (подземных сооружений) и карьеров [22].

**Усадьба Участка 244 Херсонесской Хоры.** Расположена на левом склоне Карантинной балки в верховьях. Подъемный материал эллинистического периода. В центре башни круглое углубление, возможно, цистерна [5].

**Усадьба Надела 1 Участка 243 Херсонесской Хоры.** Расположена над левым склоном Карантинной балки в верховьях. Подъемный материал эллинистического времени. В 40 м к югу от стен усадьбы находится большая цистерна диаметром примерно 1,5 м [5].

**Северная Усадьба Участка 201 Херсонесской Хоры.** Расположена на холмистом водоразделе Карантинной и Стрелецкой балок. Находки

эллинистического времени и первых веках н.э. Во дворе усадьбы открыт колодец, верхняя часть которого выложена тесаным камнем [5].

**Усадьба Надела 1 Участка 122 Херсонесской Хоры.** Расположена на водоразделе Карантинной и Стрелецкой балок. Была вскрыта грушевидная цистерна, видимо, находившаяся во дворе усадьбы [5].

**75-я стационарная зенитная батарея,** как и остальные батареи этой серии, имела подземные ходы сообщения к посту управления и к бомбо-газоубежищам. Остатки взорванной батареи накрыты постройками АТП-14356, а остатки КП дивизиона разрушены при строительстве завода «Муссон» [35].

**Форт А5.** Находится в районе пересечения улиц Вакуленчука и Руднева. Представлял собой укрепление из рва, двух валов (внешнего и внутреннего) и системы подземных помещений. За валами располагались артиллерийские позиции. Оборона высеченных в скальном грунте рвов была стрелковой, ее обеспечивали два двойных кофра. Кожухи соединялись подземными галереями с двухэтажными казематами, расположенными на флангах основной стрелковой позиции. В верхнем этаже находилось убежище для стрелков, в нижнем – два погреба для боеприпасов. Подача боеприпасов осуществлялась через вертикальные шахты с помощью ручных подъемников. В центре форта находилась одноэтажная казематированная казарма, под которой располагались два резервуара для воды. Все сооружения форта имели стены из местного крымбальского известняка и сводчатые перекрытия из неармированного бетона толщиной до 1 м. Ныне от форта почти ничего не осталось, он практически уничтожен современной застройкой. Сохранилась казематированная казарма и небольшой участок рва [35].

## **7.2. Камышовый спелестологический блок**

Располагается между Стрелецкой с северо-востока и Юхариной (внизу) и Бермана (выше) балками с юго-запада. С юго-востока ограничен подножием Караньских высот.

**Усадьба Надела 6 Участка 86 Херсонесской Хоры.** Находится на берегу к востоку от бухты Круглой (Омега). Построена в конце IV в. до н.э. [5]. Во дворе были зерновые ямы [36].

**Усадьба Надела 6 Участка 10 Херсонесской Хоры.** Расположена к юго-западу от бухты Круглой (Омега) и к востоку от бухты Камышовой на водоразделе вершин двух балок, впадающих в Омегу. Возникла в конце IV вв. до н.э. Имела во дворе колодец квадратной формы 0,7×0,7 м, глубиной 14,2 м, с пресной водой [5].

**Усадьба Надела 3 Участка 31 Херсонесской Хоры.** Расположена при устье Юхарной балки. В южном углу башни усадьбы находилась цистерна, с обложенным плитами устьем диаметром 0,5 м. З. Аркас описал цистерну как колодец параболической формы с чистой водой [5].

**Участок 39 Херсонесской Хоры.** Расположен на Срединном полуострове на берегу Камышовой бухты. На северо-западе участка прослеживаются следы колодца или цистерны [5].

**Усадьба Надела 3 Участка 127 Херсонесской Хоры.** Расположена на возвышенном плато, пологом левом склоне Стрелецкой балки. В начале 1990-х гг. были вскрыты остатки усадьбы и колодец-цистерна эллинистического времени [5].

**Усадьба Надела 3 Участка 196 Херсонесской Хоры.** Расположена в верховье восточного ответвления Юхарной балки, на правом склоне. Подъемный материал эллинистического времени [5].

Рядом с усадьбой находится место, где много лет велись «раскопки» одной из эзотерических подземных пирамид, придуманных В. Гохом (см., например [37]). На 2001 г. раскоп представлял собой два шурфа. Первый был заложен, очевидно, по древнему гидротехническому сооружению (колодцу или цистерне грушевидной формы) стены которого оштукатурены раствором. Далее в известняке был пробит круглый колодец диаметром метра 1,5 и глубиной 15-20 м, с осыпающимися стенами. Рядом, в 10-15 м, находится второй шурф, сверху укрепленный деревянной опалубкой, глубиной метров 40-45. Шурф слегка изгибался, в средней части сужался и принимал прямоугольное сечение. Стены сложены глиной и камнем [38]. Никто из независимых наблюдателей никаких следов «пирамиды» не видел.

К 2003 г. второй шурф был закидан камнями.

В настоящее раскоп имеет вид котлована размером примерно 20×20×8 м, с небольшими штольнями в бортах. Пирамида, естественно, так и не обнаружена.

**Усадьба Надела 2 Участка 224 Херсонесской Хоры.** Расположена на правом склоне восточного отрога Юхарной балки. Подъемный материал эллинистического времени. В юго-западной части усадьбы находился колодец, квадратный в плане, 1,5×1,5 м. В южном углу – грушевидная цистерна [5].

**Усадьба Надела 4 Участка 240 Херсонесской Хоры (Прекрасная).** Расположена на западном склоне возвышенного плато, обращенного к Юхарной балке. В помещениях рядом с башней видны следы, по-видимому, цистерн [5].

**Усадьба Надела 6 Участка 304 Херсонесской Хоры.** Расположена в небольшой ложине правого склона Юхарной балки. Подъемный материал относится к античному периоду. В склоне балки под усадьбой вырублено несколько пещер [5].

На рассматриваемой территории во время ВОВ располагались стационарные зенитные батареи, из дворики вели подземные ходы сообщения к посту управления огнем и к бомбо-газоубежищам. Батарея №76 так же находится на территории в/ч на оконечности мыса в районе Камышовой бухты. Остатки взорванной батареи №74 находятся на территории бывшей военной части в районе парка Победы (от нее практически ничего не осталось) [35].

**Склеп 1967 Года.** У юго-западного берега бухты Круглой (Омега) на участке херсонесской хоры 7а в 1967 г. был раскопан склеп раннесредневекового периода [5]

**Усадьба Участка 239 Херсонесской Хоры.** Расположена у восточного отрога Юхарной балки. Подъемный материал античного времени. Под башней с северо-восточной и юго-западной сторон в скале вырублены склепы [5].

**Усадьба Надела 1 Участка 268 Херсонесской Хоры.** Расположена на правом краю Нижне-Юхарной балки. В одном из помещений античной усадьбы имелась

цистерна-колодец. Под комплексом усадьбы в верхнем ярусе склона долины высечены склепы [5].

**Усадьба Надела 4 Участка 307 Херсонесской Хоры (Усадьба На Горе).** Расположена на водоразделе балок Юхарной и Бермана. Подъемный материал представлен керамикой античного времени. В помещениях усадьбы есть цистерны. В центре усадьбы выкопан колодец диаметром 0,7 м [5].

**Усадьба Надела 5 Участка 323 Херсонесской Хоры.** Расположена на правом борту Верхне-Юхарной балки. Подъемный материал античного, в т.ч. римского, времени. В 30 м к югу от башни по склону балки обнаружена большая пещера; в свое время было высказано предположение, что это нимфей [5].

**Усадьба Надела 3 Участка 340 Херсонесской Хоры.** Расположена на северном склоне Верхне-Юхариной балки [5], на территории современного Севастопольского городского кладбища. Основана в период освоения греками Гераклейского полуострова, но жизнь ее продолжалась в римский период и средневековье. Во внутреннем пространстве башни расположен колодец [39]. Здесь раскопками был выявлен большой винодельческий комплекс с цистернами [21].

**Усадьба Надела 2 Участка 342 Херсонесской Хоры.** Расположена на склоне Верхне-Юхарной балки, у ее небольшого ответвления к югу. Подъемный материал эллинистического времени. Возле башни выявлена цистерна [5].

**Усадьба Надела 4 Участка 342 Херсонесской Хоры.** Расположена на склоне Верхне-Юхарной балки, у ее небольшого ответвления к югу. Подъемный материал античного периода. Внутри помещений есть углубления, видимо, цистерны [5].

**Усадьба Участка 361 Херсонесской Хоры.** Расположена между балками Верхне-Юхарной и Бермана, ближе к последней. Керамика античного периода. Внутри одного из помещений была цистерна [5].

**Усадьба Надела 5 Участка 364 Херсонесской Хоры.** Расположена в Верхне-Юхарной балке, на мысу при небольшом ответвлении. Подъемный материал относится к античному времени. Это был большой комплекс с вырубленными в скале цистерной и многими помещениями [5].

**Усадьба Надела 2 Участка 398 Херсонесской Хоры.** Расположена на правом борту балки Бермана. Подъемный материал эллинистического периода. Посреди усадьбы была грушевидная цистерна [5].

## 8. ЗАПАДНО-ГЕРАКЛЕЙСКИЙ СПЕЛЕСТОЛОГИЧЕСКИЙ УЧАСТОК

Протягивается вдоль юго-западного края Гераклейского полуострова между балками Юхариной и Бермана, Мраморной балкой и Черным морем. Морское побережье образует высокие обрывы, в основании которых на юге вскрывается эффузивная толща средней юры. К западу от мыса Фиолент отвесный морской берег понижается к морю несколькими террасами. Средняя терраса, названная в XIX в. Митрополичьими Садами, отличается буйной южнобережной растительностью, живописными развалами камней, родниками.

Дальнейшее спелеологическое деление не вполне ясно. По-видимому, овраги, впадающие в балки Юхарную и Бермана, не пререзают толщу известняков и не

образуют межблоковых границ. Скорее всего, вся площадь спелестологического участка представляет единый **Западно-Гераклейский спелестологический блок**, разделенный эрозионными врезами на подблоки.

На безопасном расстоянии от города, в пустынном тогда районе Юхариной балки, в 1930-х гг. был построен подземный склад химических боеприпасов и боевых отравляющих веществ [40].

**Серединный полуостров.**

**Усадьба Надела 6 Участка 33 Херсонесской Хоры.** Расположена на северном склоне западного берега Камышовой бухты у Лебяжьей затоки. Существовала с IV в. до н.э. по XII вв. При раскопках был открыт средневековый колодец и винодельня [5] II-IV вв. с двумя цистернами [41].

**Маяцкий полуостров.**

**Усадьба Надела 4 Участка 64 Херсонесской Хоры.** Расположена на плато Маяцкого полуострова. Керамика IV-III вв. до н.э. С северо-восточной стороны здания №2 находится большая, высеченная в скале цистерна глубиной не менее 6 м. Сверху перекрыта плитами с круглым отверстием [5].

**Усадьба Надела 3 Участка 72 Херсонесской Хоры (Усадьба №5).** Расположена на северо-западном краю Маяцкого полуострова. Здание IV-II вв. до н.э. В углу двора находилась цистерна-колодец с устьем диаметром 1,5 м [5].

**Усадьба Надела 4 Участка 72 Херсонесской Хоры.** Расположена на северо-западном краю Маяцкого полуострова. Подъемный материал IV-III вв. до н.э. В центре находилась цистерна-колодец диаметром 2,0 м, засыпанная до глубины 1 м [5].

**35-я батарея.** В 1913 г. у перешейка Маяцкого полуострова началась постройка батареи №25. На момент прекращения работ в 1918 г. на батарее практически были закончены бетонные работы, установлена неподвижная броня башен. Строительство было возобновлено в 1924 г., в 1927 г. батарея была принята в эксплуатацию и осенью 1929 г. окончательно вступила в строй под №35 [42].

Батарея состояла из двух бетонных блоков. В каждом блоке была установлена 305-мм двухорудийная башенная установка. Наружные стены бетонного блока батареи имели толщину до 4,3 м монолитного бетона с противооткольным слоем, перекрытия из монолитного бетона достигали 2,5–3 м. Каждый башенный блок имел одно-двухэтажные казематы, в которых располагались личный состав, снарядные и зарядные погреба, вентиляционные станции, центральная силовая и осветительная станции, котельная, компрессорная и баллоны сжатого воздуха, цистерны топлива, масла и воды, механическая мастерская, центральный пост батареи с приборами управления стрельбой, телефонная станция, кают-компания, камбуз и медицинский блок. Вход в блок второй башни, являвшийся главным входом в батарею, был выполнен в виде коленчатого сквозника. Блок первой башни отдельного входа не имел. По двум глубоким (16 м) четырехсекционным лестничным колодцам можно было спуститься в бетонированную потерну, соединяющую блоки батареи, двумя рукавами проходящую под пороховыми погребами. Водоснабжение батареи осуществлялось с помощью основной и резервной артезианских скважин. Для орошения погребов, пожаротушения и



хозяйственных нужд имела отдельная система подачи морской воды из специального колодца в блоке второй башни; на глубине 38 м в нем был установлен электрический водяной насос [43; 42].

Из блока первой башни шла воздухозаборная галерея вентиляционной системы, бравшая начало в нижнем этаже блока и имевшая выход в виде коленчатого сквозника к берегу моря, она же служила запасным выходом [42].

Управление огнем батареи осуществлялось из двух командных постов – главного (правого или северного) и запасного (левого или южного), удаленных соответственно на 450 и 200 м от орудийных блоков. Каждый командный пост имел бронированную боевую рубку корабельного типа; под рубкой в три этажа, соединенных между собой вертикальной шахтой, располагались узел связи, автономная электростанция, котельная, вентиляционная установка и жилые помещения личного состава. Командные посты соединялись с блоком второй башни подземными потернами пробитыми в скале на глубине около 20 м (построены в 1932 г). Потерна левого поста имела боковое ответвление, выходившее в виде коленчатого сквозника к берегу моря и служившее для вывода канализационных и дренажных труб, а также как запасной выход [43; 42]. Изучавшие батарею немецкие специалисты описывают ее так: «В северо-восточной части блока имеется бетонная шахта глубиной 10,5 м и диаметром 1,3 м с лестницей к подземной галерее, имеющей ширину 0,9 м и высоту 1,9 м. Галерея предназначена для прокладки световых и силовых проводов и средств связи. Она проложена в прочном известняке и облицована бетоном; под ее полом на протяжении 600 м уложены сточные трубы с уклоном к середине, откуда перпендикулярно к галерее в южном направлении устроена бетонированная штольня к приемнику сточных вод. Поперечные размеры штольни таковы, что передвигаться по ней можно лишь ползком. Применительно к местности в продольном профиле она устроена с несколькими ступенями.» [44].

Батарея №35 приняла активное участие во Второй обороне, хотя эффективность её была невелика из-за удаленности от фронта, проблем с корректировкой огня, изношенности стволов, вновь полученных повреждений, а также нехватки снарядов. В последние дни обороны на батарее были развернуты командные пункты СОР, Береговой обороны флота и Приморской армии. В ночь на 2 июля 1942 г. после полного расстрела боезапаса личным составом батареи были подорваны обе башни, агрегатная, аккумуляторная и часть погребов для боеприпасов. После окончания организованного сопротивления в уцелевших помещениях батареи укрывались последние защитники Севастополя. В казематах батареи до последнего времени находили документы, остатки амуниции, кости людей [42]. Много бойцов и командиров искали убежища в существовавших тогда многочисленных естественных абразионных гротах и пещерах под обрывами берега батареи. Они были разных размеров и глубиной, доходившей до десятка метров, и хорошо защищали от огня и налетов авиации противника [45]. Об этих пещерах в своих воспоминаниях пишет Э. Манштейн: «...Остатки Приморской армии попытались укрыться в больших пещерах, расположенных в крутых берегах Херсонесского полуострова, напрасно ожидая своей эвакуации. Когда они 4 июля сдались, только

из района крайней оконечности полуострова вышло около 30000 человек». [46]. Очаговое сопротивление на побережье, по немецким донесениям, продолжалось до 12 июля [47].

Приказом Народного комиссара Военно-морского флота от 4 декабря 1943 г. батарея №35 была исключена из состава Военно-морского флота, как погибшая при выполнении боевых заданий. Во время оккупации Севастополя в уцелевших казематах батареи был оборудован госпиталь и командный пункт командующего 17-й немецкой армии генерала Альмендингера. В мае 1944 г. история повторилась с точностью до наоборот – батарея была последним очагом сопротивления 27 тысяч немецких военных, прижатых к берегу. 12 мая 1944 г. батарея была освобождена. Из-за сильных повреждений батарея №35 не восстанавливалась, но ее казематы использовались в качестве погребов боезапаса, командного пункта и помещений личного состава батареи №723, размещенной рядом [42]. В настоящее время батарея №35 превращена в музейный историко-мемориальный комплекс, посвященный героическим защитникам Севастополя.

**Батарея №18.** Проект строительства 152-мм батареи №18 был утвержден в 1912 г. Однако успели достроить только правый фас батареи. В 1923 г. батарея №18 была переименована в №7. В настоящее время её развалины находятся на территории полигона морской пехоты [15].

**Батарея №19** была начата строительством в 1912 г. в районе хутора Богушевского северо-западнее мыса Фиолент. После ВОВ на батарее был размещен Запасной командный пункт Черноморского флота. На батарее сохранился броневой колпак над бетонным наблюдательным пунктом. К 2015 г. развалины батареи находились на территории воинской части [15].

**Батарея №73.** В районе батареи №19 находилась одна из стационарных зенитных батарей, №73, как и прочие, имевшая подземные ходы и помещения. Её остатки сильно перестроены и находятся на территории в/ч в районе Автобата [35].

**Усадьба Надела 5 Участка 227 Херсонесской Хоры (Усадьба Василидов).** Расположена между Юхарной балкой и южным ответвлением Нижне-Юхарной балки. Строилась со II в. до н.э. по VII в. Имела цистерны-хранилища и колодец [5].

**Усадьба Надела 1 Участка 278 Херсонесской Хоры.** Расположена на мысу при слиянии Нижне- и Верхне-Юхарной балок, на склоне Нижне-Юхарной балки. Под комплексом усадьбы в обрыве северного склона балки вырублена квадратная, искусственно обработанная пещера [5].

**Усадьба Надела 4 Участка 308 Херсонесской Хоры.** Расположена на восточном склоне Нижне-Юхарной балки, в месте разветвления Верхне-Юхарной. Подъемный материал – керамика античного времени. В западном углу усадьбы – следы колодца или цистерны [5].

**Усадьба Надела 2 Участка 309 Херсонесской Хоры.** Расположена на левом склоне Нижне-Юхарной балки, у ее верховья. Подъемный материал античного периода. У северо-восточной стены усадьбы находится цистерна [5].

**Усадьба Надела 1 Участка 310 Херсонесской Хоры.** Расположена на западной стороне Нижне-Юхарной балки. Датируется IV в. до н.э. – XIII в. К юго-востоку от башни открыты две цистерны [5].

**Усадьба Надела 5 Участка 347 Херсонесской Хоры (Усадьба Гриневича).** Крупная укрепленная усадьба расположена в балке Бермана. Существовала с IV в. до н.э. по XIV в. [48]. В подвале восточной башни обнаружена оштукатуренная цистерна грушевидной формы. Перед восточным комплексом развалины в склоне балки в скале вырублены две пещеры, сообщающиеся между собой. Одна из них прямоугольная в плане, вторая круглая. В потолке прорублено квадратное отверстие 0,5×0,5 м. Возле башни С-3-1 также обнаружена круглая пещера [5]. Вырубленный в скале подвал, очевидно, связан с пещерными сооружениями подземного комплекса и со скальной винодельней [48].

**Усадьба Надела 6 Участка 359 Херсонесской Хоры.** Расположена на краю балки Бермана. Подземный материал античного времени. В обрыве скалы под усадьбой высечены две пещеры [5].

**Усадьба Надела 2 Участка 386 Херсонесской Хоры.** Расположена на мысу левого склона балки Бермана. Подземный материал античного времени. Метрах в 10 юго-западнее усадьбы в скальном склоне вырублено несколько склепов [5]. Дюбуа де Монпере упоминает ее как усадьбу №3 (№6 генерального плана) с хорошо сохранившимся зданием и подземным проходом [22].

**Участок 395а Херсонесской Хоры.** Расположена в верховьях Мраморной балки. Подземный материал относится к античному периоду [5]. В южной части участка находилось примыкающее к скале строение с цистерной внутри [49].

**Виноградный Мыс.** На восточном склоне Виноградного мыса некогда располагался монастырь, включавший не только наземные, но и пещерные сооружения.

В верхней части обрыва, вдоль спускающейся вниз тропинки, находятся четыре пещеры, возможно, относящиеся к монастырскому комплексу. Первая пещера имеет длину около 5 м, остальные три пещеры – примерно по 10 м; во время Крымской войны они были расширены под пороховые погреба.

На южной стороне Виноградного мыса изучены два пещерных храма и пещерный скит.

**Виноградный Мыс 3 (Храм 3; Храм 2015 Года).** Находится почти под верхними пещерами. Практически разрушен. Культурный слой был вскрыт оползнем. Одноапсидный однефный пещерный храм высечен в верхнем ярусе обрыва; в апсиде вырублены одноступенчатый синтрон с горним местом и углубление под престол. Стены расписаны полихромными фресками, полы вымощены мраморными плитами на цемянке. К северу от апсиды было высечено смежное помещение, возможно, диаконник, от которого сохранилась лишь северо-восточная часть. Строительная техника позволяет отнести нижнюю дату храма к VI–VII вв. Под храмом в нижней части обрыва был высечен хозяйственный погреб. После обрушения свода погреба пол верхнего помещения провалился и храм был заброшен. В сохранившейся апсиде была устроена печь для приготовления пищи. Это произошло не позднее X века [50].

**Виноградный Мыс 2 (Храм 2; Храм 2009 Года).** Расположен к западу от Храма 3. До раскопок внутреннее пространство храма было полностью затянuto слоем влажного рыхлого натечного глинистого грунта, мощность которого достигала 2,5

м, после снятия которого открывалась планировка храма. В плане он двухчастный – алтарь и наос, ориентирован по оси запад-восток. Размеры по центральным осям 7,6×4,3 м при высоте 2,2 м. Алтарная апсида в сечении имеет форму арки высотой на входе и в центре 1,9 м, радиусом 1,0 м. Наос ориентирован, как и алтарная апсида, по оси запад-восток. В плане он прямоугольный размерами (по центральным осям) 4,5×2,6 м. У северной стены находится скальный выступ-скамья. В начале южная стена, как и северная, представляла собой обработанную материковую скалу со скамьей внизу. После обрушения южной скальной стены была сложена искусственная стена толщиной 0,7–0,8 м со вторым дверным проемом на юго-восточном конце. В западной части храма находилась костница (2,3×1,0 м), также вырубленная в скале. Стены храма на отдельных участках заглажены, возможно, были оштукатурены. Пол наоса представлял собой сnivelированную материковую скалу и вымостку из известняковых камней, покрытых толстым двойным слоем цемянкового раствора. Храм погиб в пожаре в поздневизантийское время, и его пещерное помещение было частично перепланировано и использовалось в качестве хозяйственного [51].

*Виноградный Мыс 1.* К западу от Храма 2 находится естественный грот, общей протяженностью 23 м, внутри которого с трех сторон расположены монастырские сооружения, созданные как в доработанных естественных нишах (помещения 2, 3), так и полностью искусственные (помещения 1, 4). Стены помещений существенно выветрели [52].

Помещение 1 находится в северо-западной части комплекса, в плане прямоугольной формы, размерами 3,0×1,8 м и высотой 1,75 м. Потолок плоский с закругленными углами, все стены обработаны. В верхней части юго-восточной стены сохранился дверной проем шириной 1 м, ведущий в помещение 2, нижняя половина стены разрушена. В стенах высечены ниши для икон и пазы для деревянной обшивки потолка и встроенной мебели. У северо-восточной стены в полу помещения выявлено пересохшее русло источника, идущее от ниши в северном углу, к которой в полу вырублен крест. На первом этапе помещение, видимо, было кельей; затем в нем появился родник, очевидно, почитаемый как святой, и келью перенесли в другое место [52].

Помещение 2 расположено юго-восточнее помещения 1, в плане имеет форму неправильного четырехугольника, размерами 5,5×4,4×2,7×4,4 м, высота 2–2,5 м. Потолок плоский с закругленными углами. Помещение устроено в естественном, дополнительно углубленном гроте. С юго-восточной стороны, открытой к морю, сложена из бута стена толщиной 0,7 м, сохранившаяся частично. К стене примыкают два дверных проема. Первый, шириной 0,8 м, находится в ее южном конце, второй, шириной 1 м у восточного конца стены, соединял помещение 2 и 3. Третья дверь вела, как уже отмечалось, в помещение 1. В стенах вырублены ниши для икон и пазы для полок. Через помещение проходит русло источника. Первоначально помещение было частью кельи вместе с помещением 1, затем использовалось как хлев [52].

Помещение 3 занимает заднюю (северную) половину центральной части грота; в плане помещение четырехугольное, размерами 7,7×3,8 м, высотой 2,4 м, потолок

плоский с выраженными углами. С южной стороны помещение было отгорожено стеной. Трехчастная планировка, включавшего кладовку, кухню с печами и центральную часть с каменной скамьей и гнездами для стола, позволяет видеть здесь трапезную [52].

Южная половина центрального грота представляет собой гладкостесанную площадку наибольшей длиной 12 м, шириной 4,5 м, сохранившейся высотой 2,5 м. В настоящее время свод грота покрывает только половину площадки, т.к. его передний край обрушился. С южной стороны, открытой к морю, было деревянное ограждение, гнезда для опорных столбов и шестов которого идут по краю вдоль всей площадки. На западе и востоке скальный массив центрального грота подтесан у основания полукругом, на восточной стороне в нем высечены скамья и четырехугольная полка над ней [52].

Помещение 4, замыкающее пещерный комплекс на востоке, представляет собой вырубленный в скале склеп. Входное отверстие, вытянутое по горизонтальной оси (2,3×0,8 м), расположено с южной стороны, проем на западе (2,0×0,8 м) был, вероятно, вторым входом. Входное отверстие склепа резко обрывается в погребальную камеру, дно которой на 1 м глубже нижнего края входного отверстия. В плане камера четырехугольная, потолок плоский, с закругленными углами, размеры: 1,9×1,7×1,6×1,5 м; высота 1,8 м. На северо-востоке и юго-востоке к ней примыкают вырубные гробницы, отделенные скальной перемычкой, высотой 0,6 м, толщиной 0,3 м, имевшие, судя по пазам, перекрытия в стенах. Камера была заполнена костями до уровня нижнего края входного отверстия [52].

Судя по археологическому материалу и конструктивным особенностям, склеп существовал уже в начале VII в. (келья и почитаемый источник, вероятно, ему предшествовала). В конце XIII – начале XIV вв. на мысе Виноградный основывается скит, организованный, очевидно, по типу афонской каливы. Существовал скит до конца XIV в. [52]. Вероятно, в результате набега Тимура, наземные постройки скита были сожжены. Пещерные сооружения благодаря своей малозаметности и труднодоступности сохранились и продолжали использоваться монахами до середины XV в., и окончательно были покинуты после захвата Крыма турками [53].

Ближе к окончанию мыса высечена довольно большая пещера, длиной метров 10. В этом районе еще много небольших пещер, частью заваленных или заполненных натечным грунтом; эти пещеры, скорее всего, тоже были частью монастырского комплекса.

**Мыс Лермонтов (Участок 352 Херсонесской Хоры).** Здесь было отмечено сооружение с цистерной [49].

#### **Мыс Феолент.**

**Батарея №20 (№18; №623).** Батарея была установлена на мысе Феолент. Построена в 1915 г. В 1922–1923 гг. получила №9 [15]. Позже переименована в батарею №18 и перепланирована: были построены новые фланговые дворики с двумя погребами боезапаса каждый, соединенные с основным массивом батареи подземными ходами сообщения [35]. В 1944 г. на позиции старой батареи была установлена новая 130-мм четырехорудийная береговая батарея №623. Были использованы старые фланговые дворики, построены два новых. Один из двориков

был соединен короткой подземной потерной со старым массивом батареи. В нескольких десятках метров юго-восточнее огневой позиции был построен командный пункт батареи. Он представлял собой неглубокий подземный бункер, в котором располагались центральный пост с приборами управления. Немного в стороне, в открытом дворике, соединенном с КП подземной потерной, находился оптический дальномер. В начале 1950-х гг. 623-я батарея была перемещена на новую огневую позицию примерно в 1 км южнее. Старый массив батареи был засыпан грунтом и использован для КП башенной батареи на мысе Феолент (Объект «Буря»). На новое место на западном берегу мыса Феолент был перенесен и командный пункт батареи. В 1960-м г. батарея была расформирована. Сейчас сооружения старой огневой позиции и КП принадлежат действующим воинским частям. Впоследствии часть новой огневой позиции с орудийными блоками №№ 1 и 2 попала под застройку, но блоки №№ 3 и 4, с прилегающими к ним подземными сооружениями, а также командный пункт пока что сохранились и доступны для осмотра. Орудийные блоки батареи представляют собой восьмиугольные железобетонные блоки с орудийными двориками. Все четыре орудийных блока соединяются между собой подземной потерной сложенной из бутового камня с железобетонным перекрытием. Сейчас потерна перегорожена владельцами дачных участков. Примерно в 0,5 м юго-западнее, у мыса Айя-Бурун (Безымянного) находится заброшенный *Командный пункт 623-й береговой батареи*, построенный в виде заглубленного в землю бункера с каменными стенами и железобетонным перекрытием толщиной около метра. Дальномерный пост КП расположен немного в стороне и чуть ниже боевой рубки КП и соединен с ним 50-метровой подземной потерной [54].

***Балаклавский Георгиевский монастырь.*** Первое известное документальное упоминание о Балаклавском Георгиевском монастыре относится к 1578 г. Легенда о греках-мореходах и их чудесном спасении в 890 г. во время бури на Георгиевской скале, возникла гораздо позже [55]. А. Бертье-Делагард датировал монастырь XV в. и писал, что впервые легенда появилась и придумана в 1862 г. настоятелем монастыря архимандритом Николаем [56].

***Пещерный Храм 1814 Года.*** В 1814 г. некую пещерную церковь (возможно, одну из обнаруженных впоследствии) наполовину срыли при закладке наземного храма монастыря [57].

***Пещерный Храм 1891 Года (Храм Рождества Христова).*** В 1890 г. Никандр, новый настоятель монастыря, обратил внимание на полужасыпанную пещеру в горе позади храма Святого Георгия и, узнав от монахов, что это «остатки древней пещерной церкви, которая существовала от времен Апостольских, 23-го сего января 1891 г. я приказал очистить эту пещеру и оказалось в ней на аршин глубины песку, камней и разного мусору, когда же все очистили, то оказалось в пещере выложенная из камней стенка, два углубления и высеченные из камней два уступа и три ступеньки небольшие в виде винтообразной лесенки.» [СГГА ф.20, оп.1, ед.хр.175, л.2]. Через две недели архитектор К. Дорошенко вместе с настоятелем осмотрел остатки пещерного храма: «Церковь вырублена в отвесном откосе скалы, лежащая над ней масса до 4-х сажень горной породы, в настоящее время не

представляет опасных трещин и выветривания, почему церковь находится в условиях, безопасных для богомольцев. Относительно составления проекта возобновления пещерной церкви, – пришли к заключению, что проект должен представлять лишь реставрацию внутри – снаружи же... должен быть исполнен в византийском вкусе...» [СГГА ф.20, оп.1, ед.хр.175, л.5]. Храм, получивший название Рождества Христова, был восстановлен архитектором В.А. Фельдманом в 1893 г. Фасад нижнего яруса пещерного храма представляет собой глухую стену с входным проемом, обрамленным небольшим порталом в центре. Слева и справа на перекрытие первого яруса ведут пологие пандусы. Престол и кафедра вырублены в скале. Второй ярус, в виде прижатой к скале небольшой часовни, состоит из трех сомкнутых полуциркульных арок, опирающихся на столбы. В мозаичном полу второго яруса имеются даты «891–1891» [55].

*Пещерный Храм 1908 Года.* В 1908 г. монахами Георгиевского монастыря на склоне под ним было открыто несколько пещер, заваленных в очень давнее время обрушившеюся частью скалы или оползнями. В том числе была найдена часть пещерной или полупещерной церкви, высеченная в скале. Храм имеет форму трапеции. Ширина его 3,5 м, длина уцелевшей части более 3 м. Алтарь повернут немного вправо, к востоку (азимут 70°), сравнительно с осью храма. К полукруглой апсиде вплотную примыкает престол, отделяясь от неё лишь узким выступом. Апсида и потолок над престолом были оштукатурены, на них, вероятно, были нанесены фрески. Справа от пещерной церкви открыта непосредственно примыкающая и сообщающаяся с ней больших размеров пещера, с тремя нишами в задней стене на разной высоте, ближе к потолку. Это помещение могло быть трапециевидной. В правой стороне пещеры следы столба из плитняка, подпиравшего свод. Вероятно, в эту пещеру вел отдельный ход, уничтоженный оползнем скалы. С южной стороны храма она сообщалась особой дверью [58]. В настоящее время в связи с плохой сохранностью сложно говорить о датировке и устройстве первоначальной церкви. (Ю. Ю. Шевченко по описанию литургического устройства датирует создание храма периодом до 692 г. [59].) Вероятнее всего, к моменту присоединения Крыма к России она была уже заброшена, так как уже в начале XIX в. о ней ничего не было известно и обнаружена она случайно [60].

*Келья.* С левой стороны церкви была открыта жилая пещера со следами пазов для устройства деревянных перегородок или других надобностей [58].

К востоку от полупещерного храма в известняковом обрыве имеется ряд неглубоких пещер, естественных в своей основе. Они использовались монахами, живших в этих пещерах еще в конце XVIII в., а затем устроивших в них погребки, птичники и т.д. [22]; в одной из пещер помещалась монастырская кладовая, в другой – столярная мастерская [58]. Впоследствии пещеры были сильно разрушены в период расположения на территории монастыря военной части.

## ВЫВОДЫ

К сожалению, Юго-Западный Крым хотя и изучен с точки зрения спелеологии, но недостаточно. Нам известна меньшая часть существующих

спелестологических объектов, как древних, так и современных. Не вполне ясны геолого-геоморфологические условия балок, которые являются или могут являться границами спелестологических таксонов низших уровня, и для надежного выделения в Гераклейском спелестологическом районе участков и блоков требуются дополнительные исследования.

### Список литературы

1. Зубарь В. М. Некрополь Херсонеса Таврического I–IV вв. н.э. – Киев: Наукова думка, 1982. 144 с.
2. Долотов Ю. А. О классификации культовых подземелий // Дивногорский сборник: труды музея-заповедника «Дивногорье». Вып. 5. Воронеж: Научная книга, 2015. С.36–54.
3. Якобсон А. Л. Раннесредневековый Херсонес. / Серия: Очерки истории материальной культуры. №63 / . – М.; Л.: АН СССР, 1959. 364 с.
4. Зубарь В. М. Погребальные сооружения и погребальный обряд участка некрополя у Загородного храма в Херсонесе // Новые исследования археологических памятников на Украине. Киев: Наукова думка, 1977. С.69–82.
5. Николаенко Г. М. Хора Херсонеса Таврического. Земельный кадастр IV–III вв. до н.э. Часть II. Севастополь: Херсонес Таврический, 2001. 164 с.
6. Бертъе-Делагард А. Л. О Херсонесе // Известия Императорской археологической комиссии. Вып.21. СПб.: Типография Главного Управления Уделов, 1907. С.1-207.
7. Домбровский О. И. О некоторых итогах изучения мозаик средневекового Херсонеса // Проблемы исследования античного и средневекового Херсонеса, 1888–1988: Тезисы докладов. Севастополь, 1988. С.40–42.
8. Лосицкий Ю. Г. Опыт реконструкции крестообразных храмов Херсонеса // Архитектурно-археологические исследования в Крыму. Киев: Наукова думка, 1988. С.27–36.
9. Комеч А.И. Древнерусское зодчество конца X – начала XII в.: Византийское наследие и становление самостоятельной традиции. М.: Наука, 1987. 319 с.
10. Сорочан С.Б., Зубарь В.М., Марченко Л.В. Херсонес – Херсон – Корсунь. Путешествие через века без экскурсовода. Киев: Стилос, 2003. 240 с.
11. Ростовцев М.И. Античная декоративная живопись на Юге России. Петроград: Археологическая комиссия, 1914. 537 с.
12. Зубарь В. М., Пилингер Р., Туровский Е. Я., Сон Н. А., Русяева М. В. Отчёт о раскопках склепов с полихромной росписью на территории некрополя Херсонеса в 1998-1999 гг. // Зубарь В.М., Хворостяный А.М. От язычества к христианству. Начальный этап проникновения и утверждения христианства на юге Украины (вторая половина III – первая половина VI в.). Киев: Институт археологии НАНУ, 2000. С.144-154.
13. Косцюшко-Валюжинич К. К. Извлечение из отчета К. К. Косцюшко-Валюжинича о раскопках в Херсонесе в 1902 году // Известия императорской Археологической комиссии. Вып. 9. - СПб.: Типография Главного Управления Уделов, 1904. С.1-62.
14. Могаричев Ю. М. «Пещерные города» в Крыму. Симферополь: Сонат, 2005. 192 с.
15. Широкопад А. Артиллерийские батареи Севастополя. 1876–1955. // Оружие. 2016. №1. С.2-62.
16. "Черный" список (места, где скучно и неинтересно) // Подземный Севастополь [Электронный ресурс]. URL: <http://sevdig.sevastopol.ws/issl/spisok.html>
17. Белов Г. Д. Северный прибрежный район Херсонеса (по новейшим раскопкам) // Материалы и исследования по археологии СССР. №34. Материалы по археологии юго-западного Крыма (Херсонес, Мангуп). М.: АН СССР, 1953. С.11-31.
18. Романчук А. И. Новые материалы о времени строительства рыбозасолочных цистерн в Херсонесе // Античная древность и средние века. 1973. Вып. 9. С.45–53.
19. Романчук А. И. План рыбозасолочных цистерн Херсонеса // Античная древность и средние века. 1977. Вып. 14. С.18–26.
20. Романчук А. И. Очерки истории и археологии византийского Херсона. Екатеринбург: УрГУ, 2000. 390 с.



СПЕЛЕСТОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ОБЗОР ТЕРРИТОРИИ СЕВАСТОПОЛЯ.  
ЧАСТЬ 2. ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГЕРАКЛЕЙСКОГО..

21. Зубарь В. М. Из истории экономического развития Херсонеса-Херсона во второй половине I в. до н.э. - VI в. н.э. // Боспорские исследования. 2009. Вып.21. С.226-295.
22. Дюбуа де Монпере Ф. Путешествие по Кавказу, к черкесам и абхазам, в Грузию, Армению и в Крым. В 6 томах. Париж, 1834. Т.5, 6. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 328 с.
23. Золотарев М. И. Организация виноделия в позднеантичном Херсонесе // Боспорский феномен: проблемы хронологии и датировки памятников. Часть 2. СПб: Государственный Эрмитаж, 2004. С.135-138.
24. Ушаков С. В., Струкова Е. В. Позднеантичный винодельческий комплекс в Северо-Восточном районе Херсонеса Таврического (III квартал) // Кондаковские чтения II. Проблемы культурно-исторических эпох. Материалы международной научной конференции. Белгород: БелГУ, 2008. С.151-157.
25. Беляев С. А. Пещерный храм на главной улице Херсонеса // Византия и Русь. М.: Наука, 1989. С. 26-55.
26. Гайдук Н. Е., Карнаушенко Э. Н., Карнаушенко А. Д., Ушаков С. В. Пещерный храм на главной улице Херсонеса: контекст, устройство, реконструкция // Сакральное пространство пещеры. Тезисы докладов и сообщений VII Международной научной конференции по Церковной археологии. Севастополь, 8-14 сентября 2013 г. Севастополь, 2013. С.14-15.
27. Сорочан С. Б. О «пещере Парфенон» в Херсонесе // Материалы по Археологии и Истории Античного и Средневекового Крыма. 2017. Вып 9. С.297-310.
28. Рыжов С. Г. Античный храмовый комплекс в Северном районе Херсонеса // Материалы по археологии, истории и этнографии Таврии. Вып. 20. Симферополь: Соло-Рич, 2015. С.5-30.
29. Жития святых Таврических (крымских) чудотворцев. / Струков Д. /сост./ М.: Типо-литография С. В. Гурьянова, 1878. 71 с.
30. Латышев В. В. Жития святых Епископов Херсонских. Исследования и тексты. // Записки императорской Академии наук. СПб, 1906. Т. 8. № 3. С.1-82.
31. Днепровский Н. В. К вопросу о локализации убежища св. Василия, епископа Херсонесского // Материалы по археологии и истории античного и средневекового Крыма. 2008. Вып. 1. С.131-144.
32. Стрелецкий С. Ф., Колесникова Л. Г., Щеглов А. Н. Херсонес Таврический. Симферополь: Крым, 1969. 120 с.
33. Батареи №12, №13 в районе Стрелецкой бухты // Подземный Севастополь [Электронный ресурс]. URL: <http://sevdig.sevastopol.ws/issl/strel.html>
34. Гридасова М. Штольня смерти замурована // Севастопольская Газета. 2004. №40 - 30 сен. - 6 окт.
35. Неменко А. В. Севастополь. Тени великого прошлого. // Самиздат. 2009. [Электронный ресурс]. URL: [http://samlib.ru/n/nemenko\\_a\\_w/sev1.shtml](http://samlib.ru/n/nemenko_a_w/sev1.shtml) ; [http://samlib.ru/n/nemenko\\_a\\_w/sev2.shtml](http://samlib.ru/n/nemenko_a_w/sev2.shtml)
36. Saprykin S. Ancient farms and land-plots on the khora of Khersonesos Taurike: Research in the Herakleian Peninsula, 1974-1990. Amsterdam: Brill Academic Publishers, 1994. 233 p.
37. Львовский М. В Крыму нашли семь подземных пирамид // Комсомольская правда. 2001. - 20 июл.
38. Подземные "Пирамиды"... // Подземный Севастополь [Электронный ресурс]. URL: <http://sevdig.sevastopol.ws/issl/pir.html>
39. Ковалевская Л. А., Суханова И. Ю. Винодельня римского времени на хоре Херсонеса Таврического // Материалы по археологии и истории античного и средневекового Крыма. 2008. Вып.1. Симферополь. С.11-14.
40. Кромешная Д. Подземный Севастополь // Остров Крым. 1999. №1. [Электронный ресурс]. URL: <http://ok.archipelag.ru/part2/podzemniy-sevastopol.htm>
41. Кругликова И. Т. Земельные наделы херсонеситов на Гераклейском полуострове // Краткие сообщения института Археологии. Вып. 168. М.: Наука, 1981. С.9-16.
42. Гаврилкин Н. В. Севастопольская 305-мм башенная батарея №35 // Цитадель. 2009. №16.
43. Иванов В. Б. Тайны Севастополя. Кн.2. Тайны подземные. Севастополь: КИЦ «Севастополь», 2005. 392 с.
44. Борьба за Севастополь. 1941-1942 гг. Дополнения к докладным запискам об иностранных укреплениях Инспектора инженерных и крепостных войск Вермахта от 1 апреля 1943 г. М.: Фонд «Москва - Крым», 2004. 152 с.
45. Маношин И. С. Героическая трагедия. Симферополь: Таврида, 2001. 208 с.
46. Манштейн Э. Утерянные победы. М.: АСТ; СПб: Terra Fantastica, 1999. 896 с.

47. Иванов В. Б. Севастопольская эпопея 1941-1944 гг. в официальных документах: сводки, приказы, распоряжения, донесения, публикации. Севастополь: Библекс, 2004. 319 с.
48. Николаенко Г. М., Аржанов А. Ю. Раскопки укрепленного поселения ревного земельного участка № 347 в балке Бермана в 2014 г. // Херсонес Таврический. 2014 [Электронный ресурс]. URL: <https://chersonesos-sev.ru/wp-content/uploads/2015/09/2014-сайт1.pdf>
49. Аркас З. А. Описание Ираклейского полуострова и древностей его / Записки Одесского Общества Истории и Древностей. 1848. Т.2. С.253-271.
50. Яшаева Т. Ю. Раскопки Пещерного храма 3 в предместье Херсонеса у мыса Виноградного // Херсонес Таврический. 2014 [Электронный ресурс]. URL: [https://chersonesos-sev.ru/wp-content/uploads/2015/09/2014\\_Яшаева-сайт.pdf](https://chersonesos-sev.ru/wp-content/uploads/2015/09/2014_Яшаева-сайт.pdf)
51. Яшаева Т. Ю. Раскопки пещерного храма 2 у мыса Виноградный на Гераклеяском полуострове // Археологічні дослідження в Україні 2009. Київ: Інститут археології НАН України, 2010. С.495-496.
52. Яшаева Т. Ю. Пещерный комплекс в округе Херсонеса // Проблемы истории и археологии Крыма. Симферополь: Таврия, 1994. С.71-81,342-351.
53. Яшаева Т. Ю. Средневековый скит на мысе Виноградный // Православные монастыри. Симферопольская и Крымская епархия Украинской Православной Церкви Московского Патриархата. Серия: "Монастыри мира". Симферополь: Сонат, 2007. С.175-178.
54. Береговая батарея № 623 // Подземный Севастополь [Электронный ресурс]. URL: <http://sevdig.sevastopol.ws/issl/623.html>
55. Шавшин В. Г. Балаклавский Георгиевский монастырь. Симферополь: Таврия, 1997. 160 с.
56. Бертъе-Делагард А. Л. К истории христианства в Крыму (мнимое тысячелетие) // Записки Одесского Общества Истории и древностей. 1910. Т. 28. С.1-71.
57. Ливанов Ф. В. Георгиевский монастырь в Крыму (что близ Севастополя и Балаклавы). Историческое описание для путешественников составлено и издано Ф.В. Ливановым. М.: Современные Известия, 1874. 25 с.
58. Маркевич А. И. Вновь открытый пещерный храм в Георгиевском Балаклавском монастыре // Известия Таврической Ученой Архивной Комиссии. 1909. Т. 43. С.102-104.
59. Шевченко Ю. Ю. Христианские пещерные святыни. Том 1. Ч. 2. Распространение пещерных святынь в древней христианской традиции. Saarbrücken: LAP, 2014.581 с.
60. Могаричев Ю. М. Пещерные церкви Таврики. Симферополь: Таврия, 1997. 384 с.

## **SPELESTOLOGICAL ZONING AND OVERVIEW OF THE SEVASTOPOL TERRITORY. PART 2. UNDERGROUND STRUCTURES IN THE WESTERN PART OF THE HERACLEAN PENINSULA.**

*Dolotov Yu. A.*

*Russian Geographical Society, Protvino, Russia  
E-mail: [dolotov@yandex.ru](mailto:dolotov@yandex.ru)*

The main aim of this work is improving the speleological zoning of Sevastopol. The surface there consists of mid- and upper Sarmatian limestones. A lot of underground structures of cult, military and utility purpose have been constructed here from antiquity till modern time.

According to the speleological zoning scheme this territory belongs to Mediterranean Country Mountain Crimean province Sevastopol division Heracleian region. Underground structures situated to the West of the Quarantine ravine are described. Deep ravines cutting limestones down to clay layers feature speleological zoning borders. Shallow ravines can not act as zoning borders. Western part of Heracleian region can be divided into following speleological sites:

Khersones site is situated between the Quarantine and Yukharnaya ravines with the Berman ravine flowing into the last one, including the Heracleian peninsula central part. It consists of Streletsky and Kamyshovy blocks.

Streletsky block is situated between the Quarantine and Streletsky ravines. Shallow ravines divide it into several subblocks. The most important ones are Devichya Gora (the Southern Necropolis) and Khersones (the Museum) where the ancient Khersones ruins are situated. A large amount of small artificial utility and burial cavities are situated in the territory of the Khersones settlement. A large necropolis with burials including underground crypts of different structure is situated beyond the walls of Khersones. Other underground cult cavities including temples are also known. Water wells and drainage galleries were used to produce water. Water was stored in cisterns. Cisterns and pits were used for fish salting and garum production. Old artillery batteries with a large system of underground passages and gunpowder magazines.

Kamyshovy block is bordered with the Black sea, the Streletsky, Yukharny and Berman ravines and the Karnsky mountains slopes. The underground structures of the block are mostly presented with Khersones loft estate underground structures: wells, cisterns, storages, crypts, etc.

West-Heracleian site is situated between the Yukharnaya, Bermana, Marble ravines and the Black sea. It includes West-Heracleian block. A lot of Khersones loft estate underground structures (wells, cisterns, storages, crypts, etc.) are also situated here. Cave convents appeared here in the times of Byzantium. One of them is situated on the Vinogradny cape. Remains of three cave temples and multiple other convent structures have been excavated there. Three cave temples and several caves used for the convent utility needs are known in Balaklava St. George convent. Several coastal defense batteries with vast underground parts were constructed in this territory. The 35<sup>th</sup> battery on the Mayatsky peninsula, destroyed in 1942, is one of the most well-known ones.

**Keywords:** Artificial underground cavities, speleological zoning, speleological regions, Sevastopol.

### References

1. Zubar V. M. Nekropol' Khersonesa Tavricheskogo I–IV vv. n.e'. (The Khersones-Tavrichesky necropolis of the 1st-4th centuries a.d.). Kyiv: Naukova dumka (Publ.), 1982, 144 p. (In Russian).
2. Dolotov Yu. A. O klassifikatsii kul'tovyykh podzemeliy (A contribution to cult underground cavities classification), in Divnogorskiy sbornik: trudy muzeya-zapovednika «Divnogor'e». Vyp. 5. (The Divnogorye studies collection: the studies of the “Divnogorye” reserve museum. Iss. 5.). Voronezh: Nauchnaya kniga (Publ.), 2015, pp. 36-54 (In Russian).
3. Yakobson A. L. Rannesrednevekovy Khersones (Early Medieval Khersones). Series: The material culture history essays. no 63. Moscow; Leningrad: The USSR Academy of Sciences (Publ.), 1959, 364 p. (In Russian).
4. Zubar V. M. Pogrebal'nye sooruzheniya i pogrebal'nyy obryad uchastka nekropolya u Zagorodnogo khrama v Khersonese (Funeral structures and the funeral ritual of the Khersones Zagorodny temple necropolis area), in Novye issledovaniya arkhеologicheskikh pamyatnikov na Ukraine (New archaeological monuments surveys in Ukraine). Kyiv: Naukova dumka (Publ.), 1977, pp. 69-82. (In Russian).
5. Nikolaenko G. M. Khora Khersonesa Tavricheskogo. Zemel'nyy kadastr IV–III vv. do n.e'. Chast' II. (The khora of Khersones Tavrichesky. The land cadastre of the 4th – 3rd centuries b.c. Part 2.). Sevastopol: Khersones Tavrichesky (Publ.), 2001. 164 p. (In Russian).

6. Bertier de la Garde A.L. O Khersonese (About Khersones), in *Izvestiya Imperatorskoj arkeologicheskoy komissii*. Vypusk 21 (News of the Emperor's archaeological committee. Iss. 21.). St.-Petersburg: Main Udels Departament Typography (Publ.), 1907, pp. 1-207. (In Russian).
7. Dombrovskij O. I. Several Medieval Khersones mosaics survey conclusions, in *Problemy issledovaniya antichnogo i srednevekovogo Khersonesa, 1888–1988: Tezisy dokladov*. (Antique and Medieval Khersones research problems, 1888-1988: Reports theses.). Sevastopol, 1988, pp. 40-42 (In Russian).
8. Lositskij Yu. G. Opyt rekonstrukcii krestoobraznykh khramov Khersonesa (The Khersones cross-shaped temples restoration experience), in *Arkhitekturno-arkheologicheskie issledovaniya v Krymu* (Architectural and archaeological surveys in Crimea). Kyiv: Naukova dumka (Publ.), 1988, pp. 27-36. (In Russian).
9. Komech A. I. Drevnerusskoe zodchestvo konca X – nachala XII v.: Vizantijskoe nasledie i stanovlenie samostoyatel'noj tradicii (Ancient Russian construction craft in the late 10<sup>th</sup> - early 12<sup>th</sup> centuries: Byzantium legacy and a standalone tradition creation). Moscow: Nauka (Publ.), 1987, 319 p. (In Russian).
10. Sorochan S. B., Zubar V. M., Marchenko L.V. Khersones-Kherson-Korsun'. Puteshestvie cherez veka bez e'kskursovoda. (Khersones-Kherson-Korsun. A travel through centuries without a guide.) Kyiv: Stilos (Publ.), 2003, 240 p. (In Russian).
11. Rostovtsev M. I. Antichnaya dekorativnaya zhivopis' na Yuge Rossii (Antique visual art in the South of Russia). Petrograd: The Archaeological commission (Publ.), 1914, 537 p. (In Russian).
12. Zubar V. M., Pilinger R., Turovsky E. Ya., Son N. A., Rusaeva M. V. Otchyot o raskopkakh sklepov s polikhromnoj rospis'yu na territorii nekropolya Khersonesa v 1998-1999 gg. (The report of sepultures with polychromatic inscriptions excavations in the Khersones necropolis territory in 1998-1999), in Zubar V. M., Khvorostyany A. M. Ot yazychestva k khristianstvu. Nachal'nyj e'tap proniknoveniya i utverzhdeniya khristianstva na yuge Ukrainy (vtoraya polovina III – pervaya polovina VI v.). (From Pagan beliefs to Christianity. The first stage of Christianity intrusion and development in the Southern Ukraine (late 3<sup>rd</sup> – early 4<sup>th</sup> centuries).) Kyiv: The NANU Archaeological Institute (Publ.), 2000, pp. 144-154. (In Russian).
13. Kostsyushko-Valyuzhnych K. K. Izvlechenie iz otcheta K. K. Koscyushko-Valyuzhinicha o raskopkakh v Khersonese v 1902 godu (A fragment of Kostsyushko-Valyuzhnych's report about the excavations in Khersones in 1902), in *Izvestiya Imperatorskoj arkeologicheskoy komissii*. Vypusk 9 (News of the Emperor's archaeological committee. Iss. 9.). St.-Petersburg: Main Udels Departament Typography (Publ.), 1904, pp. 1-62. (In Russian).
14. Mogarychev Yu. M. «Peshchernye goroda» v Krymu (“Cave cities” in Crimea). Simferopol: Sonat (Publ.), 2005, 192 p. (In Russian).
15. Shirikrad A. Artillerijskie batarai Sevastopolya. 1876–1955. (Artillery batteries of Sevastopol. 1876-1955). *Oruzhie* (Weapons). 2016, no.1, pp.2-62. (In Russian).
16. "Chernyj" spisok (mesta, gde skuchno i neinteresno) (The “Black” list (places, where it is boring and not interesting)). *Podzemnyj Sevastopol'* (Underground Sevastopol) [Electronic resource]. URL: <http://sevdig.sevastopol.ws/issl/spisok.html> (In Russian).
17. Belov G. D. Severnyj pribrezhnyj rajon Khersonesa (po novejsim raskopkam). (Khersones Northern coastal district (based on the newest excavations)), in *Materialy i issledovaniya po arkheologii SSSR*. №34. Materialy po arkheologii yugo-zapadnogo Kryma (Khersones, Mangup). (The materials and surveys on the USSR archaeology. no. 34. The materials on the South-West Crimea archaeology (Khersones, Mangup).). Moscow: The USSR Academy of Sciences (Publ.), 1953, pp. 11-31. (In Russian).
18. Romanchuk A. I. Novye materialy o vremeni stroitel'stva rybozasolochnykh cistern v Khersonese (New materials on the fish salt cisterns construction date in Khersones). *Antichnaya drevnost' i srednie veka* (The antiquity and the Middle Ages). 1973, iss.9, pp. 45-53. (In Russian).
19. Romanchuk A. I. Plan rybozasolochnykh cistern Khersonesa (The Khersones fish salt cisterns plan). *Antichnaya drevnost' i srednie veka* (The antiquity and the Middle Ages). 1977, Vol. 14, pp. 18–26. (In Russian).
20. Romanchuk A. I. Ocherki istorii i arkheologii vizantijskogo Khersona (Short descriptions of Byzantium Khersones history and archaeology). Ekaterinburg: UrGU (Publ.), 2000, 390 p. (In Russian).

СПЕЛЕСТОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ОБЗОР ТЕРРИТОРИИ СЕВАСТОПОЛЯ.  
ЧАСТЬ 2. ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГЕРАКЛЕЙСКОГО..

21. Zubar V. M. Iz istorii e'konomicheskogo razvitiya Khersonesa-Khersona vo vtoroj polovine I v. do n.e'. - VI v. n.e'. (Khersones-Kherson economical development in the late 1<sup>st</sup> century BC – 4<sup>th</sup> century AD). Bosporskie issledovaniya (Bosporian Studies). 2009, Vol. 21, pp.226-295. (In Russian).
22. Dubois de Montpéroux F. Puteshestvie po Kavkazu, k cherkesam i abkhazam, v Gruziiyu, Armeniyu i v Krym. V 6 tomakh. Parizh, 1834. T.5, 6. (A travel to the Caucasus, to Cherkasses and Abkhazians, to Georgia, Armenia and Crimea. In 6 volumes. Paris, 1834. Vol. 5, 6.). Simferopol: Buisness-Inform (Publ.), 2009, 328 p. (In Russian).
23. Zolotaryov M. I. Organizatsiya vinodeliya v pozdneantichnom Khersonese (Winery organization in late-antique Khersones), in Bosporskiy fenomen: problemy khronologii i datirovki pamyatnikov. Chast' 2. (Bospor phenomenon: monuments chronology and dating problems. Part 2.). St.-Petersburg: The State Hermitage (Publ.), 2004, pp.135-138. (In Russian).
24. Ushakov S. V., Stroukova E. V. Pozdneantichnyy vinodel'cheskiy kompleks v Severo-Vostochnom rajone Khersonesa Tavricheskogo (III kvartal) (The late-antique winery complex in the Khersones-Tavrichesky North-East district (the 3<sup>rd</sup> quarter)), in Kondakovskie chteniya II. Problemy kul'turno-istoricheskikh e'pokh. Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. (The 2<sup>nd</sup> Kondakov conference. Problems of cultural-historical epochs. The materials of the international conference.). Belgorod: BelGU (Publ.), 2008, pp.151-157. (In Russian).
25. Belyaev S. A. Peshchernyy khram na glavnoy ulice Khersonesa (A cave temple in the Khersones main street), in Vizantiya i Rus' (Byzantium and Rus). Moscow: Nauka (Publ.), 1989, pp. 26-55. (In Russian).
26. Gaidukov N. E., Karnaushenko E. N., Karnaushenko A. D., Ushakov S. V. Peshchernyy khram na glavnoy ulice Khersonesa: kontekst, ustrojstvo, rekonstrukciya (A cave temple in the main street of Khersones: context, structure, restoration), in Sakral'noe prostranstvo peshchery. Tezisy dokladov i soobshchenij VII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii po Cerkovnoj arkheologii. Sevastopol', 8-14 sentyabrya 2013 g. (Sacral cave space. The 7<sup>th</sup> International Church Archaeology Conference messages and reports theses. Sevastopol, 8-14.09.2013.). Sevastopol, 2013, pp. 14-15. (In Russian).
27. Sorochan S. B. O «peshchere Parfenon» v Khersonese (The “Parthenon cave” in Khersones). Materialy po Arkheologii i Istorii Antichnogo i Srednevekovogo Kryma. (Antique and Medieval Crimea archaeology and history materials). 2017, iss. 9, pp. 297-310. (In Russian).
28. Ryzhov S. G. Antichnyy khramovyy kompleks v Severnom rajone Khersonesa (An antique temple complex in the Northern district of Khersones), in Materialy po arkheologii, istorii i etnografii Tavrii. Vypusk 20. (Materials on Tavria archaeology, history and ethnography. Iss. 20.). Simferopol: Solo-Reach (Publ.), 2015, pp.5-30. (In Russian).
29. Zhitiya svyatykh Tavricheskikh (krymskikh) chudotvorcev (Saint Tavrian (Crimean) wonderworkers hagiographies). Stroukov D. Collector. Moscow: S.V. Guryanov's typo-lithigraphy (Publ.), 1878, 71 p. (In Russian).
30. Latyshev V. V. Zhitiya svyatykh Episkopov Khersonskikh. Issledovaniya i teksty. (Saint Kherson bishops hagiographies. Researches and texts). Zapiski imperatorskoj Akademii nauk (The Imperial Academy of Sciences notes). St.-Petersburg, 1906, vol. 8, no. 3, pp. 1-82. (In Russian).
31. Dneprovsky N. V. K voprosu o lokalizatsii ubezhishcha sv. Vasiliya, episkopa Khersonesskogo (A contribution to St. Basil the bishop of Khersones shelter localization). Materialy po arkheologii i istorii antichnogo i srednevekovogo Kryma (Antique and Medieval Crimea archaeology and history materials). 2008, iss. 1, pp. 131-144. (In Russian).
32. Strzheletsky S. F., Kolesnikova L. G., Shcheglov A. N. Khersones Tavrichesky (Khersones Tavrichesky). Simferopol: Crimea (Publ.), 1969, 120 p. (In Russian).
33. Batarei №12, №13 v rajone Strelekoj bukhty (Batteries No.12, No.13 in the vicinity of the Streletskaya bay). Podzemnyy Sevastopol' (Underground Sevastopol) [Electronic resource]. URL: <http://sevdig.sevastopol.ws/issl/strel.html> (In Russian).
34. Gridasova M. Shtol'nya smerti zamurovana (The death gallery is immured). Sevastopol'skaya Gazeta (Sevastopol'skaya Gazeta). 2004, no. 40. September, 30 –October, 6. (In Russian).
35. Nemenko A. V. Sevastopol'. Teni velikogo proshlogo. (Sevastopol. The shadows of the great past.). Samizdat (Samizdat). 2009. [Electronic resource]. URL: [http://samlib.ru/n/nemenko\\_a\\_w/sev1.shtml](http://samlib.ru/n/nemenko_a_w/sev1.shtml) ; [http://samlib.ru/n/nemenko\\_a\\_w/sev2.shtml](http://samlib.ru/n/nemenko_a_w/sev2.shtml) (In Russian).

36. Saprykin S. Ancient farms and land-plots on the khora of Khersonesos Taurike: Research in the Herakleian Peninsula, 1974-1990. Amsterdam: Brill Academic Publishers (Publ.), 1994. 233 p. (In English).
37. Lvovsky M. V Krymu nashli sem' podzemnykh piramid (Seven underground pyramids were found in Crimea). Komsomolskaya pravda (Komsomolskaya pravda). 2001. - 20 July. (In Russian).
38. Podzemnye "Piramidy"... (Underground "pyramids"...). Podzemnyj Sevastopol' (Underground Sevastopol) [Electronic resource]. URL: <http://sevdig.sevastopol.ws/issl/pir.html> (In Russian).
39. Kovalevskaya L. A., Sukhanova I. Yu. Vinodel'nya rimskogo vremeni na khore Khersonesa Tavricheskogo (A Roman time winery in the khora of Khersones Tavrichesky). Materialy po arkheologii i istorii antichnogo i srednevekovogo Kryma (Antique and Medieval Crimea archaeology and history materials). 2008, iss.1, pp.11-14. (In Russian).
40. Kromeshnaya D. Podzemnyj Sevastopol' (Underground Sevastopol). Ostrov Krym (The Crimea Island). 1999, no.1. [Electronic resource]. URL: <http://ok.archipelag.ru/part2/podzemnyj-sevastopol.htm> (In Russian).
41. Kruglikova I. T. Zemel'nye nadely khersonesitov na Geraklejskom poluostrove (The khersonesites land allotments on the Herakles Peninsula), in Kratkie soobshcheniya instituta Arkheologii. Vypusk 168. (The Archaeology Institute short messages. Iss. 168.). Moscow: Nauka (Publ.), 1981, pp.9-16. (In Russian).
42. Gavrilkin N. V. Sevastopol'skaya 305-mm bashennaya batereya №35 (The Sevastopol 305-mm tower battery No.35). Citadel' (Citadel), 2009, no.16. (In Russian).
43. Ivanov V. B. Tajny Sevastopolya. Kniga 2. Tajny podzemnye. (The mysteries of Sevastopol. Book 2. Underground mysteries). Sevastopol: KITs «Sevastopol» (Publ.), 2005, 392 p. (In Russian).
44. Bor'ba za Sevastopol'. 1941-1942 gg. Dopolneniya k dokladnym zapiskam ob inostrannykh ukreplenykh Inspektora inzhenernykh i krepostnykh vojsk Vermakhta ot 1 aprelya 1943 g. (The battle for Sevastopol. 1941-1942. An addition to report notes about foreign reinforcements by the Wehrmacht engineer and fortress forces inspector of 1.04.1943.). Moscow: "Moscow-Crimea" fund (Publ.), 2004, 152 p. (In Russian).
45. Manoshin I. S. Geroicheskaya tragediya (Heroic tragedy). Simferopol: Tavrida (Publ.), 2001, 208 p. (In Russian).
46. Manstein E. Uteryannye pobedy (Lost victories). Moscow: AST (Publ.); St.-Petersburg: Terra Fantastica (Publ.), 1999, 896 p. (In Russian).
47. Ivanov V. B. Sevastopol'skaya e'popeya 1941-1944 gg. v oficial'nykh dokumentakh: svodki, prikazy, rasporyazheniya, doneseniya, publikacii (The 1941-1944 Sevastopol epic in official documents: reports, orders, publications). Sevastopol: Biblex (Publ.), 2004, 319 p. (In Russian).
48. Nikolayenko G. M., Arzhanov A. Yu. Raskopki ukreplennogo poseleniya drevnego zemel'nogo uchastka № 347 v balke Bermiana v 2014 g. (The excavations of the reinforced village in an ancient ground area No.347 in the Berman ravine in 2014). Khersones Tavrichesky (Khersones Tavrichesky). 2014 [Electronic resource]. URL: <https://chersonesos-sev.ru/wp-content/uploads/2015/09/2014-кайт1.pdf> (In Russian).
49. Arkas Z. A. Opisanie Iraklejskogo poluostrova i drevnostej ego (The description of the Irakleisky peninsula and its evidence). Zapiski Odesskogo Obshhestva Istorii i Drevnostej (Odessa History and Ancient finds Society notes). 1848, vol. 2, pp. 253-271. (In Russian).
50. Yashayeva T. Yu. Raskopki Peshchernogo khrama 3 v predmest'e Khersonesa u mysa Vinogradnogo (Cave temple 3 excavations in the Khersones outskirts near the Vinogradny cape). Khersones Tavrichesky (Khersones Tavrichesky). 2014 [Electronic resource]. URL: [https://chersonesos-sev.ru/wp-content/uploads/2015/09/2014\\_Яшайева-кайт.pdf](https://chersonesos-sev.ru/wp-content/uploads/2015/09/2014_Яшайева-кайт.pdf) (In Russian).
51. Yashayeva T. Yu. Raskopki peshchernogo khrama 2 u mysa Vinogradnyj na Geraklejskom poluostrove (Cave temple 2 excavations in the Khersones outskirts near the Vinogradny cape in the Gerakleisky peninsula), in Arheologichni doslidzhennja v Ukraini 2009 (Archaeological research in Ukraine 2009). Kyiv: NAN Ukraine Archaeology Institute (Publ.), 2010, pp. 495-496. (In Russian).
52. Yashayeva T. Yu. Peshchernyj kompleks v okruge Khersonesa (A cave complex in the vicinity of Khersones), in Problemy istorii i arkheologii Kryma (Crimea history and archaeology problems). Simferopol: Tavria (Publ.), 1994, pp.71-81, 342-351. (In Russian).
53. Yashayeva T. Yu. Srednevekovyj skit na myse Vinogradnyj (A Medieval skete in the Vinogradny cape), in Pravoslavnye monastyri. Simferopol'skaya i Krymskaya eparkhiya Ukrainskoj Pravoslavnoj Cerkvi

СПЕЛЕСТОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ОБЗОР ТЕРРИТОРИИ СЕВАСТОПОЛЯ.  
ЧАСТЬ 2. ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГЕРАКЛЕЙСКОГО..

---

- Moskovskogo Patriarkhata. Seriya: "Monastyri mira" (Orthodox convents. Moscow Patriarchy Ukraine Orthodox Church Simferopol and Crimea bishopric. Series 'Convents of the world'). Simferopol: Sonat (Publ.), 2007, pp. 175-178. (In Russian).
54. Beregovaya batareya № 623 (The coastal battery No.623). Podzemnyj Sevastopol' (Underground Sevastopol) [Electronic resource]. URL: <http://sevdig.sevastopol.ws/issl/623.html> (In Russian).
55. Shavshin V. G. Balaklavskij Georgievskij monastyr' (Balaklava St. George convent). Simferopol: Tavria (Publ.), 1997, 160 p. (In Russian).
56. Bertier de la Garde A. L. K istorii khristianstva v Krymu (mnimoe tysyacheletie) (A contribution to the Christianity history in Crimea (the imaginary millenium)). Zapiski Odesskogo Obshhestva Istorii i Drevnostej (Odessa History and Ancient finds Society notes), 1910, vol.28, pp. 1-71. (In Russian).
57. Livanov F. V. St. Georgievskij monastyr' v Krymu (chto bliz Sevastopolya i Balaklavy). Istoricheskoe opisanie dlya puteshestvennikov sostavleno i izdano F.V. Livanovym. (George convent in Crimea (near Sevastopol and Balaklava). Historical description for travelers created and published by F.V. Livanov.). Moscow: Contemporary news (Publ.), 1874, 25 p. (In Russian).
58. Markevich A. I. Vnov' otkrytyj peshhernyj khram v Georgievskom Balaklavskom monastyre (A newly discovered cave temple in Balaklava St. George convent). Izvestiya Tavricheskoj Uchenoj Arkhivnoj Komissii (The Tavria Scientific Archive Commission news). 1909, vol. 43, pp. 102-104. (In Russian).
59. Shevchenko Yu. Yu. Khristianskie peshchernye svyatyni. Tom 1. Chast' 2. Rasprostranenie peshchernykh svyatyn' v drevnej khristianskoj tradicii. (Cave Christian sanctuaries. Vol. 1. Part 2. Cave sanctuaries widespread in the ancient Christian tradition.). Saarbrücken: LAP (Publ.), 2014, 581 p. (In Russian).
60. Mogarichev Yu. M. Peshchernye cerkvi Tavriki (Cave temples of Tavrika). Simferopol: Tavria (Publ.), 1997, 384 p. (In Russian).

## УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МИКРОБИОЛИТОВ МИОЦЕНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОХИМИИ И ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ГЕРАКЛИТОВ

*Лысенко В. И.<sup>1</sup>, Садыков С. А.<sup>2</sup>, Азовскова О. Б.<sup>3</sup>, Михайличенко Т. В.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Филиал МГУ в г. Севастополь, 299009, г. Севастополь, ул. Станюковича, 5, e-mail: niagara\_sev@mail.ru

<sup>2</sup>Институт минералогии УрО РАН, 456317, г. Миасс, Ильменский заповедник, e-mail: sadykov@mineralogy.ru

<sup>3</sup>ИГГ УрО РАН, 620016, г. Екатеринбург, ул. Акад. Вонсовского, 15, e-mail: oazovskova@yandex.ru

<sup>4</sup>ФГБУН МГИ РАН 299011, г. Севастополь, ул. Капитанская, 2, e-mail: mhi.tamara@yandex.ru

Приведены новые данные по геохимии и изотопному составу гераклитов различной морфологии, которые являются специфические продуктом разрушения карбонатных палеостроений прокариот миоценового возраста.

Высокие содержания литофильных, халькофильных, сидерофильных и РЗЭ элементов по результатам анализов ICP MS свидетельствуют о глубинной природе образования палеофлюидов, которые бактерии и археи использовали для получения карбоната. Низкие содержания U, Ti, Mn и Zr связаны с значительными скоростями роста карбонатного вещества гераклитов. Характер накопления Mn, U, Th и V доказывает, что их образование отличается от генезиса формирования конкреций. Тяжелый изотопный состав  $\delta^{13}\text{C}$  карбонатов подтверждает гипотезу абиогенной природы углеводородов палеодегазации. Незначительные различия концентраций химических элементов и изотопного состава в гераклитах разной морфологии связаны условиями их образования в зонах региональных разломов с активным тектоническим режимом.

**Ключевые слова:** микрометанолиты, гераклиты, метанотрофные и метаногенные прокариоты, археи, углеводороды, геохимия, халькофильные, сидерофильные и редкоземельные элементы, флюиды, глубинная дегазация, изотопный состав углерода и кислорода

### ВВЕДЕНИЕ

В конце XX века на больших глубинах морей и океанов рядом со струйными выделениями углеводородов были обнаружены карбонатные и сульфидные постройки, поля газогидратов и оазисы жизни, где происходило образование биогенного вещества и карбонатных бактериальных построек за счёт переработки метана, сероводорода, азота и других химических веществ из недр [1, 2, 3]. По предположению одного из авторов статьи, для создания органического вещества сообщество прокариот и архей использовали энергию, полученную за счет окисления углеводородов и возможно сероводорода и других газов [4]. Углекислый газ, как отход жизнедеятельности, являлся основным компонентом для строительства карбонатных построек. Эти микробные карбонатные образования вокруг сипов и грязевых вулканов известны в разных частях Мирового океана и в пресноводном озере Байкал. Они имеют различную форму [1, 2, 5, 6, 7] в зависимости от глубины, гидрохимической обстановки и геологического строения морского дна. В научной литературе описаны постройки следующей морфологии: бугристые плиты; коралловидные наросты [5]; трубчатые образования, высотой



несколько метров [8]; тонкие дырчатые белоснежные покровы, мощностью 2–3 см [3]; пляжные конгломераты [9] и терригенный песчаник с примесью раковинного детрита, цементированного карбонатом бактериального синтеза [5]. Важнейшим научным фактом является признание того, что процессы образования карбонатов происходят в настоящее время в аэробных и анаэробных условиях, на свету и при его отсутствии, в глубоководных котловинах и в прибрежных пляжных зонах [2, 3, 9,]. Некоторые морфологические и минералогические различия современных «аутигенных» карбонатных строений связаны с различными физико-географическими условиями их формирования и составом газовых флюидов. Главными факторами их образования являются постоянная подпитка углеводородных флюидов из недр и наличие сообществ метанотрофных и метаногенных прокариот и архей [9, 10]. На дне морей и океанов были выявлены разнообразные связи между дегазацией, образованием карбонатов и наличием бактериальных матов [3, 5]. Большая часть участков вокруг газовых сипов характеризуется наличием «аутигенных» карбонатных построек с бактериальными матами, хотя известны точки проявления дегазации, где отсутствует бактериальные маты и карбонатные постройки, что возможно связано с молодым возрастом газовых струй углеводородов [3, 5]. Встречаются карбонатные строения без следов современного бактериального обрастания, что можно объяснить прекращением процессов дегазации [5]. Здесь постройки и их обломки являются свидетелями метановых выделений газа в недавнем прошлом. Места дегазации и «оазисы жизни» обычно приурочены к разломам с активным сейсмическим режимом. В тектонических зонах периодически происходят катастрофические землетрясения, которые, кроме всего прочего, сопровождаются крупными выбросами газов из недр и разрушением полей газогидратов [3]. Такие сейсмические процессы являются причинами нарушения жизнедеятельности биоценоза и разрушением хрупких карбонатных бактериальных строений [5]. Обломочный материал построек обладает повышенной твердостью, поэтому хорошо сохраняется в осадочной иловой толще, указывая на области углеводородной дегазации в прошлом. Такие интересные образования из карбонатно-терригенной толщи миоцена Юго-западной части Крымского полуострова, один из авторов статьи назвал «гераклитами» [11]. Гераклиты - это продукты разрушения карбонатных палеопостроек метанотрофных прокариот и архей, образованных около центров палеодегазации миоцена в восточной части Паратетиса [10, 12]. Гераклиты - это минерализованные продукты жизнедеятельности консорциума метанотрофных бактерий и архей около выходов газовых флюидов на дне Восточного Паратетиса в миоцене [10, 12].

В последние годы появляется все больше фактического материала научных исследований, доказывающих, что образование цемента конгломератов, кремнистых, фосфатных и карбонатных пород связано с деятельностью микроорганизмов. Прокариоты оказывают значительное влияние на минеральный состав, структуру и текстуру пород [13]. Поэтому в наше время большое внимание уделяют изучению литологии бактериальных образований. Исследователи Р. Бурне и Л. Мур предложили дать таким породным образованиям название «микробиолиты» (micro-biolite) [14]. Под этим термином они понимают

«органосадочные породы, сформированные микробиальными сообществами путем улавливания или локального осаждения материала» [14]. Большинство учёных считают, что образование микробиолитов происходит с участием цианобактериальных сообществ с использованием солнечной энергии [13, 15, 16]. Современные аутигенные карбонатные строения на дне морей и океанов, а также гераклиты являются дополнительным таксоном микробиолитов, генезис которых связан с жизнедеятельностью сообществ архей и бактерий по переработке метана в сложное углеводородное биологическое вещество и карбонат. Гераклиты относятся к биохеогенным образованиям прокариот и характеризуются обилием различных форм выделения, что характерно для построек, созданных живыми организмами [17]. Достаточно условно, по размерам и внешней морфологии в предыдущих наших работах, были выделены следующие разновидности гераклитов: «шлаковидные» (рис. 1), «полосчатые» (рис. 2), «угловатые» (рис. 3), «плиты цементации» и «микрометанолиты» (рис. 4) [17]. Несмотря на некоторые различия во внешнем виде, они характеризуются общими признаками: цветовой окраской; присутствием скелетных останков микроорганизмов; высокой микро и макропористостью; насыщенностью газовыми флюидами и пропиткой нефтепродуктами; своеобразной текстурой и структурой; особым минеральным и химическим составом; специфическими условиями нахождения в геологическом разрезе [10].



Рис. 1. Черные и коричневые «шлаковидные» гераклиты в органогенных известняках верхнего сармата. Вокруг них наблюдаются точечные включения микрометанолитов черного цвета. Береговые обрывы северо-западной части Гераклейского полуострова.

Целью наших исследований являлось изучение геохимических особенностей и изотопного состава различных морфологических разновидностей гераклитов для познания палеогеографических условий их образования. Задачей нашей работы являлось познание вопросов генезиса глубинных флюидов углеводородной палеодегазации, которые прокариоты использовали для синтеза карбонатного вещества.



Рис. 2. Приполировка среза серовато-белых «полосчатых» гераклитов из известняков верхнего сармата. Береговые обрывы бухты Омега.



Рис.3. Черные и коричневые «угловатые» гераклиты на поверхности серовато-зелёных травертинов. Прибрежные обрывы мыса Херсонес.

## 1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

За тридцатилетний период одним из авторов статьи детально были изучены геологические разрезы обнажений береговых обрывов с гераклитами в Крыму на побережьях Гераклейского, Тарханкутского, Опукского полуостровов и в Болгарии севернее Варны [4, 10]. При обследовании выходов вмещающих пород с гераклитами, большое внимание уделялось отбору образцов для изучения их минерального, геохимического и изотопного состава. Для геохимических анализов отбирались образцы различной цветовой окраски и морфологии из карбонатно-терригенной толщи верхнего сармата. Чтобы избавиться от фактора техногенного заражения, пробный материал гераклитов вначале растворялся в течении 5 минут в

кислоте. После этого остаток промывался в дистиллированной воде и сушился в муфельной печи при температуре 200<sup>0</sup>. Из центральной части полученного материала отбиралась проба на геохимический анализ. При этом из пробного материала выбирался детрит ракушки. Анализы выполнялись по стандартной методике на пятьдесят элементов в лаборатории ИГГ УрО РАН г. Екатеринбурга на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой (ICP ELAN-9000 фирмы Perkin Elmer). Всего было проанализировано 7 проб гераклитов различной морфологии и окраски. Для уточнения природы геохимических аномалий в гераклитах, исследовался их нерастворимый остаток в уксусной кислоте. Материал для этих геохимических проб подготавливался по выше описанной методике. Хорошо промытый и высушенный кислотный осадок анализировался на 49 химических элементов методом ICP MS в лаборатории Института минералогии УрО РАН г. Миасс. Было изучено 7 проб не растворимого кислотного остатка гераклитов различной морфологии и цвета.

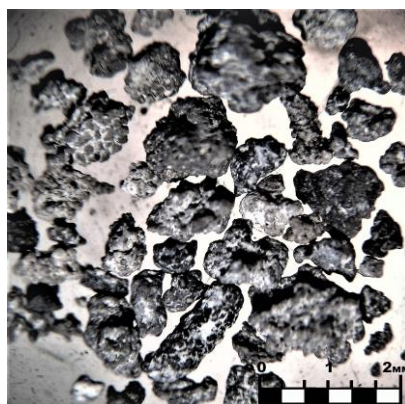


Рис.4. Разнообразие форм чёрных и коричневых микрометанолитов, представленных сростками сферолитов плоской и удлинённой формы. Материал из глинистых песчаников верхнего сармата. Береговые обрывы северо-западной части Гераклеийского полуострова.

Изучение изотопного состава углерода и кислорода проводились в Институте минералогии УрО РАН. Для определения использовался масс-спектрометрический метод измерения изотопных отношений (IRMS) на приборе Delta<sup>plus</sup> Advantage. Масс-спектрометр сопряжён с элементным анализатором EA Flash1112 и высокотемпературным конвектором TC/EA. Элементный анализатор и конвектор сопрягаются с масс-спектрометром посредством ConFloIII. При измерении использовались стандарты NBS-19, NBS-18, IAEA-C-3. Ошибка измерения равна 0.15‰, VPDB. Выполнены анализы изотопного состава углерода и кислорода гераклитов различной цветовой окраски и морфологии. Из кислотного остатка растворения гераклитов в соляной кислоте, изучался изотопный состав тяжёлых нефтепродуктов и органического углеводородного вещества в них. Для сравнения результатов, исследовался изотопный состав углерода, из вмещающих их

известняков и обломочного материала остатков фауны из гераклитов. Всего было выполнено тридцать пять анализов  $\delta^{13}\text{C}$  и восемь - на  $\delta^{18}\text{O}$ .

## 2. ГЕОХИМИЯ ГЕРАКЛИТОВ

В более ранних работах сообщалось [4, 12], что по результатам рентгенофазовых анализов на автоматическом рентгеновском дифрактометре MiniFlexII (Rigaku) гераклиты на 85-95 % состоят из кальцита и на 5–15% - из доломита, кварца, углеродистого вещества и микровключений [4]. При таком составе они характеризуются повышенными содержаниями Cu, Zn, Ag, B, Br, P, Zr и Ti, чем отличаются от вмещающих известняков [10]. Такой спектр объяснялся полигенным составом гераклитов. В них присутствуют материал детрита раковин, хемогенного кальцита, карбоната бактериального синтеза, терригенного и метеоритного вещества, а также включения асфальтенов, легкой нефти и углеводородного биогенного вещества [4]. Образование этой строительной смеси гераклитов происходило в среде углеводородных флюидов глубинной дегазации. Полученные результаты анализов ICP-MS подтвердили предположения авторов, что гераклиты характеризуются повышенным содержанием литофильных, халькофильных, сидерофильных и редкоземельных элементов (табл. 1, 2, 3).

По данным анализов ICP-MS выше описанные морфологические разности гераклитов, характеризуются высокими концентрациями Sr, Ba, Co, Ni, Bi, Ce, Nd и Yb, которые значительно превышают кларковые величины, характерные для карбонатных пород [18] (табл. 1, 2, 3; рис. 5, 6, 7). Абсолютное содержание химических элементов в морфологических и цветных разностях характеризуются значительными колебаниями. Концентрации Rb, Cs, Nb, Th, Cu, Tl, As, Sc, Sb, Eu, Gd, Tb, Dy и Er в некоторых морфологических разностях выше кларка карбонатных пород, а в других - наблюдается дефицит этих элементов (рис. 5, 6, 7). Низкие содержания характерны для транзитных (Ti, V, Mn, Cr), а некоторых случаях для высокозарядных литофильных (Sc, Y, Zr, Hf, W, U, Th), и халькофильных металлов (Zn, Ga, Ge, Cd, Mo и Pb). Невысокие концентрации имеют и некоторые тяжелые РЗЭ (рис. 4, 5, и 6).

Таблица 1.  
Содержание литофильных химических элементов в различных морфологических разностях гераклитов (г/т)

|          | Название<br>элементов | ЛВ-340 | ЛЛВ-341 | ЛЛВ-213 | ЛЛВ-111 | ЛЛВ-120 | Л-802 | Л-801  | ЛВ-139 | Кларк |
|----------|-----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|-------|
| 1        | 2                     | 3      | 4       | 5       | 6       | 7       | 8     | 9      | 10     | 12    |
| Щелочные | Li                    | 1,473  | 1,644   | 0,805   | 0,736   | 0,376   | 0,847 | 0,873  | 0,63   | 6,9   |
|          | Rb                    | 5,369  | 5,514   | 1,352   | 0,581   | 2,586   | 8,87  | 13,322 | 7,637  | 5.0   |



|                |    |         |        |        |        |        |        |        |        |      |
|----------------|----|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
|                | Sr | 5547,5  | 5453,5 | 5946,8 | 4483,3 | 620,1  | 1617,0 | 626,4  | 695,9  | 540  |
|                | Cs | 0,414   | 0,403  | 0,088  | 0,039  | 0,075  | 0,223  | 0,326  | 0,163  | 0,4  |
|                | Ba | 112,6   | 102,7  | 319,2  | 180,3  | 84,4   | 149,9  | 103,3  | 102,3  | 53   |
| Высокозарядные | Sc | 0,674   | 0,938  | 0,472  | 0,273  | 0,473  | 1,264  | 1,378  | 1,258  | 2    |
|                | Y  | 4,144   | 4,001  | 3,576  | 4,65   | 2,126  | 4,395  | 4,322  | 4,48   | 20   |
|                | Zr | 6,419   | 5,481  | 4,744  | 3,798  | 2,999  | 3,791  | 6,556  | 4,796  | 20   |
|                | Nb | 0,73    | 0,64   | 0,404  | 0,287  | 0,198  | 0,989  | 0,625  | 0,375  | 0,3  |
|                | Hf | 0,223   | 0,195  | 0,153  | 0,102  | 0,077  | 0,073  | 0,125  | 0,064  | 0,35 |
|                | W  | 0,16    | 0,135  | 0,073  | 0,125  | 0,254  | 0,327  | 0,257  | 0,419  | 0,53 |
|                | Th | 2,01    | 1,81   | 0,609  | 0,456  | 0,334  | 0,546  | 0,676  | 0,566  | 1,8  |
|                | U  | 2,096   | 1,889  | 1,082  | 0,975  | 0,579  | 0,763  | 0,762  | 0,682  | 2,3  |
| Транзитные     | Ti | 170,7   | 154,7  | 101,6  | 59,51  | 42,259 | 97,54  | 155,65 | 98,241 | 600  |
|                | V  | 3,723   | 3,732  | 2,041  | 2,521  | 1,48   | 2,821  | 2,606  | 2,999  | 19   |
|                | Cr | 5,13    | 4,374  | 5,071  | 2,853  | 4,445  | 4,455  | 5,333  | 7,114  | 11   |
|                | Mn | 136,459 | 39,547 | 52,414 | 214,01 | 32,904 | 163,1  | 48,916 | 54,146 | 830  |

Примечания: ЛВ-340-черно-серые микрометанолиты; ЛВ-341-коричневые микрометанолиты; ЛВ-213- серовато-черный "полосчатый" гераклит; ЛВ-111-серовато-черный "илаковидный" гераклит; Л-120 - серовато-коричневый "илаковидный" гераклит; Л- 802 - серовато-черный "угловатый" гераклит; Л- 801 - серовато-коричневый "угловатый" гераклит; Л- 139 -серовато-черный "угловатый" гераклит. Образцы для анализов отобрал Лысенко В.И. из обнажений Юго-Западного Крыма. Анализы выполнены в лаборатории ИГГ УрОРАН г. Екатеринбурга методом ICP MS. Кларки(г/т) элементов приведены по Сляров, Гладкокуб и др. 1997 г [18].

Условные обозначения к таблицам 1, 2, 3, 4, 5, и 6. Содержания относительно кларка карбонатных пород: розовый  $\geq 1$ ; зеленый - 1 – 0,5; голубой – 0,5 – 0,25; желтый – 0,25 – 0,1; серый -  $\leq 0,1$ .

Таблица 2.

Содержание халькофильных и сидерофильных химических элементов в различных морфологических разностях гераклитов (г/т)

| Наз-вание элмен-тов | ЛВ-340 | ЛВ-341 | ЛВ-213 | ЛВ-111 | ЛВ-120 | Л-802 | Л-801 | ЛВ-139 | Кларк |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|
| 1                   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7     | 8     | 9      | 11    |

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МИКРОБИОЛИТОВ МИОЦЕНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
ИЗУЧЕНИЯ ГЕОХИМИИ И ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ГЕРАКЛИТОВ..

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Cu | 6,563 | 4,592 | 4,356 | 8,968 | 3,449 | 4,508 | 4,749 | 7,557 | 6,8 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|

Продолжение таблицы 2.

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 11    |
| Zn | 9,616 | 8,237 | 4,533 | 8,677 | 1,045 | 3,211 | 3,371 | 5,797 | 22    |
| Ga | 0,688 | 0,702 | 0,249 | 0,141 | 0,195 | 0,456 | 0,674 | 0,442 | 2,6   |
| Ge | н.р   | н.р   | н.р   | н.р   | 0,021 | 0,033 | 0,05  | 0,031 | 0,12  |
| Cd | н.р   | н.р   | н.р   | н.р   | 0,052 | 0,077 | 0,093 | 0,062 | 0,38  |
| Tl | 0,105 | 0,054 | 0,033 | 0,092 | 0,011 | 0,022 | 0,02  | 0,005 | 0,05  |
| Bi | 0,084 | 0,048 | 0,024 | 0,031 | 0,014 | 0,029 | 0,022 | 0,02  | 0,013 |
| Pb | 4,379 | 2,344 | 1,65  | 2,5   | 2,78  | 3,214 | 2,476 | 2,457 | 8,8   |
| As | 5,965 | 2,016 | 5,782 | 3,259 | 0,709 | 0,782 | 0,696 | 0,854 | 1,6   |
| Se | н.р   | н.р   | н.р   | н.р   | 0,668 | 0,612 | 0,66  | 0,357 | 0,08  |
| Sb | 0,257 | 0,093 | 0,191 | 0,117 | 0,051 | 0,087 | 0,075 | 0,136 | 0,25  |
| Ni | 19,72 | 17,52 | 19,43 | 27,11 | 32,66 | 32,79 | 33,00 | 40,03 | 12    |
| Mo | 0,206 | 0,138 | н.р   | 0,46  | 0,141 | 0,129 | 0,082 | 0,195 | 0,5   |
| Co | 4,863 | 2,679 | 2,886 | 3,324 | 4,635 | 6,365 | 5,535 | 6,892 | 1,6   |

Примечание: условные обозначения смотреть в таблице 1.

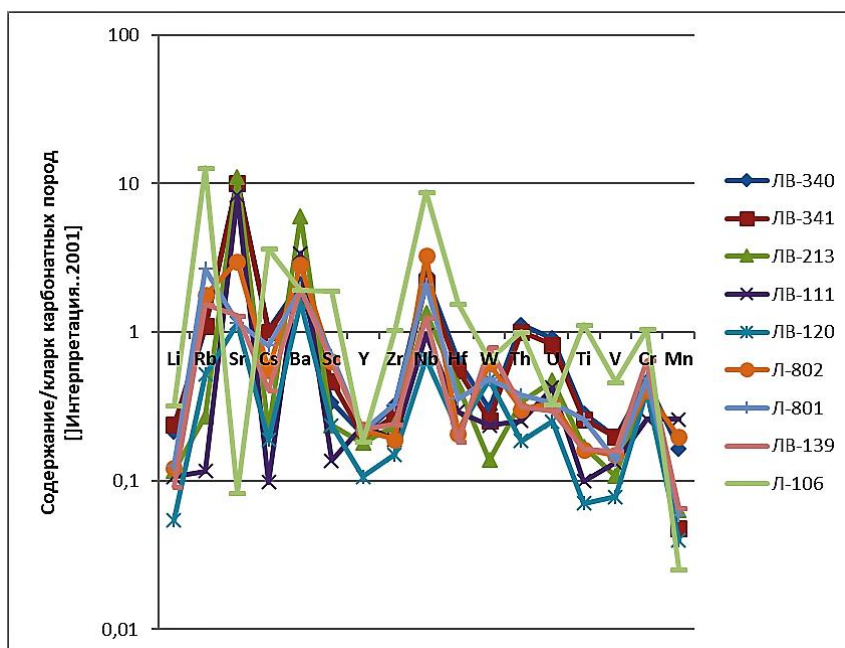


Рис. 5. Распределение литофильных химических элементов в гераклитах различной морфологии (названия морфологических разновидностей смотреть в таб. 1).

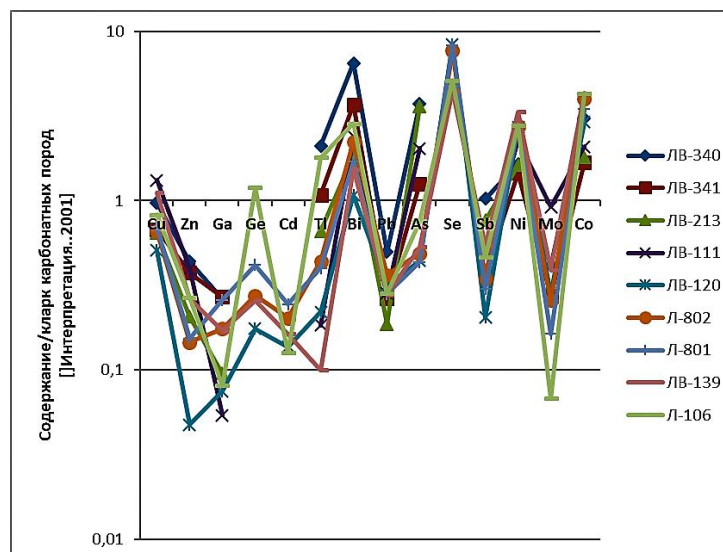


Рис. 6. Распределение халькофильных и сидерофильных химических элементов в гераклитах различной морфологии (названия морфологических разностей смотреть в таб. 1).

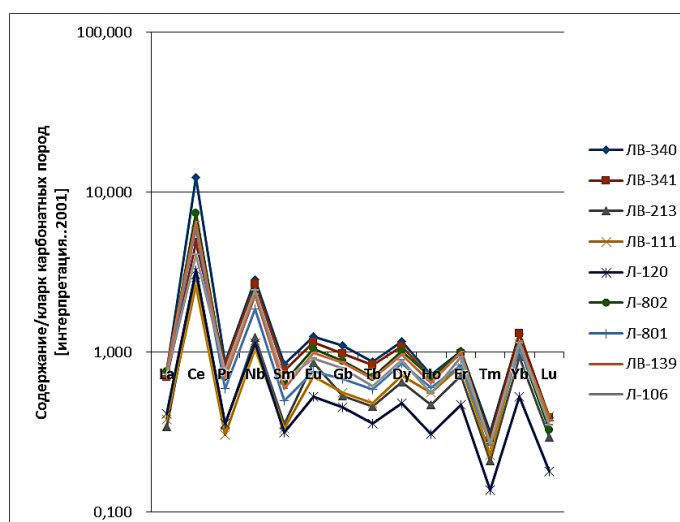


Рис. 7. Распределение редкоземельных химических элементов в гераклитах различной морфологии (названия морфологических разностей смотреть в таб. 1).

Данные таблиц и графиков (Таб. 1, 2, 3; Рис. 5, 6, 7) геохимического содержания элементов в гераклитах демонстрируют, что черные разности характеризуются более высокими концентрациями элементов, чем серо-



коричневые. Цвет гераклитов зависит от содержания органического углеродного вещества и битумов [4], хотя их концентрации значительно меньше кларка для карбонатных пород [18]. При изучении минерального состава на электронном микроскопе «TescanVegall» с приставкой ЭДС «Drycool» было установлено, что к зонам с повышенным содержанием углеродистого вещества относятся участки, обогащенные микро- и нано- размерными минералами [4]. Минеральная ассоциация в гераклитах представлена самородными металлами, интерметаллидами, окислами, сульфидами, сульфатами, фосфатами, хлоридами, силикатами и, возможно, карбидами [4,19]. Большая часть аномальных содержаний некоторых элементов в гераклитах, возможно, обусловлено присутствием минералов-концентратов и наличием изоморфных примесей в карбонате построек. На связь аномальных содержаний с включениями наноминералов и углеродистого вещества указывают высокие концентрации элементов в геохимических анализах кислотного остатка растворения карбонатного вещества (таб. 4, 5, 6; рис. 8, 9, 10).

Несколько иначе выглядит картина распределения геохимических элементов в пробах кислотного остатка гераклитов. Для большинства химических элементов содержания характеризуются значительным разбросом. В анализах концентрации Rb, Cs, Ba, Nd, As, Bi, Zn, Cu, Ce, Nd и Yb превышают кларк карбонатных пород больше, чем в десять раз [18]. Однако, отличительной особенностью кислотного остатка являются низкие содержания Sr, Mn, Cd, Mn, Y, Tb, Lu и U (таб. 4, 5, 6; рис. 8, 9, 10). Концентрации остальных элементов в пробах немного выше кларка карбонатных пород [18].

Таблица 3.

**Содержание редкоземельных химических элементов в различных  
морфологических разностях гераклитов (г/т)**

|    | ЛВ-<br>340 | ЛВ-<br>341 | ЛВ-<br>213 | ЛВ-<br>111 | Л-<br>120 | Л-<br>802 | Л-<br>801 | ЛВ-<br>139 | Клар<br>к РЗЭ |
|----|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|---------------|
| La | 3,794      | 3,493      | 1,701      | 1,892      | 2,04<br>8 | 3,79<br>1 | 3,63<br>2 | 3,969      | 5             |
| Ce | 12,32<br>8 | 4,871      | 3,021      | 2,595      | 3,26<br>9 | 7,38<br>4 | 6,00<br>6 | 6,497      | 1             |
| Pr | 1,028      | 1,001      | 0,419      | 0,363      | 0,42<br>7 | 0,83<br>1 | 0,71<br>0 | 0,828      | 1,2           |
| Nb | 4,253      | 3,998      | 1,859      | 1,565      | 1,70<br>6 | 3,45<br>8 | 2,79<br>6 | 3,423      | 1,5           |
| Sm | 1,010      | 0,920      | 0,423      | 0,399      | 0,37<br>7 | 0,77<br>5 | 0,59<br>7 | 0,705      | 1,2           |
| Eu | 0,250      | 0,231      | 0,172      | 0,141      | 0,10<br>5 | 0,21<br>0 | 0,15<br>1 | 0,197      | 0,2           |
| Gb | 1,091      | 0,971      | 0,528      | 0,555      | 0,44<br>6 | 0,86<br>9 | 0,67<br>7 | 0,852      | 0,99          |
| Tb | 0,148      | 0,141      | 0,078      | 0,082      | 0,06<br>1 | 0,11<br>8 | 0,10<br>0 | 0,116      | 0,17          |

|                       |       |       |       |       |           |           |           |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| Dy                    | 0,852 | 0,794 | 0,475 | 0,520 | 0,35<br>1 | 0,74<br>3 | 0,62<br>3 | 0,707 | 0,73  |
| Ho                    | 0,166 | 0,160 | 0,107 | 0,129 | 0,07<br>0 | 0,16<br>0 | 0,13<br>8 | 0,148 | 0,23  |
| Er                    | 0,477 | 0,459 | 0,335 | 0,383 | 0,22<br>0 | 0,46<br>7 | 0,38<br>9 | 0,473 | 0,47  |
| Tm                    | 0,073 | 0,067 | 0,048 | 0,052 | 0,03<br>2 | 0,06<br>3 | 0,06<br>1 | 0,061 | 0,23  |
| Yb                    | 0,454 | 0,457 | 0,327 | 0,393 | 0,18<br>5 | 0,38<br>1 | 0,37<br>1 | 0,406 | 0,35  |
| Lu                    | 0,066 | 0,066 | 0,050 | 0,068 | 0,03<br>1 | 0,05<br>6 | 0,06<br>3 | 0,064 | 0,17  |
| $\Sigma P3Э$          | 25,98 | 17,63 | 9,54  | 9,13  | 9,29      | 19,3<br>6 | 16,3<br>1 | 18,51 | 13,44 |
| LREEn                 | 22,41 | 14,28 | 7,42  | 6,81  | 7,8       | 16,3      | 13,7<br>4 | 15,48 | 9,9   |
| HREEn                 | 1,76  | 1,64  | 0,98  | 1,09  | 0,72      | 1,42      | 1,21      | 1,44  | 1,68  |
| $\frac{LREEn}{HREEn}$ | 12,7  | 8,7   | 7,6   | 6,2   | 10,8      | 11,5      | 11,4      | 10,8  | 5,9   |
| $\frac{La_n}{Yb_n}$   | 0,6   | 0,5   | 0,4   | 0,3   | 0,8       | 0,7       | 0,7       | 0,7   | 14,0  |
| $Eu/Eu^*_n$           | 1,3   | 1,3   | 1,9   | 1,6   | 1,4       | 1,4       | 1,3       | 1,4   |       |
| $Ce/Ce^*_n$           | 8,4   | 3,6   | 4,7   | 4,1   | 5,0       | 5,8       | 5,4       | 5,0   |       |
| $Eu/Sm$               | 0,2   | 0,3   | 0,4   | 0,4   | 0,3       | 0,3       | 0,3       | 0,3   | 0,2   |
| $Ce/La$               | 3,2   | 1,4   | 1,8   | 1,4   | 1,6       | 1,9       | 1,7       | 1,6   | 0,2   |

Примечание: условные обозначения смотреть в таблице 1.

Характерными особенностями для всех видов гераклитов различной морфологии и цвета являются высокие содержания Ba и Sr (таб. 1; рис. 5). Это связано с присутствием в них минералов баритоанглезита, баритоцелестина, целестина и барита [4, 19]. По абсолютному значению концентраций наибольшее значение Ba и Sr характерно для «полосчатых» гераклитов, а наименьшее – для коричневых «шлаковидных» (рис. 5). Наблюдается слабая корреляционная связь высоких содержаний Ba с повышенным Sr. Соотношение Sr к Ba изменяется от 6 до 53, что возможно связано с разными скоростями роста и импульсным характером поступления флюидов. Повышенные концентрации Ba характерны для

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МИКРОБИОЛИТОВ МИОЦЕНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
ИЗУЧЕНИЯ ГЕОХИМИИ И ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ГЕРАКЛИТОВ..

современных аутигенных карбонатных строений около холодных сипов в Охотском [1], Черном [3, 8] и Норвежских [6] морях. Аномальные содержания в них связаны с находками в постройках целестина, баритоцелестина и барита. Кроме этого, описание баритовой минерализации приводится в сульфидных трубах рифтовых зон Западно-Тихоокеанского островодужного кольца [20] и карбонатных столбах гидротермального поля Лост Сити [2]. Высокие концентрации Ва в пробах кислотного остатка подтверждают связь аномальных содержаний с баритовой минерализацией (таб. 4). Авторы, как и многие исследователи, считают, что повышенное содержание Ва в гераклитах породе является доказательством формирования их под контролем глубинных флюидов [21]. Довольно низкие концентрации Sr в кислотном остатке можно объяснить, с нахождением этого элемента в виде изоморфной примеси в карбонатах бактериального синтеза (таб. 4). И только незначительная доля стронция, возможно, связана с флюидно-гидротермальными процессами около зон образования гераклитов [22,23].

Таблица 4.

**Содержание литофильных химических элементов в пробах кислотного остатка  
различных морфологических разновидностей гераклитов (г/т)**

|                |    | ЛВ-238-Б | ЛВ-254 | ЛВ-256 | ЛВ-251 | ЛВ-252 | ЛВ-239 | ЛВ-240 | Кларк |
|----------------|----|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                |    | 1        | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8     |
| Щелочные       | Li | 26,5     | 32,1   | 42,7   | 20,4   | 21,0   | 18,7   | 16,5   | 6,9   |
|                | Rb | 61,0     | 85,5   | 71,6   | 92,5   | 134    | 146    | 111    | 5,0   |
|                | Sr | 481      | 258    | 133    | 138    | 173    | 111    | 100    | 540,0 |
|                | Cs | 5,78     | 5,74   | 7,46   | 7,53   | 9,81   | 10,0   | 10,7   | 0,4   |
|                | Ba | 2518     | 245    | 394    | 204    | 362    | 731    | 591    | 53,0  |
| Высокозарядные | Sc | 10,9     | 8,56   | 10,7   | 8,83   | 10,2   | 16,4   | 13,0   | 2,0   |
|                | Y  | 10,7     | 7,56   | 6,54   | 7,70   | 9,64   | 13,0   | 5,05   | 20,0  |
|                | Zr | 149      | 146    | 150    | 176    | 217    | 194    | 147    | 20,0  |
|                | Nb | 14,8     | 18,2   | 24,5   | 19,2   | 19,0   | 25,6   | 19,8   | 0,3   |
|                | Hf | 3,35     | 3,68   | 4,14   | 4,48   | 6,06   | 5,29   | 4,07   | 0,4   |
|                | W  | 1,61     | 2,92   | 1,93   | 2,18   | 2,53   | 2,11   | 1,86   | 0,5   |
|                | Th | 11,5     | 6,26   | 9,39   | 7,86   | 7,83   | 22,7   | 4,03   | 1,8   |
|                | U  | 30,2     | 5,36   | 2,25   | 1,89   | 2,49   | 2,60   | 1,48   | 2,3   |
| Транзитные     | Ti | 3633     | 5119   | 5599   | 6261   | 7370   | 5167   | 4419   | 600,0 |
|                | V  | 74,3     | 113    | 79,0   | 146    | 147    | 85,5   | 78,0   | 19,0  |
|                | Cr | 88,9     | 77,2   | 84,1   | 126    | 139    | 105    | 111    | 11,0  |
|                | Mn | 149      | 187    | 125    | 156    | 194    | 317    | 245    | 830,0 |

Примечание. Пробы кислотного растворения в уксусной кислоте: ЛВ-238-Б - серо-черный

шлаковидный гераклит; ЛВ-254–коричневый шлаковидный гераклит; ЛВ-256- черный шлаковидный гераклит; ЛВ-251-бело-коричневый полосчатый гераклит; ЛВ-252-бело-серый полосчатый гераклит; ЛВ-239 - черный угловатый гераклит; ЛВ-240 - коричневый угловатый гераклит. Анализы выполнены в лаборатории Института минералогии УрО РАН г. Миасс. Кларки (g/t) элементов приведены по Скляр, Гладкорчуб и др. 1997 [18]. Условные обозначения смотреть в таблице 1.

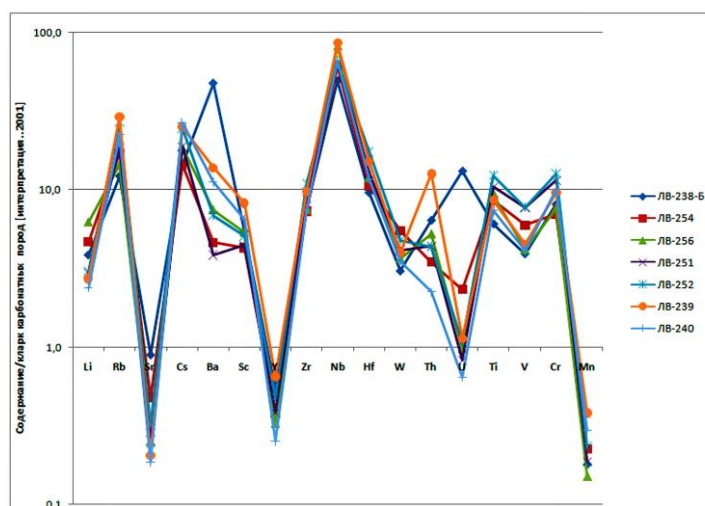


Рис. 8. Распределение литофильных химических элементов в кислотном остатке растворения гераклитов (названия морфологических разновидностей смотреть в Таб. 4).

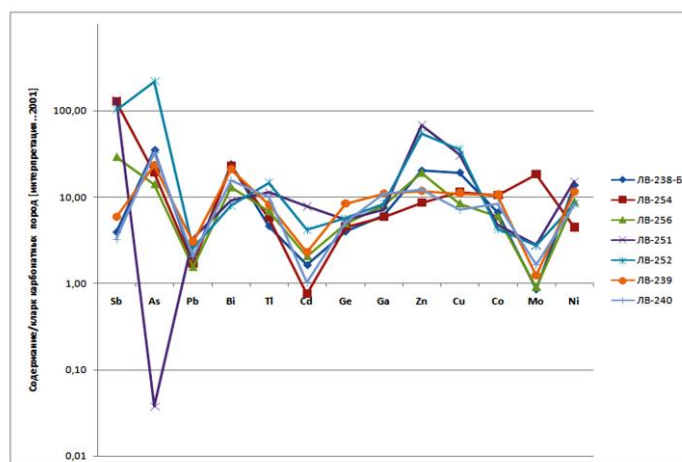


Рис.9. Распределение халькофильных и сидерофильных химических элементов в кислотном остатке растворения гераклитов (названия морфологических разновидностей смотреть в таб. 4)

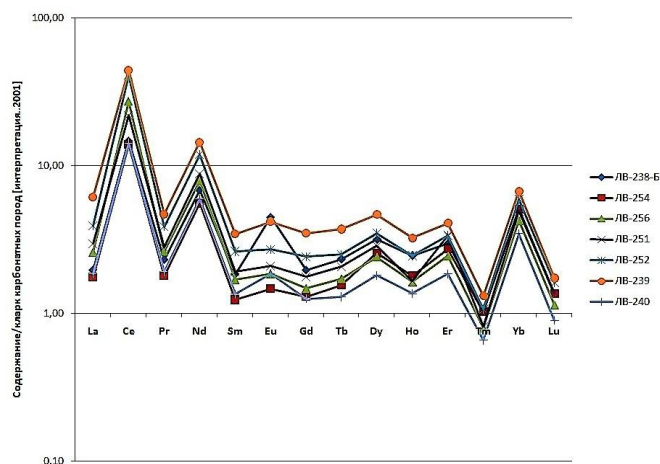


Рис. 10. Распределение редкоземельных химических элементов в кислотном остатке растворения гераклитов (названия морфологических разностей смотреть в таб. 4)

Аномальные содержания Rb характерны для «угловатых» гераклитов и микрометанолитов независимо от окраски (таб. 1, рис. 5). С этими морфологическими разностями связаны повышенные концентрации щелочных элементов Cs и Li. Необходимо отметить, что содержание Li во всех морфологических и цветовых разностях гераклитов значительно меньше 0.25 кларка карбонатных пород. Между Rb и Cs имеется некоторая прямая зависимость в содержаниях, но она почти отсутствует с Li (рис. 5). Более значительные концентрации Rb, Cs и Li отмечаются в анализах кислотных остатков гераклитов. По своим абсолютным значениям они увеличиваются более, чем в десять раз (табл. 4, рис. 8). В некоторых пробах кислотного остатка «полосчатых» и «угловатых» гераклитов содержание Rb больше 100 г/т. Эти результаты анализов доказывают, что щелочные элементы Rb, Cs и Li не являются изоморфными примесями карбонатов, а приурочены к углеродистому веществу или к минеральным ассоциациям, которые будут найдены при дальнейшем изучении гераклитов. Возможно, повышенное содержание щелочных металлов связано с глубинным флюидом, который транзитом проходил через верхнюю часть земной коры, взаимодействуя с щелочными гранитами [23]. Доказательством такой гипотезы является значительный разброс содержаний Rb, Cs, Li, что объясняется импульсным характером поступления флюидов.

Таблица 5.

**Содержание халькофильных и сидерофильных химических элементов в пробах кислотного остатка различных морфологических разностей гераклитов (г/т)**

|               |    | ЛВ-238-Б | ЛВ-254 | ЛВ-256 | ЛВ-251 | ЛВ-252 | ЛВ-239 | ЛВ-240 | Кларк |
|---------------|----|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|               |    | 1        | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8     |
| Халькофильные | Sb | 0,99     | 31,6   | 7,24   | 33,6   | 25,5   | 1,48   | 0,81   | 0,25  |
|               | As | 56,2     | 30,8   | 22,4   | 0,06   | 346    | 37,2   | 52,0   | 1,6   |
|               | Pb | 15,8     | 14,9   | 13,6   | 29,2   | 22,6   | 26,7   | 18,1   | 8,8   |
|               | Bi | 0,31     | 0,29   | 0,168  | 0,118  | 0,104  | 0,27   | 0,20   | 0,013 |
|               | Tl | 0,23     | 0,29   | 0,34   | 0,56   | 0,73   | 0,41   | 0,50   | 0,05  |
|               | Cd | 0,62     | 0,29   | 0,79   | 2,97   | 1,58   | 0,88   | 0,39   | 0,38  |
|               | Ge | 0,48     | 0,54   | 0,59   | 0,65   | 0,68   | 1,01   | 0,61   | 0,12  |
|               | Ga | 15,8     | 15,2   | 20,6   | 18,3   | 21,9   | 28,5   | 28,1   | 2,60  |
|               | Zn | 447      | 188    | 418    | 1497   | 1206   | 259    | 271    | 22,00 |
|               | Cu | 232      | 138    | 101    | 366    | 427    | 132    | 84,9   | 12,00 |
| Сидерофильные | Co | 10,7     | 16,6   | 9,51   | 7,51   | 6,82   | 16,9   | 13,5   | 1,60  |
|               | Mo | 0,43     | 9,11   | 0,45   | 1,38   | 1,38   | 0,62   | 0,82   | 0,50  |
|               | Ni | 165      | 53,3   | 105    | 183    | 100    | 137    | 97,3   | 12,00 |

Примечание и условные обозначения смотреть в таблице 1, 4.

Из большой группы литофильных высоко зарядных элементов только Hf, Nb и Th в некоторых разностях гераклитов имеют содержание выше кларка [18], а для большинства других элементов- в интервале 0.25–0.6 кларка (табл. 1, рис. 5). Высокое содержание Nb, Hf и Th связано с находками в гераклитах нано и микрокристаллов циркона и монацита [4, 19]. Это подтверждается высокими содержания этих элементов в пробах кислотного остатка (таб.4, рис. 8). Большинство исследователей предполагают, что концентрации Nb, Hf связаны с глубинными флюидами [23, 24].

Содержание Se и Sc связано с небогатой сульфидной минерализацией гераклитов [4]. Обычно эти элементы входят в состав изоморфных примесей сульфидов, образование которых происходит в гидротермальных зонах с повышенной температурой [25]. Содержание Sc колеблется в интервале 0.25–0.6, а Se – от 5.1 до 8.0 кларка карбонатных пород (табл.1). Высокие концентрации этих элементов характерны и для проб кислотного остатка (табл. 4). Многие исследователи считают, что скандий и селен сопровождают глубинные флюиды [25].

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МИКРОБИОЛИТОВ МИОЦЕНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
ИЗУЧЕНИЯ ГЕОХИМИИ И ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ГЕРАКЛИТОВ..

Концентрации вольфрама в гераклитах изменяются от 0.073 до 0.419, что несколько меньше кларковых содержаний (табл. 1). Резкие разбросы содержаний можно объяснить, что W встречается в виде самородных металлов и изоморфных примесей в интерметаллидах и окислах, что подтверждают результаты кислотного остатка гераклитов (таб. 4) [4].

Содержание урана в гераклитах и в их кислотных остатках меньше кларка карбонатных пород (табл. 1). Обычно образование таких низких концентраций в карбонатах происходит в оксидной среде [8, 25, 26], что не противоречит геологическим данным изучения гераклитов [12]. Не наблюдается зависимость содержаний U от концентраций V, Rb, Ce, Eu и Hf (рис. 5), но имеется некоторая положительная связь с Zr. Возможно, содержание урана в гераклитах зависит от скорости образования карбонатного материала, так как большинство исследователей считают, что его сорбция происходит из морской воды [8]. Можно предположить, что концентрации U являются индексами скорости роста гераклитов различной морфологии. Соотношение U к Th в гераклитах изменяется от 0.99 до 2.1, что подтверждает кислородную среду формирования карбонатного материала [25].

Таблица 6.

Содержание редкоземельных химических элементов в пробах кислотного остатка  
различных морфологических разновидностей гераклитов (г/т)

|    | ЛВ-238-<br>Б | ЛВ-<br>254 | ЛВ-256 | ЛВ-<br>251 | ЛВ-<br>252 | ЛВ-239 | ЛВ-240 | Кларк |
|----|--------------|------------|--------|------------|------------|--------|--------|-------|
|    | 1            | 2          | 3      | 4          | 5          | 6      | 7      | 8     |
| La | 9,86         | 8,79       | 13,0   | 14,9       | 19,6       | 30,8   | 9,26   | 5,00  |
| Ce | 14,8         | 14,0       | 27,3   | 21,9       | 40,8       | 44,4   | 14,2   | 1,00  |
| Pr | 2,77         | 2,15       | 3,17   | 3,35       | 4,64       | 5,63   | 2,30   | 1,20  |
| Nd | 10,3         | 8,32       | 11,9   | 13,3       | 17,8       | 21,6   | 8,98   | 1,50  |
| Sm | 2,21         | 1,48       | 2,03   | 2,31       | 3,16       | 4,16   | 1,62   | 1,20  |
| Eu | 0,90         | 0,29       | 0,37   | 0,42       | 0,54       | 0,84   | 0,37   | 0,20  |
| Gd | 1,95         | 1,28       | 1,46   | 1,75       | 2,40       | 3,45   | 1,24   | 0,99  |
| Tb | 0,39         | 0,26       | 0,29   | 0,35       | 0,43       | 0,63   | 0,22   | 0,17  |
| Dy | 2,31         | 1,87       | 1,76   | 2,10       | 2,55       | 3,42   | 1,32   | 0,73  |
| Ho | 0,57         | 0,41       | 0,37   | 0,38       | 0,57       | 0,75   | 0,31   | 0,23  |
| Er | 1,40         | 1,28       | 1,15   | 1,59       | 1,58       | 1,92   | 0,87   | 0,47  |
| Tm | 0,25         | 0,24       | 0,183  | 0,187      | 0,25       | 0,30   | 0,151  | 0,23  |
| Yb | 1,77         | 1,77       | 1,49   | 1,72       | 2,07       | 2,36   | 1,21   | 0,35  |
| Lu | 0,23         | 0,23       | 0,194  | 0,23       | 0,28       | 0,29   | 0,152  | 0,17  |

*Примечание и условные обозначения смотреть в таблице 1, 4*

Большинство исследователей относят Ti, V, Cr и Mn к транзитной группе литофильных элементов [18, 27, 28]. Во всех морфологических и цветных разностях гераклитов они характеризуются самими минимальными содержаниями относительно кларка карбонатных пород (табл. 1). Низкие концентрации этих элементов можно объяснить высокими скоростями образования карбонатного вещества в гераклитах при незначительном накоплении терригенного материала (рис. 5). В то же время абсолютные их значения имеют большой разброс в концентрациях, что, возможно, связано с разной формой нахождения элементов в гераклитах и физико-географическими условиями образования.

Концентрации титана в гераклитах изменяются от 42 г/т до 170 г/т, что меньше 0.25 кларка содержания в известняковых породах [18] (таб. 1). Для этого элемента нет зависимости от содержания в гераклитах тяжелых битумов и других микрокомпонентов. По результатам изучения минерального состава в гераклитах, содержание титана в основном связано с нахождением его в микрокристаллах ильменита, рутила, титанита и в виде изоморфной примеси в самородном железе и интерметаллидах [4, 19]. Такое распределение титана в гераклитах подтверждают результаты кислотного остатка (таб. 1, рис. 5). Некоторые исследователи считают, что отношение Ti/Zr указывает на дальность переноса материала [23]. У гераклитов и в пробах кислотного остатка их соотношения изменяются от 14 до 37, что доказывает образование карбонатного материала в местах выходов флюидов. Значения ванадия в гераклитах изменяется от 1.4 до 3.7 г/т, а его концентрации зависят от цвета породы (табл. 1). Соотношения в гераклитах V к Ni изменяются от 0,05 до 0,21, что обычно характерно для тяжелых смолянистых нефтепродуктов, которые содержатся в гераклитах [4]. Дополнительным доказательством связи содержаний V с тяжелыми углеводородами являются результаты изучения кислотного остатка (табл. 4). Имеется слабая связь содержаний ванадия с Ni, Cu, Pb, Zn, но отсутствует с Cr. Отсутствие зависимости между V и Cr является доказательством, что накопление этих элементов в гераклитах не связано с осадочным гипергенезом [23]. Соотношения V и Zr изменяются довольно в узком диапазоне от 0.4 до 0.7, что дополнительно указывает на глубинный характер поступления микроэлементов [29]. Подтверждением оксидной обстановки формирования карбонатного материала гераклитов являются отношения V и Cr, которые изменяются от 0.33 до 0.76. По данным Д. Хоффмана [20], если данный показатель меньше 1, то при образовании гераклитов существовала кислородная среда.

Повышенные концентрации в группе транзитных элементов характерны для хрома. Максимальные его содержания 7.1 г/т приурочены к «угловатым», а минимальные – 2.85 г/т к «шлаковидным» гераклитам (табл. 1). Эти две морфологические разности имеют одинаковую черную окраску. Не смотря на малые концентрации хрома, при изучении минерального состава гераклитов под электронным микроскопом, в образцах были обнаружены нано кристаллы хромита, а также он встречается в виде изоморфных примесей в микрометеоритном веществе, ильмените, пиропе, сложных окислах и интерметаллидах [4]. Возможно, поэтому отмечают довольно высокие его содержания в пробах кислотного остатка



гераклитов (табл.4). Большой разброс концентраций хрома в результатах анализов хорошо объясняется формами его нахождения и импульсным поступлением глубинных флюидов из недр.

Результаты анализов гераклитов и их кислотных остатков характеризуются незначительными концентрациями Mn, чем отличаются от похожих по внешнему виду конкреций (табл. 1, 4) [23]. Отсутствует также связь между содержанием Mn и Li, Ba и P3Э. Эти данные указывают на разные условия образования конкреций и гераклитов [23]. Концентрации Mn в гераклитах различной морфологии зависят от цвета породы и изменяются от 32.9 г/т до 214.0 г/т (табл. 1), что значительно меньше 0.25 кларка карбонатов (таб. 4) [18]. При просмотре образцов гераклитов под биноклем довольно часто можно наблюдать в трещинах налеты гидроокислов железа и марганца, которые связаны с современными процессами поверхностного выветривания. Возможно, они и являются концентратами этого элемента. Необходимо отметить, что отношение Mo к Mn изменяется от 0.0008 до 0.004, что указывает на окисные условия формирования гераклитов в шельфовой зоне [25]. Обычно в мелководной зоне карбонатные породы характеризуются высоким содержанием Mn [23, 30], а низкие концентрации марганца в гераклитах можно объяснить высокими скоростями их роста.

Формирование концентраций халькофильных элементов металлов связано с воздействием глубинных флюидов и разрушением продуктов кислых, основных и ультраосновных магматических тел [25]. В зависимости от типа магматизма, повышенными содержаниями характеризуются связанные с ними группы микроэлементов [28, 31]. В гераклитах элементы халькофильной группы металлов не дают высоких содержаний относительно кларка в карбонатных породах [18], но на их фоне сильно выделяется Bi (рис. 6). Взаимосвязи элементов этой группы имеют более сложный характер, чем при воздействии гидротермальной деятельности кислого или основного магматизма.

В этой группе самые высокие содержания у меди, которые по абсолютным концентрациям изменяются от 3.4 до 8.9 г/т (табл. 2). В большинстве случаев эти аномальные содержания в гераклитах связаны с находками в них самородной меди, природной латуни (CuZn), а также она присутствует в виде изоморфных примесей в силикатах, сложных окислах и интерметаллидах [4, 19]. Значительное количество нановключений самородной меди приурочено к участкам, обогащенным углеродистым веществом [4]. Возможно, поэтому самые высокие концентрации Cu принадлежат черным морфологическим разностям гераклитов. Большинство исследователей считают, что повышенные насыщения меди связаны с основными породами [27, 28]. У нас наблюдается корреляция между Cu и Ni, V, Zn и Sc (рис.6). Менее тесная связь отмечается также с Sn, Be, Pb и Mo. Возможно, это связано с выносами этих элементов из недр углеводородными флюидами.

Для цинка характерны невысокие содержания, от 1.0 до 9.6 г/т, что составляет меньше 0.4 кларка известковых пород (табл. 2). По данным изучения минерального состава на электронном микроскопе в гераклитах обнаружен цинкит (ZnO), самородный цинк, природная латунь (ZnCu), а также изоморфные его примеси в силикатных, сложных окислах и интерметаллидах [4]. Многие ученые

считают, что аномальные концентрации цинка могут быть связаны как с кислыми, так и с основными породами [23, 25]. В гераклитах мы имеем такую же двойственность. Цинк имеет устойчивую корреляционную связь с Cu, Ni, V и Sc, а также с Be, Pb, Sn, Ga и наличием углеродистого вещества в породе (рис. 6).

Аномалии свинца характеризуются низким содержанием во всех морфологических разностях гераклитов, его концентрации находятся в интервале от 1.1 до 4.3 г/т (табл. 2). Возможно, содержание свинца связано с находками в гераклитах массива (PbO), самородного свинца, а также в изоморфных примесях сложных силикатов [4, 19]. Наблюдается положительная корреляционная связь с содержанием Zn, Ni, V, Cu, Be (рис. 6) и тяжелых углеводородов. Возможно, абсорбентами выноса этих микроэлементов в флюидах были тяжелые нефтепродукты.

Висмут относится к химическим элементам, которые связаны с процессами кислого магматизма. В гераклитах из группы халькофильных металлов он характеризуется самым высоким кларковым содержанием от 1.6 до 6.4 (рис. 6). Возможно, его повышенное содержание связано с находками в гераклитах самородного висмута и бисмита ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) [4]. Такие минералы обычно описываются при изучении пегматитовой и грейзеновой минерализации [32]. Кроме этого, содержание Bi имеет положительную корреляцию с Sb, As, Tl и углеродистым материалом (рис. 6). Такой комплекс микроэлементов сопровождает гидротермальную грейзеновую минерализацию [27, 32]. Большинство исследователей считает, что образование самородного висмута происходит в окислительных условиях, что подтверждает ранее приведенные доводы [23, 25].

Неметаллические халькофильные элементы As, Se и Sb характеризуются довольно повышенными концентрациями у большинства морфологических разностей гераклитов (табл. 2). Но высокие содержания этих элементов не характерны для биогенного живого материала и обычно отсутствуют в виде изоморфных примесей в карбонатах. Мышьяк, селен и сурьма, возможно, не образуют в гераклитах минеральных форм. По всей видимости, значительная их часть присутствует в виде комплексных соединений с тяжелыми углеводородами, что подтверждается цветовой окраской гераклитов. В земной коре аномалии As, Se и Sb сопровождаются грейзеновую минерализацию, связанную с кислыми флюидами. Среднее отношение As и Sb в осадочных породах около 6 [24, 33], в гераклитах этот показатель изменяется от 7.2 до 30.

Более контрастные аномалии халькофильных элементов отмечаются в пробах кислотного остатка. По абсолютным значениям содержаний можно выстроить следующий ряд: Zn (259-1497 г/т), Cu (85-427 г/т), As (22-346 г/т), Sb (0.8-33.6 г/т), Pb (15-29 г/т) и Bi (0.17-0.31 г/т) (табл. 5, рис. 9). Концентрации этих химических элементов превышают кларковые значения в карбонатных породах в десять и более раз (рис. 9) [18]. На графике содержаний отмечается хорошая корреляция этих элементов в пробах, что возможно подтверждает единую природу их образования за счёт глубинных флюидов дегазации (рис. 5-10).

Никель и кобальт являются элементами, которые, по мнению многих геохимиков, составляют ядро нашей планеты [27, 28]. В гераклитах они содержатся в

концентрациях значительно выше кларковых содержаний карбонатных пород (табл. 2). Никель в гераклитах содержится от 17.5 г/т до 40 г/т. Разброс содержаний связан с разнообразными формами его нахождения. В гераклитах Ni встречается в виде самородного металла и изоморфных примесей в метеоритном веществе, силикатах и интерметаллидах. Часто в углеродной матрице наблюдаются его наноточки. Такое нахождение никеля в гераклитах подтверждается результатами опробования кислотного остатка (табл.5). Кобальт содержится в основном в виде изоморфной примеси в силикатах и интерметаллидах [4]. В гераклитах места обогащения Ni и Co тяготеют к участкам с повышенным содержанием высокомолекулярного углеродистого вещества. По данным анализов, отношение Ni к Co составляет от 4 до 8, что подтверждает гидротермальную природу их образования [21, 30, 34], за счет глубинных флюидов.

Современные исследования распределения редкоземельных элементов (РЗЭ) довольно часто позволяют реконструировать физико-химическую и тектоническую обстановку накопления и формирования горных пород [23, 29, 42]. В более ранних наших работах, уже высказывалось предположение, что генезис карбонатного вещества гераклитов связан с хемогенным и бактериальным синтезом около зон глубинной дегазации [4, 10]. Эта гипотеза подтверждается распределением и высокими содержаниями в гераклитах РЗЭ, аномальные концентрации которых часто превышают кларковые в карбонатных породах [18]. По абсолютным значениям суммы содержаний РЗЭ в различных морфологических разновидностях гераклитов можно разделить на две группы. Микрометанолиты и «угловатые» гераклиты с разбросом содержаний от 16.3 до 25.9 г/т, а также «полосчатые» и «шлаковидные» с почти равными концентрациями РЗЭ от 9.13 до 9.54 г/т (табл. 3). Выше отмечалось, что для всех морфологических разновидностей гераклитов характерны содержания Ce, Nd и Yd значительно выше кларка [18] (рис. 7). Содержания около кларка или близкие к нему свойственны для концентраций Eu, Dy, Sm, Er, Gb (табл. 3). Значительный разброс содержаний РЗЭ в гераклитах, возможно, связан с нахождением их в составе микровкрапленников некоторых минералов. Это предположение подтверждается данными результатов опробования кислотного остатка, в котором сумма РЗЭ значительно выше и составляет 42,2 -120,6 г/т (табл. 6, рис. 10). По результатам изучения гераклитов под электронным микроскопом, в них были обнаружены нано- и микрокристаллы монацита  $[(La,Ce,Nd)PO_4]$ , рабдофана  $[(La,Ce,Nd)(PO_4) \cdot H_2O]$ , козоита  $[(La,Ce, Nd)(CO_3) \cdot OH]$ , калкинсита  $[(Ce,La)_2(CO_3)_4]$ , кальциоанкилита  $[Ca(La, Ce, Nd)(CO_3)_2 \cdot 8H_2O]$  и сахамалита  $[(Mg, Fe)(Ce, La)_2(CO_3)_4]$  [4, 19].

Косвенными признаками наличия в гераклитах редкоземельных фосфатов являются высокие содержания в них фосфора, что отмечалось в более ранних наших работах и М.Г. Барковской [12, 36]. Возможно, некоторый вклад в содержание РЗЭ вносят изоморфные примеси в минералах циркона, сфена, барита, баритоцелестина и целестина. Кроме этого, значительное участие в формировании концентраций РЗЭ в гераклитах принадлежит тяжелым нефтепродуктам [4, 27, 28]. Разграничить влияние этих факторов на аномальные содержания в настоящий момент невозможно. Высокие содержания в кислотном остатке гераклитов Yb, Dy, Ho и Er

позволяют сделать предположение, что при дальнейших исследованиях гераклитов возможны находки ксенотима или других минералов содержащих тяжёлые РЗЭ.

Во всех морфологических разностях гераклитов наблюдается прямая зависимость содержаний тяжелых редкоземельных элементов ( $\text{HREE}_n$ ) от легких ( $\text{LREE}_n$ ). Отношение суммы  $\text{LREE}_n$  к  $\text{HREE}_n$ , нормированных по кларку в карбонатных породах, находится в интервале от 6.2 до 12.7 (табл. 3), что доказывает влияние на формирование гераклитов флюидов, связанных с кислыми магматическими породами [28]. В то же время высокие аномальные содержания европия ( $\text{Eu}_n/\text{Eu}^*$ ), от 1.2 до 1.9, доказывают глубинность поступления флюида из нижней части земной коры, а, возможно, и из верхней мантии Земли [37, 38]. Такие же аномальные содержания подтверждают ранее полученные данные о невысоких температурах образования карбонатного материала гераклитов [37].

Аномальные содержания церия ( $\text{Ce}_n = 3 \text{ Ce}_n / (2\text{La}_n + \text{Nd}_n)$ ) изменяются от 4.1 до 8.4 и у них отсутствуют корреляционные связи с концентрацией Mn и углеродистого вещества, что является доказательством предположения связи образования гераклитов с гидротермальными процессами, а не осадочными [23]. Во многих научных работах по геохимии считается, что соотношение  $\text{La}_n$  к  $\text{Yb}_n$  является мерой участия в формировании аномальных содержаний продуктов кислых или основных пород [24, 34]. В гераклитах  $\text{La}_n/\text{Yb}_n$  изменяется в довольно узком интервале от 0.34 до 0.77 (таб. 3). Резкие различия этого соотношения характерны для черных и коричневых «шлаковидных» гераклитов. Возможно,  $\text{La}_n/\text{Yb}_n$  подтверждает предположение, что на формирование и состав глубинных флюидов оказывают влияние гранитные породы земной коры [24, 39].

Концентрации Gd, Tb, Dy, Ho, Er и Yb (таб. 3) в некоторых разностях гераклитов позволяют предположить, что формирование флюида сложного состава происходило в мантийных породах [15, 22] и изменялось при транспортировке к поверхности земной коры. Считается, что одним из коэффициентов проницаемости земной коры является соотношение  $\text{Eu}/\text{Sm}$  [24]. Для гераклитов этот параметр изменяется от 0.24 до 0.43, что указывает на среднюю или хорошую проницаемость углеводородных флюидов в зонах региональных разломов Горного Крыма [10].

Дополнительным подтверждением образования гераклитов вблизи тектонических зон у выходов гидротермальных источников служат данные соотношения  $\text{Y}/\text{Ho}$  [40, 41]. Они изменяются от 24 до 36, что является доказательством предположения образования гераклитов в ореолах гидротермальных и газовых флюидов. Значительная роль этих процессов доказывается соотношениями  $\text{Ce}/\text{La}$ , которые изменяются для гидротермальных условий от 1.1 до 1.9 [24, 41].

Результаты геохимических анализов гераклитов, выполненных методом ICP-MS, хорошо сравнимы с данными изучениями современной трубчатой карбонатной постройки больших глубин континентального склона Черного моря [7, 8]. Исследователи, изучающие эти строения, отмечают довольно сложный геохимический состав проб, взятых из разных ее частей. Полученные данные геохимии позволили авторам сделать вывод, что в образовании материалов постройки, как и наших гераклитов, принимали участие глубинные флюиды [8].

Исследования геохимического состава гераклитов и их кислотного остатка подтвердили, что для образования карбонатного материала прокариоты и археи использовали углеводородные флюиды глубинной дегазации. Некоторые различия геохимического состава гераклитов связаны с физико-географическими условиями их образования, импульсным характером и непостоянным составом глубинных флюидов во времени, а также с разными скоростями роста различных морфологических разностей.

### 3. ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА И КИСЛОРОДА В ГЕРАКЛИТАХ

Первые единичные анализы изотопного состава углерода, кислорода и серы из «шлаковидных» гераклитов показали, что они имеют довольно тяжелый состав этих элементов [19]. По содержаниям  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  гераклиты резко отличаются от современных карбонатных строений метанотрофных и метаногенных прокариот Черного и других морей [3, 6]. Как, отмечалось выше, по минеральному составу гераклиты состоят на 85-95% из кальцита, который имеет полигенную природу образования. Значительная его часть образована процессами бактериального синтеза, другая – имеет хемогенный генезис, а также имеются включения детрита ракушечного материала [4, 12]. При подготовке проб к анализам из них легко удалялся биогенный материал ракушки, а первые два вида кальцита разделить в наших условиях было невозможно. Поэтому можно считать, что материалом для анализов являются валовые пробы двух генераций кальцита, пропитанных тяжелыми нефтепродуктами глубинных флюидов и содержащих углеводородное вещество бактериального синтеза. Возможно, с таким сложным составом связаны и некоторые различия содержания  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  в морфологических группах гераклитов (таб. 7).

Анализы «шлаковидных» гераклитов характеризуются следующим изотопным составом  $\delta^{13}\text{C}$  от  $-1.1\text{‰}$  до  $+2.4\text{‰}$  (среднее содержание по четырем анализам  $+0.6\text{‰}$ ), а  $\delta^{18}\text{O}$  от  $+26.2\text{‰}$  до  $+28.6\text{‰}$  (среднее по четырем анализам  $+27.68\text{‰}$ ) (табл. 7). Вмещающие их известняки по результатам двух анализов характеризуются более легким составом  $\delta^{13}\text{C}$  от  $-6.56\text{‰}$  до  $-5.77\text{‰}$  (табл. 7). Кальцит обломков раковин моллюсков, отобранный из «шлаковидных» гераклитов, имеет значения  $\delta^{13}\text{C} = -10.02\text{‰}$  VPDB. Эти данные анализов доказывают, образование вмещающих известняков и раковин бентоса происходило в ореолах метановой дегазации.

Более легким составом и значительным разбросом содержаний характеризуются «слоистые» гераклиты. В них содержание  $\delta^{13}\text{C}$  изменяется от  $-8.4\text{‰}$  до  $-2.99\text{‰}$  (среднее по шести анализам  $-5.93\text{‰}$ ) (табл. 7). Возможно, значительные вариации колебаний связаны с отбором образцов из различных мест и горизонтов различного возраста.

По результатам наших исследований самый легкий изотопный состав у «угловатых» гераклитов. Интервал колебаний содержания  $\delta^{13}\text{C}$  от  $-7.6\text{‰}$  до  $-3.7\text{‰}$  (среднее по пяти анализам  $-6.44\text{‰}$ ), а содержание в карбонате  $\delta^{18}\text{O}$  от  $+24.7\text{‰}$  до  $+25.5\text{‰}$  (среднее по четырем анализам  $+25.17\text{‰}$ ) (табл. 6).

Таблица 7.

Изотопный состав углерода и кислорода из гераклитов, вмещающих пород и фаунистических остатков

| №<br>п/<br>п | Номер<br>образ-<br>ца | Краткая<br>характеристика             | $\delta^{13}\text{C}$<br>‰ | $\delta^{18}\text{O}$<br>‰ | №<br>п/<br>п | Номер<br>образ-<br>ца | Краткая<br>характеристика                         | $\delta^{13}\text{C}$<br>‰ | $\delta^{18}\text{O}$<br>‰ |
|--------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1            | ЛВ-126                | Черный шлаковидный гераклит           | -1.1                       | 26.2                       | 15           | ЛВ-158/3              | Черный угловатый гераклит                         | -6.12                      | Не определялось            |
| 2            | ЛВ-120                | Черный шлаковидный гераклит           | +1.4                       | 27.7                       | 16           | ЛВ-261                | Кремевый микрометанолит                           | -1.55                      |                            |
| 3            | Л-203                 | Черный шлаковидный гераклит с фауной  | +2.4                       | 28.2                       | 17           | ЛВ-261/2              | Коричневый микрометанолит                         | -0.82                      |                            |
| 4            | ЛВ-111                | Коричневый шлаковидный гераклит       | +0.1                       | 28.6                       | 18           | ЛВ-261/3              | Черный микрометанолит                             | +0.99                      |                            |
| 5            | ЛВ-251                | Бело-коричневый «полосчатый» гераклит | -5.4                       | Не определялось            | 19           | ЛВ-238-а              | Кислотный остаток черного шлаковидного гераклита  | -20.4                      |                            |
| 6            | ЛВ-253                | Серовато-белый «полосчатый» гераклит  | -6.0                       |                            | 20           | ЛВ-238-б              | Кислотный остаток черного шлаковидного гераклита  | -18.7                      |                            |
| 7            | ЛВ-264                | Серовато-черный полосчатый гераклит   | -5.9                       |                            | 21           | ЛВ-258                | Кислотный остаток серого шлаковидного гераклита с | -16.4                      |                            |

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МИКРОБИОЛИТОВ МИОЦЕНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
ИЗУЧЕНИЯ ГЕОХИМИИ И ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ГЕРАКЛИТОВ..

|    |        |                                        |      |      |    |        |                                                    |       |  |
|----|--------|----------------------------------------|------|------|----|--------|----------------------------------------------------|-------|--|
|    |        |                                        |      |      |    |        | фауной                                             |       |  |
| 8  | ЛВ-265 | Серовато-белый полосчатый гераклит     | -6.9 |      | 22 | ЛВ-245 | Кислотный остаток черного «угловатого» гераклита   | -26.6 |  |
| 9  | ЛВ-262 | Черный полосчатый гераклит             | -2.9 |      | 23 | ЛВ-240 | Кислотный остаток коричневого угловатого гераклита | -23.6 |  |
| 10 | ЛВ-263 | Серый полосчатый гераклит              | -8.5 |      | 24 | ЛВ-274 | -*-                                                | -22.9 |  |
| 11 | ЛВ-139 | Черный угловатый гераклит              | -3.7 | 25.5 | 25 | ЛВ-112 | Обломки раковин из шлаковидных гераклитов          | -10.0 |  |
| 12 | ЛВ-140 | Серовато-коричневый угловатый гераклит | -7.6 | 24.7 | 26 | ЛВ-270 | Вмещающие известняки с примесью детрита            | -5.77 |  |
| 13 | ЛВ-141 | Коричневый угловатый гераклит          | -6.7 | 25.1 | 27 | ЛВ-271 | Вмещающие мергелистые известняки                   | -6.56 |  |

|    |        |                                       |      |      |    |        |                                   |       |  |
|----|--------|---------------------------------------|------|------|----|--------|-----------------------------------|-------|--|
| 14 | ЛВ-142 | Серовато-кремовый угловатый гераклит. | –6.3 | 25.4 | 28 | ЛВ-270 | Вмещающие серо-зелёные травертины | –8.41 |  |
|----|--------|---------------------------------------|------|------|----|--------|-----------------------------------|-------|--|

Кроме размеров, «микрометанолиты» (рис. 4) не отличаются по внешнему виду от «шлаковидных» гераклитов [17]. Возможно, поэтому микрометанолиты характеризуются довольно близкими к ним значениями содержаний  $\delta^{13}\text{C}$  от  $-1.55\%$  до  $+0.99\%$  (среднее по трем анализам  $-0.47\%$ ) (таб. 7).

Интересные результаты были получены по исследованию углеродистого вещества, которое было выделено после растворения «шлаковидных» и «угловатых» гераклитов в кислоте. Выше отмечалось, что в состав таких проб входят биогенное вещество, созданное прокариотами, и малые добавки тяжелых нефтепродуктов глубинной дегазации [4]. Эти составные части в наших условиях невозможно разделить между собой, поэтому они анализировались совместно. Их объединенный состав из «шлаковидных» гераклитов содержит  $\delta^{13}\text{C}$  от  $-16.5\%$  до  $-20.44\%$  (средний состав из трех анализов  $-18.53\%$ ), а пробы из «угловатых» характеризуются  $\delta^{13}\text{C}$  от  $-23.5\%$  до  $-26.69\%$  (средний состав из трех анализов  $-24.37\%$ ) (табл. 7). Разница состава изотопов углерода средних величин углистого вещества «шлаковидных» и «угловатых» гераклитов сопоставима с их средней карбонатной разностью. Можно предположить, что для построения карбонатных построек метанотрофные и метаногенные микроорганизмы использовали углеводороды тяжелого изотопного состава, а для синтеза органического вещества - легкого. Подобное соотношение характерно для углеродистого биогенного вещества бактериальных матов и современных карбонатных построек на дне морей и океанов [2, 3].

По результатам анализов нами установлено, что гераклиты с более темной окраской независимо от внешней формы, характеризуются более высоким содержанием тяжелых изотопов углерода и кислорода, чем они отличаются от образцов со светлой окраской. Также имеется зависимость: чем выше содержания в гераклитах тяжелого изотопа  $\delta^{13}\text{C}$ , тем они более обогащены тяжелыми изотопами кислорода (табл. 7).

Абсолютная числовая разница средних значений  $\delta^{18}\text{O}$  между «шлаковидными» и «угловатыми» гераклитами значительно ниже таких данных по тяжелым изотопам углерода. Это позволяет высказать гипотезу, что кислород для карбонатных палеопостроек миоцена прокариоты частично добывали из воды гидротермальных растворов, которые сопровождали дегазацию. Для расчета палеотемператур по данным изотопных анализов кислорода авторы использовали формулу Теймс и др (1964)  $[T=14.6-4.4(\delta^{18}\text{O}-A)+0.27(\delta^{18}\text{O}-A)^2]$ , где А – поправка на изотопный состав окружающей среды [42]. С учетом, что вода Паратетиса в миоцене характеризуется  $\delta^{18}\text{O}$  от  $-1\%$  до  $+2\%$  [42], вычисленные температуры вокруг источников образования карбонатов гераклитов находятся в интервале от  $+50^\circ$  до  $+90^\circ\text{C}$ . Высокие температуры указывают, что выходы флюидов палеодегазации



сопровождались «горячими» гидротермальными растворами. Это подтверждают результаты изучения микроминералогического состава и геохимии гераклитов.

Некоторый интервал разброса содержаний изотопного состава углерода и кислорода гераклитов связан с их цветовой окраской, отбором из различных возрастных горизонтов. Более значительные различия в содержании  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  характерны для гераклитов различной морфологии, что связано с образованием их в различных физико-географических условиях среды и импульсным характером поступления продуктов палеодегазации из недр.

## ВЫВОДЫ

Результаты изучения геохимии гераклитов подтвердили, что главным компонентом создания карбонатного вещества являются глубинные флюиды. Они имели сложный многокомпонентный газовый состав, представленный метаном, этаном, пропаном, азотом, углекислым газом, сероводородом [12]. Флюиды сопровождался гидротермальным раствором, несущих с собой тяжелые нефтепродукты. Именно они являлись переносчиками металлов или металлорганических соединений. Часть этих газовых компонентов прокариоты перерабатывали в органическое вещество и карбонат. Энергия построения кристаллических решеток кальцита и арагонита использовалась прокариотами для создания высокоэнергетического органического вещества [4].

Результаты анализов методом ISP MS подтвердили наши представления о сложном минеральном составе, микровключений в гераклитах. Возможно, при дальнейшем их изучении, будут обнаружены новые минералы. Кроме наличия самородных металлов и интерметаллидов, на глубинность образования флюидов указывают высокие содержания некоторых литофильных, халькофильных, сидерофильных и редкоземельных элементов. На всех графиках, содержаний литофильных, халькофильных, сидерофильных и РЗЭ анализов проб гераклитов и кислотного остатка различной морфологии и цвета, отмечается довольно высокая корреляционная зависимость концентраций этих элементов, что связано с единой природой их образования (рис. 5-10). Аномальные содержания европия и церия, а также концентрации Gd, Tb, Dy, Ho, Er и Yb в некоторых разностях гераклитов позволяют согласиться с гипотезой глубиной природы формирования флюидов, которые, вероятно, находилась на границе нижней мантии и ядра Земли [37, 43]. При поднятии через многослойную земную кору, флюиды обогащались микроэлементами, которые присущи породам кислого и основного состава [4].

В субоксидной или аноксидной среде массового выхода метана и сероводорода образование карбоната гераклитов происходило на периферии или внутри клеточного организма прокариот в окислительных условиях, которые создали живые организмы. Существование оксидной среды подтверждают концентрации содержаний U и Bi, а также соотношение химических элементов U/Th, V/Cr и Mo/Mn. Низкие содержания U, Ti, Mn и Zr доказывают значительные скорости роста карбонатного вещества гераклитов, что подтверждается изучением современных построек бухты Ласпи [9]. Характер накопления Mn, U, Th и V

доказывает, что образование гераклитов отличается от генезиса формирования конкреций, с которыми они имеют некоторое сходство. Различия концентраций химических элементов в гераклитах разной морфологии связаны с физическими и химическими условиями их образования в тектонических зонах с активным сейсмическим режимом.

Гераклиты характеризуются довольно тяжёлым изотопным составом. По этим показателям они оказались близки к карбонатным постройкам на магматических породах материкового склона вблизи Ломоносовского подводного массива в Черном море [7], белоснежным строениям Лост-Сити [44], арагонитовым коркам участка «Анин Сад» района активного гидротермального поля Логачев-1 [2] и корочкам карбоната с Центрально-Индийского Хребта [45]. В настоящее время большое внимание уделяется изучению изотопного состава осадочных пород. Часто, только по результатам содержаний в породах  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  делается вывод об их генезисе и происхождении [2, 8, 46]. Хотя данные результатов содержаний  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  иногда достаточно противоречивы и очень редко подтверждаются геологическими факторами [3]. Большинство ученых считают, что основным источником углеводородов являются процессы разложения органического вещества в осадочной части земной коры [2, 6], забывая при этом, что первичный углерод в гидросфере на ранней стадии развития Земли имел абиогенное происхождение. За первые миллиарды лет сообщества прокариот съели этот первичный бульон в водной среде. После этого сообщества простейших начали формировать оазисы жизни около зон региональных разломов, где продолжалось поступление углеводородов из недр. В наши дни многие исследователи считают, что главным источником поступления глубинного углерода являются вулканы и процессы разложения органики. Один из авторов статьи придерживается мнения отдельных исследователей, что более значительное влияние на газовый состав атмосферы и гидросферы оказывают процессы постоянной дегазации Земли [43]. Они имеют значительный временной интервал и приурочены к разломам, которые густой сеткой покрывают поверхность Земли. Выделение газов в этих зонах происходит почти постоянно в виде отдельных струй и диффузионных процессов через осадочную толщу. Количество таких выходов на суше и в океанах не поддаётся подсчету. Только в прибрежной части Болгарии обнаружено 19735 выходов сипов, которые выделяют от 45.1 до 210.6 млн  $\text{м}^3$  метана в год [47]. Выбросы этих газов влияют на состав атмосферы и гидросферы, а также на динамические процессы в них [43].

Гераклиты образованы сообществом микроорганизмов и относятся по этому признаку к карбонатным строениям микробиолитов [14]. Внешнее морфологическое разнообразие гераклитов связано с образованием их живыми организмами в различных в физико-географических условиях [17]. По внешнему виду и морфологии гераклиты имеют большое внешнее сходство с описанием микрофитолитов протерозоя и кембрия. Дополнительными общими признаками для них являются спаритовая и микритовая структуры, а также наличие многочисленных сферолитовых включений [4, 15, 16]. Эти общие свойства связаны с образованием карбонатного материала и сложного органического вещества

консорциумом простейших. Различие заключается в том, что для образования микрофитоцитов и гераклитов используются разные источники энергии и вещества. Цианобактерии производят себе подобных за счёт энергии Солнца и углекислого газа в условиях не пригодных для жизнедеятельности других организмов. Археи и метанотрофные бактерии перерабатывают продукты дегазации недр и создают вокруг себя оазисы жизни. Формирование микрофитоцитов происходит в неглубоких водоёмах с хорошим освещением [15, 16], а гераклиты образуются в линейных зонах региональных разломов с активным геодинамическим режимом [10, 12]. Возможно, в будущем при детальном изучении геологического строения некоторых толщ с включениями микрофитоцитов будет установлена их связь с зонами углеводородной палеодегазации и пересмотрен генезис их образования.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования геохимического и изотопного состава гераклитов подтвердили предположение глубинной природе углеводородных флюидов миоцена, которые археи и бактерии использовали для создания органического вещества и карбонатного материала [4, 9]. Тяжелый изотопный состав  $\delta^{13}\text{C}$  предполагает абиогенную природу углеводородов, что подтверждает вышесказанное. Колебания содержания  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  в гераклитах связано с фактором среды, условиями образования и непостоянством состава флюидов. Образование гераклитов, по данным «кислородного термометра», предположительно происходило в интервале от  $+50^\circ$  до  $+90^\circ\text{C}$ , что не противоречит результатами геохимии. Данные содержаний  $\delta^{13}\text{C}$  во вмещающих известняках и ракушечном материале позволяют высказать предположение, что их формирование происходило в восстановительной среде метана, сероводорода и аммиака с участием метанотрофных и метаногенных прокариот и архей. Окислительные условия, которые подтверждаются соотношениями U/Th, V/Cr и Mo/Mn, прокариоты локально создавали внутри или вблизи клеточного организма. Невысокие содержания U, Ti, Mn и Zr связаны с высокими скоростями роста карбонатных построек и скоростью осадконакопления в миоцене, что подтверждается изучением современных построек бухты Ласпи [9]. Накопление Mn, U, Th, V и РЗЭ указывает, что генезис гераклитов значительно отличается от условий образования конкреций.

Гераклиты имеют широкое географическое распространение в пространстве и во времени, встречаясь в отложениях от юрской до неогеновой эпох, от западного побережья Крыма до Болгарии. В Юго-западном Крыму они являются геологическим памятником углеводородной палеодегазации миоцена, которая связана с неотектоническим этапом поднятия Горного Крыма. Наличие в гераклитах метана, этана, пропана, и нефтепродуктов позволяет сделать предположение о перспективах находок месторождений нефти и газа в Севастопольском регионе и прилегающей акватории Черного моря.

*Авторы выражают благодарность за помощь в проведении геохимических анализов и исследований изотопного состава гераклитов член-корр. РАН В.В.*

*Масленникову (Институт минералогии УрО РАН, г.Миасс) и д.г.-м.н. В.В. Мурзину (ИГГ УрО РАН, 620016, г. Екатеринбург).*

### Список литературы

1. Астахова Н. В., Сорочинская А. В. Баритовая и карбонатная минерализация в осадках впадины Дерюгина Охотского моря // *Океанология*. 2001. № 41 (3). С. 447–455.
2. Леин А. Ю. Аутигенное карбонатообразование в океане // *Литология и полезные ископаемые*. 2004. № 1. С. 3–34.
3. Шнюков Е. Ф., Коболев В. П., Пасынков А. А. Газовый вулканизм Черного моря. Киев: Логос, 2013. 283 с.
4. Лысенко В. И. Цельмович В. А. Результаты изучения минералогии материала бактериальных палеопостроек миоцена из зон глубинной палеодегазации (Юго-западный Крым) // *Электронное научное издание «Альманах Пространство и Время»*. 2017. Вып. 1. Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprov\_t\_e-ast12-2.2016.11.
5. Геворкян В. Х., Бураков В. И., Исагулова Ю. К., Иванов М. К., Конюхов А. И., Кульницкий Л. М. Газовые постройки на дне северо-западной части Черного моря // *Докл. АН УССР*. 1991. № 4. С. 80–85.
6. Леин А.Ю. Потоки метана из холодных метановых сипов Черного и Норвежского морей: количественные оценки // *Геохимия*. 2005. № 4. С. 138–159.
7. Шнюков Е.Ф., Щербаков Е.Е., Шнюкова Е.Е. Палеоостровная дуга севера Черного моря. Киев: Чернобыльинформ, 1997. 287 с.
8. Novikova S. A., Shnyukov Y. F., Sokol E. V., Kozmenko O. A., Semenova D. V., Kutny V. A. A methane-derived carbonate build-up at a cold seep on the Crimean slope, north-western Black Sea // *Marine Geology*. 2015. № 363. pp 160–173.
9. Лысенко В. И., Шик Н. В. Состав флюидов современной дегазации и процессы карбонатной цементации в пляжной зоне бухты Ласпи (Южный берег Крыма) // *Бюл. МОИП. Отд. Геол.* 2015. Т. 90. Вып. 1. С. 81–89.
10. Лысенко В.И. Перспективы поиска месторождений нефти и газа в Юго-Западном Крыму по результатам изучения палеодегазации неогена и геологии региона // *Пространство и Время*. 2014. № 2(16). С. 234–244
11. Лысенко Н.И., Лысенко В.И. Необычный камень – «гераклит» и проблемы дегазации метана в миоцене Крыма // *Сб. докл. III Междунар. Конф. «Крым-2001»: Геодинамика и нефтегазоносные системы Черноморско-Каспийского региона*. Симферополь: Ялта. 2001. С. 76–82.
12. Лысенко В.И. Гераклиты – свидетели глубинной палеодегазации в Юго-восточной части Паратетиса (Юго-западный Крым) // *Геологический журнал*. 2013. № 1. С. 29–37.
13. Кузнецов В. Г. Литология микробиолитов // *Вестник РАН*. 2015. № 85 (12). С. 1092–1102.
14. Burne R. V., Moore L. S. Mikrobiolites: Organosedimentary Deposits of Benthic Microbial Communities // *Palaos*. 1987. № 3. pp. 241–254
15. Крылов И. Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 243 с.
16. Маслов В. П. Строматолиты. М.: Наука, 1960. 188 с.
17. Лысенко В. И., Михайличенко Т. В. Шик Н. В. Морфологические особенности и литогенез биолитов прокариот миоцена зон глубинной палеодегазации (Юго-западный Крым) // *Металлогения древних и современных океанов-2017. Дифференциация и причины разнообразия рудных месторождений*. Миасс: ООО «ФОРТ-ДИАЛОГ-Исеть», 2017. С. 241–245.
18. Интерпретация геохимических данных. Том 1 / под ред. Е. В. Складорова. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.
19. Лукин А. Е., Лысенко В. И., Лысенко Н. И., Наумко И. В. О происхождении гераклитов // *Геолог Украины*. 2006. № 3. С. 23–39.
20. Кронен Д. Подводные минеральные месторождения. М.: Мир, 1982. 392 с.
21. Юдович Я. Э. Пай-Хойский геохимический феномен: Дыхание мантии // *Вестник Коми НЦ УрО РАН*. 1982. № 4. С. 8–13.
22. Блох А. М. Особенности наложенного рудогенеза цветных и редких металлов в микропористых

- толщах стратифицированных пород складчатых и активизированных областей // Тез. докл. I Всесоюз. конф. «Условия образования и закономерности размещения стратиформных месторождений цветных, редких и благородных металлов». Фрунзе: ФПИ. 1985. С. 54–56.
23. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). Сыктывкар: Геопринт, 2011. 742 с
24. Шатров В. А., Сиротин В. И., Войцеховский Г. В., Белявцева Е. Е. Воздействие флюидных процессов на микроэлементный состав осадочных пород Лосевской шовной зоны // Материалы междунар. геол. конф.: Изменяющаяся геологическая среда: пространственные временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Том 2. Казань: КГУ. С. 129–133.
25. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
26. Летникова Е. Ф. Геохимическая специфика карбонатных отложений различных геодинамических обстановок северо-восточного сегмента Палеоазиатского океана // Литосфера. 2005. № 1. С. 70–81.
27. Виноградов А. П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. 1962. № 7. С. 555–571.
28. Гольдшмидт В. М. Сборник статей по геохимии редких элементов. М.: ГОНТИ, 1938. С. 244 с.
29. Готтих Р. П., Винокуров С. Ф., Писоцкий Б. И. Редкоземельные элементы как геохимический критерий эндогенных источников микроэлементов в нефти // ДАН. 2009. № 425 (2). С. 1–5.
30. Волкова Т. В., Митропольский А. Ю. Геохимическая характеристика аутигенных сульфидов железа Черного и Каспийского морей // Геологический журнал. 1985. № 5. С. 116–124.
31. Кузнецов Ю. А. Генетическое и поисковое значение типоморфных особенностей стратифицированной сульфидной минерализации в Донбассе // Тез. докл. I Всесоюз. конф. «Условия образования и закономерности размещения стратиформных месторождений цветных, редких и благородных металлов». Фрунзе: ФПИ, 1985. С. 101–102.
32. Минцер Э. Ф., Прокопчук В. П. Висмут в изверженных породах // Геохимия. 1987. № 3. С. 350–353.
33. Boyle R. W., Jonasson X. R. The geochemistry of antimony and its use as an indicator element in geochemical prospecting // J. of Geochemical Exploration. 1984. № 20. pp. 223–302.
34. Мизенс Г. А., Степанова Т. И., Кучева Н. А., Сапурин С. А. Геохимические особенности известняков и условия осадконакопления на изолированной карбонатной платформе в позднем девоне и начале карбона на восточной окраине Урала // Литосфера. 2014. № 6. С. 53–76.
35. Винокуров С. Ф., Готтих Р. П., Писоцкий Б. И. Комплексный анализ распределения лантаноидов в асфальтенах, водах и породах для выяснения условий образования нефтяных месторождений // ДАН. 2000. № 370 (1). С. 83–86.
36. Барковская М. Г. К проблеме неогенового вулканизма в Крыму и Северном Причерноморье // Литология и полезные ископаемые. 1970. № 6. С. 132–137.
37. Летников Ф. А., Заечковский Н. А., Летникова А. Ф. К вопросу о геохимической специализации глубинных высокоуглеродистых систем // ДАН. 2010. № 433(3). С. 374–377.
38. Тейлор С. Р., Мак-Леннан С. М. Континентальная кора, ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. 379 с.
39. Ронов А. Б., Балашов Ю. А., Мигдисов А. А. Геохимия редкоземельных элементов в осадочном цикле // Геохимия. 1967. № 1. С. 3–19.
40. Занин Ю. Н., Замирайлова А. Г., Эдер А. Г., Красавчиков В. О. Редкоземельные элементы в баженовской свите Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера. 2011. № 6. С. 38–54.
41. Bau M. Controls of the fractionation of isovalent trace elements in magmatic and aqueous systems: evidence from Y/Ho, Zr/Hf and lanthanide tetrad effect // Contributions to Mineralogy and Petrology. 1996. no. 123, pp. 323–333.
42. Тейс Р. В., Найдин Д. П. Палеотермометрия и изотопный состав кислорода органических карбонатов. М.: Наука, 1973. 254 с.
43. Сывороткин В. Л. Дегазация Земли и разрушение озонового слоя // Природа. 1993. № 9. С. 35–45.
44. Proskurowski G., Lilley M. D., Seewald J. S., Früh-Green G. L., Olson E. J., Lupton J. E., Sylva S. P., Kelley D. S. Abiogenic hydrocarbon production at Lost City hydrothermal field // Science. 2008. № 319. pp. 604–607.
45. Takai K., Nakamura K., Toki T., Tsunogai U., Miyazaki M., Miyazaki J., Hirayama H., Nakagawa S.,

Nunoura T., Horikoshi K. Cell proliferation at 122°C and isotopically heavy CH<sub>4</sub> production by a hyperthermophilic methanogen under high-pressure cultivation // PNAS. 2008. № 105 (31). pp. 10949–10954.

46. Балашов Ю. А. Геохимия редкоземельных элементов. М.: Наука, 1976. 268 с.

47. Dimitrov L. Contribution to atmospheric methane by natural gas seepages on the Bulgarian continental shelf // Continental Shelf Researches. 2002. № 22. pp. 2429–2442.

## **CONDITIONS FOR THE FORMATION OF MICROBIOLITES OF MIOCEN ON THE RESULTS OF STUDYING GEOCHEMISTRY AND ISOTOPIC COMPOSITION OF HERACLITES**

*Lysenko V.I., Sadykov S.A., Azovskova O.B., Mikhailichenko T.V.*

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, the branch in Sevastopol, e-mail: [niagara\\_sev@mail.ru](mailto:niagara_sev@mail.ru)

<sup>2</sup>Institute of Mineralogy, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, e-mail: [sadykov@mineralogy.ru](mailto:sadykov@mineralogy.ru)

<sup>3</sup>IGG Urals Branch of RAS 620016, Ekaterinburg, Akad. Vonsovskogo str., 15, e-mail: [oazovskova@yandex.ru](mailto:oazovskova@yandex.ru)

<sup>4</sup>Federal State Budget Scientific Institution "Marine Hydrophysical Institute of RAS", e-mail: [mhi.tamara@yandex.ru](mailto:mhi.tamara@yandex.ru)

The article presents new data on morphology, geochemistry and isotopic composition of heraclites that are specific degradation products of destruction of the carbonate paleostructures of prokaryotes near the zones of degassing of Miocene age. According to the lithological features and morphology of fragments, the following varieties of heraclites are distinguished: "slag-like", "banded", "angular" and "slabs of carburizing". Their formation occurred near the bubble outcrops of the Paleosypes. Heraclites of aleuritic and psammite dimensions are called "micrometanolites". Their formation is supposed to have occurred in the upper part of the sedimentary strata under conditions of increased methane concentrations near the jet exits. Heraclites look like microphytoliths, but differ from them in terms of formation. The community of prokaryotes and archaeas for methane processing contributed to the formation of carbonate structures and oases of life around the zones of deep hydrocarbon degassing, and cyanobacteria used solar energy.

The geochemical characteristics of different color and morphology of heraclites were studied by the ICP MS technique with the standard method in the IGG laboratory of the UrB RAS, Ekaterinburg. Studies of isotope compositions of carbon and oxygen were carried out at the Institute of Mineralogy, UrB RAS, Miass, using the mass-spectrometric method (IRMS) of the Deltaplus Advantage instrument.

The high content of lithophilic, chalcophilic, siderophilic and REE elements indicates that the paleofluids are formed in the depths of the earth. In their reducing medium, the formation of carbonate of heraclites was occurring near or inside the cellular organism of prokaryotes under oxidative conditions which were created by living organisms. The existence of an oxide medium is confirmed by the concentrations of U and Bi, as well as the ratio of the chemical elements U / Th, V / Cr and Mo / Mn. The low contents of U, Ti, Mn and Zr prove the significant growth rates of the carbonate substance of heraclites.

The nature of accumulation of Mn, U, Th and V proves that its formation differs from the genesis of nodule formation. The heavy isotope composition of  $\delta^{13}\text{C}$  carbonates allows us

to agree with the hypothesis of the abiogenic nature of degassing hydrocarbons. Data of content of carbon isotope in limestone and shell material indicates that its formation occurred in atmosphere of methane involving methanotrophic and methanogenic prokaryotes.

Minor differences in the concentration of chemical elements and isotopic composition in the heraclites of different morphologies are connected with the physico-geographical and chemical conditions of their formation in fault zones which have an active tectonic regime.

**Key words:** *microbiolites, micrometanolites, heraclites, methanotrophic and methanogenic prokaryotes, archaea, morphology, hydrocarbons, geochemistry, chalcophile, siderophilic and rare earth elements, fluids, deep degassing, isotope composition of carbon and oxygen.*

### Reference

1. Astahova N. V., Sorochinskaja A. V. Baritovaja i karbonatnaja mineralizacija v osadkah vpadiny Derjugina Ohotskogo morja (Barite and carbonate mineralization in the sediments of the basin of the Okhotsk sea) // Okeanologija, 2001, no 41(3), pp. 447–455. (in Russian).
2. Lein A. Ju. Autigennoe karbonatobrazovanie v okeane (Authigenic ocean-sourced carbonate production in the ocean) // Litologija i poleznye iskopaemye, 2004, no 1, pp. 3–34. (in Russian).
3. Shnjukov E. F., Kobolev V. P., Pasynkov A. A. Gazovyj vulkanizm Chernogo morja (Gas volcanism of the Black sea). Kiev: Logos (Publ.), 2013, 283 p. (in Russian).
4. Lysenko V. I. Cel'movich V. A. Rezul'taty izuchenija mineralogii materiala bakterial'nyh paleopostroek miocena iz zon glubinnoj paleodegazacii (Jugo-zapadnyj Krym) (Results of a study of the Mineralogy of the material of bacterial paleobotanic Miocene of the zones of the deep paleological (South-Western Crimea)) // Elektronnoe nauchnoe izdanie «Al'manah Prostranstvo i Vremja». 2017. Vyp. 1. URL: 2227-9490e-aprov\_r\_e-ast12-2.2016.11. (in Russian).
5. Gevork'jan V. H., Burakov V. I., Isagulova Ju. K., Ivanov M. K., Konjuhov A. I., Kul'nickij L. M. Gazovydejajushhie postrojki na dne severo-zapadnoj chasti Chernogo morja (Gas move buildings at the bottom of the North-Western part of the Black sea) // Dokl. AN USSR, 1991, no 4, pp. 80–85. (in Russian).
6. Lein A. Ju. Potoki metana iz holodnyh metanovyh sipov Chernogo i Norvezhskogo morej: kolichestvennye ocenki (Flow of methane from cold methane seeps in the Black and Norwegian seas: quantitative evaluation) // Geohimija, 2005, no 4, pp. 138–159. (in Russian).
7. Shnjukov E. F., Shherbakov E. E., Shnjukova E. E. Paleooostrov'naja duga severa Chernogo morja (Paleo-island arc of the north of the Black Sea). Kiev: Chernobyl'inform (Publ.), 1997, 287 p. (in Russian).
8. Novikova S. A., Shnyukov Y. F., Sokol E. V., Kozmenko O. A., Semenova D. V., Kutny V. A. A methane-derived carbonate build-up at a cold seep on the Crimean slope, north-western Black Sea // Marine Geology, 2015, no 363, pp 160–173. (in English).
9. Lysenko V. I., Shik N. V. Sostav fljuidov sovremennoj degazacii i processy karbonatnoj cementacii v pljazhnoj zone buhty Laspi (Juzhnyj bereg Kryma) (Composition of modern degassing fluids and carbonate cementation processes in the beach area of Laspi Bay (Southern Coast of Crimea)) // Bjul. MOIP. Otd. Geol., 2015, tom 90, vol. 1, pp. 81–89. (in Russian).
10. Lysenko V. I. Perspektivy poiska mestorozhdenij nefi i gaza v Jugo-Zapadnom Krymu po rezul'tatam izuchenija paleodegazacii neogena i geologii regiona (Prospects for the search for oil and gas deposits in the South-Western Crimea based on the results of a study of the Neodean paleodegassing and the geology of the region) // Prostranstvo i Vremja, 2014, no 2 (16), pp. 234–244. (in Russian).
11. Lysenko N. I., Lysenko V. I. Neobychnyj kamen' – «geraklit» i problemy degazacii metana v miocene Kryma (An unusual stone – «Heraclitus» and the problems of methane degassing in the Miocene of Crimea) // Sb. dokl. III Mezhdunar. Konf. «Krym-2001»: Geodinamika i neftegazonosnye sistemy

- Chernomorsko-Kaspijskogo regiona. Simferopol: Jalta (Publ.), 2001, pp. 76–82. (in Russian).
12. Lysenko V. I. Geraklity – svideteli glubinnoj paleodegazacii v Yugo-vostochnoj chasti Paratetisa (Yugo-zapadnyj Krym) (Heraclitus - witnesses of deep paleodegazation in the South-Eastern part of Paratethys (South-Western Crimea)) // *Geologicheskij zhurnal*, 2013, no 1, pp. 29–37. (in Russian).
  13. Kuznecov V. G. Litologija mikrobiolitov (Bulletin of the Russian Academy of Sciences) // *Vestnik RAN*, 2015, no 85(12), pp.1092–1102. (in Russian).
  14. Burne R.V., Moore L.S. Mikrobiolites: Organosedimentary Deposits of Bentic Microbial Communities // *Palaos*, 1987, no 3, pp. 241–254. (in English).
  15. Krylov I. N. Stromatolity rifeja i fanerozoja SSSR (Stromatolites of the Riphean and Phanerozoic USSR). Moscow: Nauka (Publ.), 1975, 243 p. (in Russian).
  16. Maslov V. P. Stromatolity (Stromatolites). Moscow: Nauka (Publ.), 1960, 188 p. (in Russian).
  17. Lysenko V. I., Mihalichenko T. V. Shik N. V. Morfologicheskie osobennosti i litogenez biolitov prokariot miocena zon glubinnoj paleodegazacii (Jugo-zapadnyj Krym) (Morphological features and lithogenesis of the bioliths of the Miocene prokaryotes of the zones of deep paleodegazation (South-Western Crimea)) // *Metallogeniya drevnih i sovremennyh okeanov-2017. Differenciacija i prichiny raznoobrazija rudnyh mestorozhdenij*. Miass: OOO «FORT-DIALOG-Iset'» (Publ.), 2017. pp. 241–245. (in Russian).
  18. Interpretacija geohimicheskikh dannyh Vol. 1 (Interpretation of geochemical data. Volume 1). / pod red. E. V. Skljaroza. Moscow: Intermet Inzhiniring (Publ.), 2001, 288 p. (in Russian).
  19. Lukin A. E., Lysenko V. I., Lysenko N. I., Naumko I. V. O proishozhdenii geraklitov (On the origin of Heraclites) // *Geolog Ukrainy*, 2006, no 3, pp. 23–39. (in Russian).
  20. Kronen D. Podvodnye mineral'nye mestorozhdenija (Underwater mineral deposits). Moscow: Mir (Publ.), 1982, 392 p. (in Russian).
  21. Judovich Ja. Je. Paj-Hojskij geohimicheskij fenomen: Dyhanie mantii (Pay-Khoysky geochemical phenomenon: Breath of the mantle) // *Vestnik Komi NC UrO RAN*, 1982, no 4, pp. 8–13. (in Russian).
  22. Bloh A. M. Osobennosti nalozhennogo rudogeneza cvetnyh i redkih metallov v mikroporistyh tolshhah stratificirovannyh porod skladchatyh i aktivizirovannyh oblastej (Features of the imposed ore genesis of non-ferrous and rare metals in microporous strata of stratified rocks of folded and activated areas) // *Tez. dokl. I Vsesojuzn. konf. «Uslovia obrazovaniya i zakonomernosti razmeshheniya stratiformnyh mestorozhdenij cvetnyh, redkih i blagorodnyh metallov»*. Frunze: FPI (Publ.), 1985, pp. 54–56. (in Russian).
  23. Judovich Ja. Je., Ketris M. P. Geohimicheskie indikatory litogeneza (litologicheskaja geohimija) (). (Geochemical indicators of lithogenesis (lithological geochemistry)). Syktyvkar: Geoprint (Publ.), 2011, 742 p. (in Russian).
  24. Shatrov V. A., Sirotin V. I., Vojcehovskij G. V., Beljavceva E. E. Vozdejstvie fljuidnyh processov na mikrojelementnyj sostav osadochnyh porod Losevskoj shovnoj zony (Impact of fluid processes on the microelement composition of sedimentary rocks of the Losevskaya suture zone) // *Materialy mezhdunar. geol. konf.: Izmenjajushhasja geologicheskaja sreda: prostranstvennye vremennye vzaimodejstviya jendogennyh i jekzogennyh processov*. Tom 2. Kazan': KGU (Publ.), pp. 129–133. (in Russian).
  25. Judovich Ja. Je., Ketpic M. P. Osnovy litohimii (Fundamentals of lithochemistry). Saint-Petersburg: Nauka (Publ.), 2000. 479 p. (in Russian).
  26. Letnikova E. F. Geohimicheskaja specifika karbonatnyh otlozhenij razlichnyh geodinamicheskikh obstanovok severo-vostochnogo segmenta Paleoaziatskogo okeana (Geochemical specificity of carbonate deposits of various geodynamic settings of the northeastern segment of the Paleo-Asian Ocean) // *Litosfera*, 2005, no 1, pp. 70–81. (in Russian).
  27. Vinogradov A. P. Srednie sodержaniya himicheskikh jelementov v glavnyh tipah izverzhennyh gornyh porod zemnoj kory (The average content of chemical elements in the main types of igneous rocks of the earth's crust) // *Geohimija*, 1962, no 7, pp. 555–571. (in Russian).
  28. Gol'dshmidt V. M. Sbornik statej po geohimii redkih jelementov (Collected papers on the geochemistry of rare elements). Moscow: GONTI (Publ.), 1938, 244 p. (in Russian).
  29. Gottih R. P., Vinokurov S. F., Pisockij B. I. Redkozemel'nye jelementy kak geohimicheskij kriterij jendogennyh istochnikov mikrojelementov v nefiti (Rare Earth Elements as a Geochemical Criterion for Endogenous Sources of Microelements in Oil) // *DAN*, 2009, no 425 (2), pp. 1–5. (in Russian).
  30. Volkova T. V., Mitropol'skij A. Ju. Geohimicheskaja harakteristika autigennyh sul'fidov zheleza



- Chernogo i Kaspijskogo morej (Geochemical Characteristic of Authigenic Iron Sulphides of the Black and Caspian Seas) // *Geologicheskij zhurnal*, 1985, no 5, pp.116–124. (in Russian).
31. Kuznecov Ju. A. Geneticheskoe i poiskovoe znachenie tipomorfnyh osobennostej stratificirovannoj sul'fidnoj mineralizacii v Donbasse (Genetic and Searching Value of Typomorphic Features of Stratified Sulfide Mineralization in Donbass) // *Tez. dokl. I Vsesojuzn. konf. «Uslovia obrazovanja i zakonomernosti razmeshhenija stratiformnyh mestorozhdenij cvetnyh, redkih i blagorodnyh metallov»*. Frunze: FPI (Publ.), 1985, pp. 101–102. (in Russian).
  32. Mincer Je. F., Prokopchuk V. P. Vismut v izverzhennyh porodah (Wismut in igneous rocks) // *Geohimija*, 1987, no 3, pp. 350–353. (in Russian).
  33. Boyle R. W., Jonasson X. R. The geochemistry of antimony and its use as an indicator element in geochemical prospecting // *J. of Geochemical Exploration*, 1984, no. 20, pp. 223–302. (in English).
  34. Mizens G. A., Stepanova T. I., Kucheva N. A., Sapurin S. A. Geohimicheskie osobennosti izvestnjakov i uslovia osadkonakoplenija na izolirovannoj karbonatnoj platforme v pozdnem devone i nachale karbona na vostochnoj okraine Urala (Geochemical features of limestone and sedimentation conditions on an isolated carbonate platform in the late Devonian and early Carboniferous on the eastern margin of the Urals) // *Litosfera*, 2014, no 6, pp. 53–76. (in Russian).
  35. Vinokurov S. F., Gottih R. P., Pisockij B. I. Kompleksnyj analiz raspredelenija lantanoidov v asfal'tenah, vodah i porodah dlja vyjasnenija uslovij obrazovanja neftjanyh mestorozhdenij (Complex analysis of the distribution of lanthanides in asphaltenes, waters and rocks to determine the conditions for the formation of oil fields) // *DAN*, 2000, no 370 (1), pp. 83–86. (in Russian).
  36. Barkovskaja M. G. K probleme neogenovogo vulkanizma v Krymu i Severnom Prichernomor'e () // *Litologija i poleznye iskopaemye*, 1970, no 6, pp. 132–137. (in Russian).
  37. Letnikov F. A., Zaechkovskij N. A., Letnikova A. F. K voprosu o geohimicheskoi specializacii glubinyh vysokouglerodistyh sistem (To the problem of Neogene volcanism in the Crimea and the Northern Black Sea region) // *DAN*, 2010, no 433(3), pp. 374–377. (in Russian).
  38. Tejlor S. R., Mak-Lennan S. M. Kontinental'naja kora, ee sostav i jevoljucija (Continental crust, its composition and evolution). Moscow: Mir (Publ.), 1988, 379 p. (in Russian).
  39. Ronov A. B., Balashov Ju. A., Migdisov A. A. Geohimija redkozemel'nyh jelementov v osadochnom cikle (Geochemistry of rare-earth elements in a sedimentary cycle) // *Geohimija*, 1967, no 1, pp. 3–19. (in Russian).
  40. Zanin Ju. N., Zamirajlova A. G., Jeder A. G., Krasavchikov V. O. Redkozemel'nye jelementy v bazhenovskoj svite Zapadno-Sibirskogo osadochnogo bassejna (Rare Earth Elements in the Bazhenov Formation of the West Siberian Sedimentary Basin) // *Litosfera*, 2011, no 6, pp. 38–54. (in Russian).
  41. Bau M. Controls of the fractionation of isovalent trace elements in magmatic and aqueous systems: evidence from Y/Ho, Zr/Hf and lanthanide tetrad effect // *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1996, no. 123, pp. 323–333. (in English).
  42. Tejs R. V., Najdin D. P. Paleotermometrija i izotopnyj sostav kisloroda organogennyh karbonatov (Paleothermometry and oxygen isotopic composition of organogenic carbonates). Moscow: Nauka (Publ.), 1973, 254 p. (in Russian).
  43. Syvorotkin V. L. Degazacija Zemli i razrushenie ozonovogo sloja (Degassing of the Earth and the destruction of the ozone layer) // *Priroda*, 1993, no 9, pp. 35–45. (in Russian).
  44. Proskurowski G., Lilley M. D., Seewald J. S., Früh-Green G. L., Olson E. J., Lupton J. E., Sylva S. P., Kelley D. S. Abiogenic hydrocarbon production at Lost City hydrothermal field // *Science*, 2008, no. 319, pp. 604–607. (in English).
  45. Takai K., Nakamura K., Toki T., Tsunogai U., Miyazaki M., Miyazaki J., Hirayama H., Nakagawa S., Nunoura T., Horikoshi K. Cell proliferation at 122°C and isotopically heavy CH<sub>4</sub> production by a hyperthermophilic methanogen under high-pressure cultivation // *PNAS*, 2008, no 105 (31), pp. 10949–10954. (in English).
  46. Balashov IY. A. Geohimija redkozemel'nyh ehlementov (Geochemistry of rare-earth elements). Moscow: Nayka (Publ.), 1976. 268 p. (in Russian).
  47. Dimitrov L. Contribution to atmospheric methane by natural gas seepages on the Bulgarian continental shelf // *Continental Shelf Researches*, 2002, no 22, pp. 2429–2442. (in English).

## РАЗДЕЛ 5. ГИДРОЛОГИЯ, ОКЕАНОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

УДК 556.06

### КЛИМАТИЧЕСКИЙ ОТКЛИК МИНИМАЛЬНОГО ЛЕТНЕ-ОСЕННЕГО СТОКА РЕК СЕВЕРНОГО ПРИОХОТОМОРЬЯ

*Ушаков М. В.*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, Россия*

*E-mail: mvilorich@narod.ru*

В работе ставилась цель, оценить климатические изменения минимального суточного стока рек Северного Приохотоморья за летне-осенний период. Наименьшие расходы воды за период открытого русла могут наблюдаться в любой летний месяц, преимущественно во второй половине лета. В этот период питание рек осуществляется, главным образом за счет ресурсов водоносного сезонно-талого слоя и таликов. Сравнение среднееголетних значений модуля минимального суточного расхода воды, рассчитанных до 1980 г., и за период 1981-2016 гг. показало, что сток увеличился на 8-53 %. Увеличение минимального стока рек в первую очередь обусловлено ростом атмосферных осадков. Так сумма осадков за третий квартал за последние десятилетия увеличилась на 21 %. В связи с потеплением климата увеличиваются мощность сезонно-талого слоя и размеры таликов, а это приводит к повышению подземного стока рек. На примере наиболее изученной реки, показано, что можно рассчитывать, какая будет норма минимального суточного стока за летне-осенний период при различных сценариях повышения среднегодовой температуры воздуха.

**Ключевые слова:** глобальное потепление, модуль расхода воды, минимальный сток, скользящее среднее

### ВВЕДЕНИЕ

На планете идет процесс глобального потепления климата [1], в том числе и в России [2, 3, 4, 5]. В течении XXI века температура воздуха продолжит повышаться, наибольшего потепления следует ожидать в Сибири и в арктических и субарктических районах России [6]. Климатические изменения вызывают изменения гидрологического режима морей и рек [7, 8, 9, 10, 11].

Важное место в гидрологическом режиме рек занимает минимальный сток. Он имеет не только водохозяйственное значение, но и экологическое. Реки Северного Приохотоморья используются для рыболовства, искусственного разведения лососевых рыб и коммунального хозяйства. На условия нереста лососевых рыб существенно влияет режим стока рек. В работе ставится цель, дать количественную оценку климатическим изменениям минимального суточного стока рек Северного Приохотоморья за летне-осенний период. Северное Приохотоморье – территория бассейнов рек Охотского моря в пределах Магаданской области. В работах [12, 13] было показано, что благодаря климатическим изменениям в бассейне р. Колымы,

который граничит с исследуемым районом, существенно увеличился речной сток в мае, августе и сентябре.

Для рассматриваемой территории характерен холодный климат [14], прерывистое и островное распространение многолетней мерзлоты [15]. Лесной ландшафт на горных хребтах и нагорьях сменяется тундрой, каменистыми пустынями [16]. Средняя годовая температура воздуха ниже нуля ( $-2,5 \div -7,2^{\circ}\text{C}$ ) [17]. Наиболее холодным является январь, самым теплым – июль. Осадки в течение всего года определяются циклонической деятельностью, внутримассовые осадки, обусловленные сильным прогревом, вносят незначительный вклад в годовую сумму.

Режим стока рек отличается значительной неравномерностью внутри года. В мае-октябре протекает основная масса воды (94-99 %) [18]. В зимние месяцы (ноябрь-март) сток незначителен. Гидрографы половодья характеризуются зачастую пилообразной. Дождевые паводки проходят в период середина июня-сентябрь. Наименьшие расходы воды за период открытого русла могут наблюдаться в любой летний месяц, преимущественно во второй половине лета и перед появлением на реке осенних ледовых явлений. Продолжительность летних меженных периодов, как правило, невелика. Зимняя межень наблюдается с конца октября. Особенности питания рек этого района в меженные периоды, с учетом его холодного морского климата и островного характера криолитозоны, рассмотрено ранее в [19].

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

В работе анализировались многолетние ряды минимальных летне-осенних суточных модулей стока на пяти работающих гидрологических постах Северного Приохотоморья (табл. 1). Следует отметить, что рассматриваемая территория в гидрологическом отношении очень слабо изучена, в настоящее время работает всего семь гидрологических постов с изучением речного стока. Для анализа пункты наблюдений за стоком выбирались так, чтобы они удовлетворяли двум следующим требованиям:

1) гидрологический режим не должен был подвергаться антропогенному воздействию ни в прошлом, ни в настоящем;

2) период наблюдений должен охватывать вторую половину XX века и второе десятилетие XXI века.

Данные о стоке взяты из [20] и гидрологических ежегодников Государственного водного кадастра.

Таблица 1

Сведения о гидрологических постах

| Река – пункт              | Площадь водосбора,<br>км <sup>2</sup> | Год начала<br>наблюдений за стоком |
|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| р. Дукча – устье          | 330                                   | 1961                               |
| р. Магаданка – г. Магадан | 48,5                                  | 1972                               |

| Река – пункт        | Площадь водосбора, км <sup>2</sup> | Год начала наблюдений за стоком |
|---------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| р. Хасын п. Хасын   | 682                                | 1941                            |
| р. Уптар – п. Уптар | 265                                | 1940                            |
| р. Тауй – с. Талон  | 25100                              | 1941                            |

Из данных табл. 2 видно, что за последние десятилетия среднегодовое значение минимального суточного расхода воды увеличился на 8-53 % (табл. 2). И это приращение обратно пропорционально площади водосбора (рис. 1)

$$\Delta M = 162 \lg A^{-2,03}, \text{ коэффициент детерминации } R^2 = 0,92, (1)$$

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

Таблица 2

Среднегодовое значение минимального суточного летне-осеннего стока рек  
Северного Приохотоморья

| Река – пункт              | Среднегодовое значение минимального суточного модуля 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           |

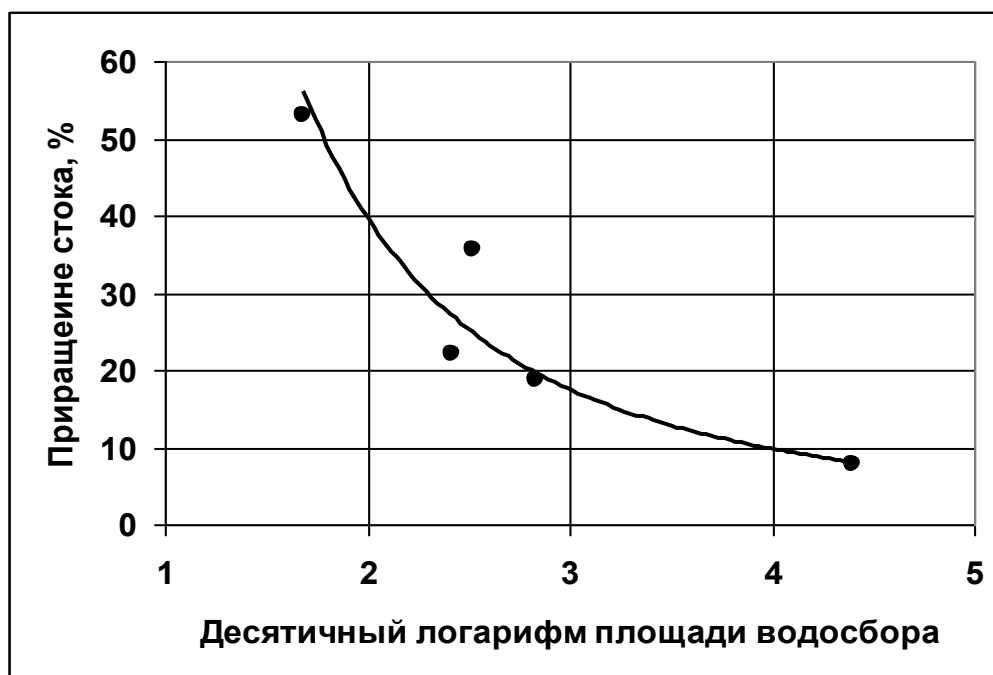


Рис. 1. Связь климатического приращения модуля минимального суточного расхода воды за летне-осенний период с площадью водосбора.

Изменения климатических характеристик температуры воздуха и атмосферных осадков в г. Магадане определялись по регулярно пополняемым многолетним массивам данных, размещенных на сайте Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации–Мирового центра данных (ВНИИГМИ-МЦД) [21].

## 2. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рост минимального стока рек Северного Приохотоморья (см. табл. 2) в первую очередь обусловлено ростом атмосферных осадков (табл. 3) как в целом за год, так и за третий квартал, внутри которого наблюдается летне-осенняя межень. Квартальная сумма осадков за последние десятилетия увеличилась на 21 %. Кроме того, в связи с повышением температур воздуха (см. табл. 3) увеличиваются мощность сезонно-талого слоя и размеры таликов, а это приводит к повышению подземного стока рек.

Таблица 3.

Среднемноголетние значения климатических характеристик

| 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           |

На рис. 2 представлен временной ход скользящих 30-летних средних среднегодовой температуры воздуха в г. Магадане и минимального суточного модуля стока на р. Хасыне у п. Хасына. По этим графикам можно проследить, как с течением времени растут нормы, рассчитанные за 30 лет.

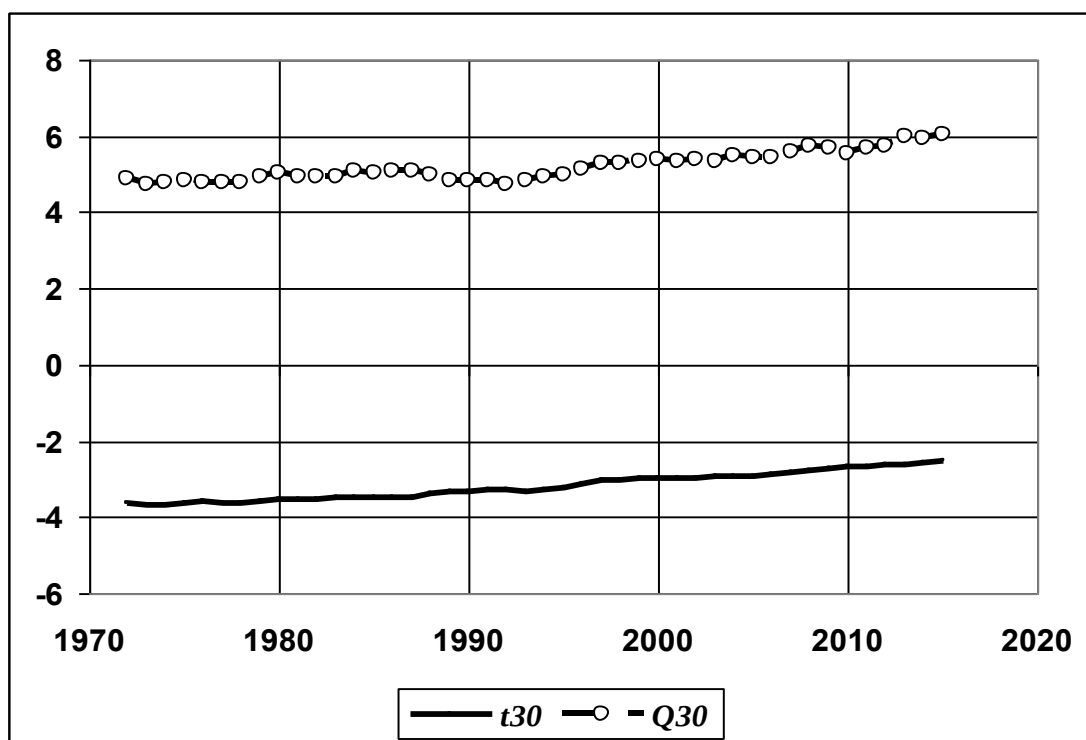


Рис. 2. Скользящие 30-летние средние среднегодовой температуры воздуха в г. Магадане ( $t_{30}$  в °C) и минимального летне-осеннего суточного модуля стока на р. Хасыне у п. Хасына ( $Q_{30}$  в л/(с·км²)).

Скользящие 30-летние средние модуля стока  $Q_{30}$  и температуры воздуха  $t_{30}$  очень хорошо связаны между собой

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

где  $i$  – год окончания 30-летнего периода.

Существуют различные сценарии потепления климата в XXI веке [22, 23]. Пользуясь формулой (2) можно рассчитать норму минимального суточного модуля расхода воды р. Хасына при различных сценариях повышения нормы среднегодовой температуры воздуха. Так, например, если к 2050 г. норма среднегодовой температуры воздуха в Магадане повысится на  $1^\circ\text{C}$  (достигнет величины  $-1,5^\circ\text{C}$ ), то норма модуля минимального суточного стока на р. Хасыне увеличится на 13 % по сравнению с нормой, рассчитанной за 1976-2015 гг.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ реакции минимального суточного стока за летне-осенний период на реках Северного Приохотоморья на современное глобальное потепление зафиксировал увеличение минимального стока на 8-53 %. Причем климатические изменения стока заметнее на мылах водосборах, так как там доля подземных вод в формировании суточных минимумов выше.

На примере р. Хасына, показано, что можно рассчитывать, какая будет норма минимального суточного стока за летне-осенний период при различных сценариях повышения среднегодовой температуры воздуха.

### Список литературы

2. WMO Statement on the status of the global climate in 2015. WMO-No 1167. Geneva: Publications Board World Meteorological Organization, 2016. 28 p.
3. Kattsov V. M., Shkolnik I. M., Efimov S. V. Climate Change Projections in Russian Regions: The Degrading in Physical and Probability Spaces. Russian Meteorology and Hydrology, 2017, vol. 42(7), pp. 452–460.
4. Mokhova I. I., Timazheva A. V. Assessing the Probability of El Nino-related Weather and Climate Anomalies in Russian Regions. Russian Meteorology and Hydrology, 2017, vol. 42(10), pp. 635–643.
5. Стоцкоте Ю.В., Василевская Л.Н. Многолетние изменения температуры воздуха и почвы на крайнем северо-востоке России // Географический вестник. 2016. № 2(37). С. 84–96.
6. Ушаков М.В. Характер современного потепления климата в Магаданской области // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2016. № 2. С. 29–33.
7. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 1: Изменение климата. М.: Росгидромет, 2008. 277 с.
8. Meleshko V. P., Kattsov V. M., Baidin A. V., Pavlova T. V., Govorkova V. A. Expected Change of Hydrologic Cycle in Northern Eurasia due to Disappearance of Multiyear Sea Ice in the Arctic Ocean. Russian Meteorology and Hydrology, 2016, vol. 41(11–12), pp. 735–746.
9. Makhmudov R. N. Regional Climate Changes and River Runoff in Azerbaijan. Russian Meteorology and Hydrology, 2016, vol. 41(9), pp. 635–639.
10. Khazheeva Z. I., Plyusnin A. M. Variations in Climatic and Hydrological Parameters in the Selenga River Basin in the Russian Federation. Russian Meteorology and Hydrology, 2016, vol. 41(9), pp. 640–647.

11. Mikhailova V. N., Mikhailova M. V. Natural and Anthropogenic Long-Term Variations of Water Runoff and Suspended Sediment Load in the Huanghe River. *Water Resources*, 2017, vol. 44(6), pp. 793–807.
12. Gartsman B. I., Lupakov S. Yu. Effect of Climate Changes on the Maximal Runoff in the Amur Basin: Estimation Based on Dynamic–Stochastic Simulation. *Water Resources*, 2017, vol. 44(5), pp. 697–706.
13. Соколов О.В., Ушаков М.В. Учет климатических изменений при прогнозировании притока воды в Колымское водохранилище на май // Труды ГГО им. А.И. Воейкова. 2012. Вып. 566. С. 289–297.
14. 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.
15. Север Дальнего Востока. М.: Наука, 1970. 487 с.
16. Геокриология СССР. Восточная Сибирь и Дальний Восток / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Недра, 1989. 515 с.
17. Ландшафты, климат и природные ресурсы Тайгской губы Охотского моря / Под ред. И.А. Черешнева. Владивосток: Дальнаука, 2006. 525 с.
18. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3, ч. 1-6, вып. 33. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 566 с.
19. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 19. Северо-Восток. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 282 с.
20. Глогов В.Е., Глотова Л.П. Роль подземных вод в формировании стока рек бассейна Приморского шельфа // Криосфера Земли. 2012. Т. 6, № 3 (4). С.57–66.
21. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. I, вып. 17. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 429 с.
22. ВНИИГМИ-МЦД [Электронный ресурс]. – URL: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (дата обращения – 29.01.2018).
23. Булгаков К.Ю., Мелешко В.П., Шпееров Б.Е. О чувствительности климата к удвоению концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере // Труды ГГО. 2007. Вып. 556. С. 2–28.
24. Dodd E. M., Merchant C. J., Rayner N. A., Morice C. P. An investigation into the impact of using various techniques to estimate Arctic surface air temperature anomalies. *Journal of Climate*, 2015, no 28 (5), pp. 1743–1763.

## CLIMATIC RESPONSE OF THE MINIMAL SUMMER-AUTUMN DRAIN OF THE RIVER OF THE NORTHERN PRIKHOTOMORIE

*Ushakov M. V.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N. A. Shilo, Far East Branch, Russian Academy of Sciences  
E-mail: mvlorich@narod.ru*

The aim of the work was to investigate the climatic changes of the minimum daily runoff of the rivers of the Northern Priokhtomorie for the summer-autumn period. The rivers of the area under consideration are used for water supply, fishing and artificial salmon farming. The territory is characterized by a cold climate, intermittent and island distribution of permafrost. The smallest flow of water during the open channel period can be observed in any summer month, mainly in the second half of the summer. During this period, the feeding of rivers is carried out, mainly due to the resources of the aquiferous seasonally thawed layer and taliks.

The work analyzed the perennial series of minimum summer-autumn daily runoff modules at five working hydrological posts of the Northern Aral Sea region (Table 1). It should be noted that the territory under consideration has been very poorly studied hydrologically,



currently only seven hydrological posts are working with the study of river flow. For the analysis, the observation points for the drain were chosen so that they satisfy the following two requirements:

- 1) the hydrological regime should not have been subjected to human impact, either in the past or in the present;
- 2) the observation period should cover the second half of the 20th century and the second decade of the 21st century.

Comparison of the mean annual values of the module of the minimum daily water discharge, calculated before 1980, and for the period 1981-2016 showed that the runoff increased by 8-53%. And this increment is inversely proportional to the catchment area. The increase in the minimum flow of rivers is primarily due to increased precipitation. So the amount of precipitation for the third quarter over the past decades has increased by 21%.

Due to the warming of the climate, the thickness of the seasonally thawed layer and the size of the taliks increase, and this leads to an increase in the underground flow of rivers. In small catchments, the flow of rainwater into rivers occurs faster than at large ones, and hence the share of groundwater in the formation of a minimum runoff is greater there than in large basins where surface runoff predominates. This can explain the decrease in the response of the minimum daily runoff to climatic changes with an increase in the size of the catchment area.

Using the example of the most studied river, it is shown that it is possible to calculate what will be the norm of the minimum daily flow for the summer-autumn period under different scenarios for increasing the average annual air temperature.

**Keywords:** global warming, water discharge module, minimum flows, the moving average

#### References

1. WMO Statement on the status of the global climate in 2015. WMO-No 1167. Geneva: Publications Board World Meteorological Organization, 2016. 28 p. (in English)
2. Kattsov V. M., Shkolnik I. M., Efimov S. V. Climate Change Projections in Russian Regions: The Detailing in Physical and Probability Spaces. Russian Meteorology and Hydrology, 2017, vol. 42(7), pp. 452–460. (in English)
3. Mokhova I. I., Timazheva A. V. Assessing the Probability of El Nino-related Weather and Climate Anomalies in Russian Regions. Russian Meteorology and Hydrology, 2017, vol. 42(10), pp. 635–643. (in English)
4. Stochkute Ju.V., Vasilevskaja L.N. Mnogoletnie izmenenija temperatury vozduha i pochvy na krajnem severo-vostoke Rossii (Perennial changes in air temperature and soil in the extreme north-east of Russia). Geograficheskij vestnik, 2016, no 2 (37), pp. 84–96 (in Russian).
5. Ushakov M.V. Harakter sovremennogo poteplenija klimata v Magadanskoj oblasti (The nature of modern climate warming in the Magadan region). Vestnik Severo-Vostochnogo nauchnogo centra DVO RAN, 2016, no 2, pp. 29–33 (in Russian).
6. Ocenочnyj doklad ob izmenenijah klimata i ih posledstvijah na territorii Rossijskoj Federacii. T. 1: Izmenenie klimata (Assessment report on climate change and its effects on the territory of the Russian Federation). Moscow: Rosgidromet (Publ.), 2008. 277 p. (in Russian).
7. Meleshko V. P., Kattsov V. M., Baidin A. V., Pavlova T. V., Govorkova V. A. Expected Change of Hydrologic Cycle in Northern Eurasia due to Disappearance of Multiyear Sea Ice in the Arctic Ocean. Russian Meteorology and Hydrology, 2016, vol. 41(11–12), pp. 735–746.
8. Makhmudov R. N. Regional Climate Changes and River Runoff in Azerbaijan. Russian Meteorology and Hydrology, 2016, vol. 41(9), pp. 635–639. (in English)

9. Khazheeva Z. I., Plyusnin A. M. Variations in Climatic and Hydrological Parameters in the Selenga River Basin in the Russian Federation. *Russian Meteorology and Hydrology*, 2016, vol. 41(9), pp. 640–647. (in English)
10. Mikhailova V. N., Mikhailova M. V. Natural and Anthropogenic Long-Term Variations of Water Runoff and Suspended Sediment Load in the Huanghe River. *Water Resources*, 2017, vol. 44(6), pp. 793–807. (in English)
11. Gartsman B. I., Lupakov S. Yu. Effect of Climate Changes on the Maximal Runoff in the Amur Basin: Estimation Based on Dynamic–Stochastic Simulation. *Water Resources*, 2017, vol. 44(5), pp. 697–706. (in English)
12. Sokolov O.V., Ushakov M.V. Uchet klimaticheskikh izmenenij pri prognozirovanii pritoka vody v Kolymskoe vodохранилище na maj (Accounting for climate change when predicting the flow of water to the Kolyma reservoir in May) // *Trudy GGO im. A.I. Voejkova*, 2012, iss. 566, pp. 289–297 (in Russian).
13. Ushakov M.V., Lebedeva L.S. Klimaticheskie izmeneniya rezhima formirovaniya pritoka vody v Kolymskoe vodохранилище (Climatic changes in the regime of formation of the inflow of water to the Kolyma reservoir) // *Nauchnye Vedomosti BelGU. Estestvennye nauki*, 2016, Iss. 37, no 25(246), pp. 120–127 (in Russian).
14. Sever Dal'nego Vostoka (North of the Far East). Moscow: Nauka (Publ.), 1970, 487 p. (in Russian).
15. Geokriologiya SSSR. Vostochnaja Sibir' i Dal'nij Vostok (Geocryology of the USSR. Eastern Siberia and the Far East) / Edited Je.D. Ershov. Moscow: Nedra (Publ.), 1989, 515 p. (in Russian).
16. Landshafty, klimat i prirodnye resursy Taujskoj guby Ohotskogo morja (Landscapes, climate and natural resources of the Taii Bay of the Sea of Okhotsk) / Edited. I.A. Chereshev. Vladivostok: Dal'nauka (Publ.), 2006. 525 p. (in Russian).
17. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. Ser. 3, ch. 1-6, vyp. 33 (Scientific and applied reference book on climate of the USSR. Ser. 3, part 1-6, vol. 33). Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1990, 566 p. (in Russian).
18. Resursy poverhnostnyh vod SSSR. T. 19. Severo-Vostok (Surface water resources of the USSR. Vol. 19. NorthEast). Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1969, 282 p. (in Russian).
19. Glotov V.E., Glotova L.P. Rol' podzemnyh vod v formirovanii stoka rek bassejna Primagadanskogo shel'fa (The role of groundwater in the formation of river flow in the basin of the Primagadan shelf). *Kriosfera Zemli*, 2012, vol. 6, no 3 (4), pp. 57–66 (in Russian).
20. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursah poverhnostnyh vod sushi (Long-term data on the regime and resources of surface land waters). Vol. I, iss. 17. Leningrad: Gidrometeoizdat (Publ.), 1985, 429 p. (in Russian).
21. VNIIGMI-MCD [Elektronnyj resurs] (RIHMI-WDC [Electronic resource]). – <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (data obrashheniya – 29.01.2018) (in Russian).
22. Bulgakov K.Ju., Meleshko V.P., Shpeerov B.E. O chuvstvitel'nosti klimata k udvoenie koncentracii SO<sub>2</sub> v atmosfere (On the sensitivity of climate to a doubling of the concentration of CO<sub>2</sub> in the atmosphere). *Trudy GGO im. A.I. Voejkova*, 2007, iss. 556, pp. 2–28 (in Russian).
23. Dodd E. M., Merchant C. J., Rayner N. A., Morice C. P. An investigation into the impact of using various techniques to estimate Arctic surface air temperature anomalies. *Journal of Climate*, 2015, no 28 (5), pp. 1743–1763.

## ДАЛЬНИЕ СВЯЗИ ИЗМЕНЕНИЙ СУММАРНЫХ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЕЙ АНТИЦИКЛОНОВ И ЦИКЛОНОВ ВО ВНЕТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗЕМЛИ

*Холопцев А. В., Катунина Е. В.*

*Севастопольское отделение Государственного Океанографического института имени  
Н. Н. Зубова (СО ГОИН), Севастополь, Россия*

*E-mail: kholoptsev@mail.ru, katun\_elena@mail.ru*

Выявлены дальние связи межгодовых изменений суммарных продолжительностей в том или ином месяце антициклонов с вариациями суммарных продолжительностей циклонов над различными участками поверхности внетропической зоны Северного полушария Земли, обладавшие в период 1948–2017 гг. инвариантностью к выбору временного интервала, по которому оценивалась их значимость.

**Ключевые слова:** суммарная продолжительность существования, циклон, антициклон, дальние связи, межгодовые изменения, корреляция.

### ВВЕДЕНИЕ

Суммарные продолжительности существования над некоторым участком земной поверхности циклонов (СПЦ) и антициклонов (СПА), которые оценены за тот или иной месяц, значительно влияют на жизнедеятельность его населения, а также состояния его ландшафтных комплексов. Тенденции межгодовых изменений СПА и СПЦ, которые проявляются в любом регионе мира, также во многом определяют эффективность развития в нем сельского, лесного, водного хозяйства и транспорта. Поэтому совершенствование методик моделирования изменений указанных характеристик в том или ином регионе является актуальной и социально значимой проблемой метеорологии, физической географии, геофизики ландшафтов, а также развития упомянутых секторов его экономики.

Наибольший интерес решение рассматриваемой проблемы представляет для регионов, которые относятся к наиболее густонаселенным и экономически развитым. Многие из них находятся во внетропической зоне Северного полушария. Здесь же расположена и вся территория России.

Поскольку причинные связи, обуславливающие изменения СПА и СПЦ над территориями каких-либо регионов данной зоны, не выявлены, при их моделировании ныне применяются статистические методы [1]. Получаемые при этом результаты не всегда удовлетворяют потребностям практики, вследствие чего развитие соответствующих методик имело бы немалое теоретическое и практическое значение.

Согласно современным представлениям об особенностях моделирования природных процессов, которое осуществляется с использованием статистических методов, адекватность его результатов во многом определяется перечнем факторов, которые при этом учитываются. Качество таких моделей может являться приемлемым, если статистические связи изучаемого процесса с факторами, которые

учитываются в качестве их аргументов, являются значимыми и обладают инвариантностью к выбору отрезка времени, на котором оценивается их значимость [2].

При осуществлении сценария будущего, в котором природные закономерности, определявшие в прошлом значимость связей между изучаемыми процессами и их факторами, и далее сохраняются неизменными, подобные модели могут быть использованы и для их прогнозирования. Поэтому перспективным направлением совершенствования методик моделирования изменений СПА (СПЦ) над тем или иным изучаемым регионом является выявление и изучение их связей, с другими природными процессами, которые обладают указанным свойством.

Важной разновидностью связей между некоторыми процессами в климатической системе нашей планеты являются так называемые «дальние», при которых изменения их состояний в регионах, разнесенных на большие расстояния, происходят взаимосогласовано [3, 4, 5]. Проявляются такие связи и между некоторыми процессами в поле атмосферного давления [3]. Это позволяет предположить, возможность существования аналогичных дальних связей и для таких процессов, как межгодовые изменения СПА либо СПЦ над некоторыми регионами внетропической зоны Северного полушария. Подтверждение данной гипотезы позволило бы использовать подобные связи не только для моделирования, но и при прогнозировании изучаемых процессов, однако ранее ее справедливость не оценивалась.

Поэтому целью данной работы является проверка адекватности выдвинутой гипотезы, а также выявление особенностей дальних связей межгодовых изменений СПА и СПЦ над различными регионами внетропической зоны Северного полушария Земли.

Для достижения указанной цели решены следующие задачи:

- Оценка значений СПА и СПЦ для каждого месяца и различных частей внетропической зоны Северного полушария (расположенных к северу от параллели 40°N);
- Анализ статистических связей межгодовых изменений СПА и СПЦ в те или иные месяцы над различными частями этой зоны, с вариациями данных характеристик для других ее частей, расположенных восточнее.

### **Материалы и методы**

Изучению закономерностей изменения характеристик антициклонической и циклонической активности (в том числе СПА и СПЦ) в регионах внетропической зоны Северного полушария, посвящены работы многих отечественных и зарубежных авторов [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Из них следует, что изучаемые процессы являются следствиями происходящих перемен глобального климата. Поэтому при оценке инвариантности к выбору временного интервала, на котором оцениваются характеристики дальних связей, целесообразно располагать информацией об изменениях СПА и СПЦ в соответствующих регионах не только за период

современного потепления климата (начавшийся в середине 80-х годов XX века [13]), но и за предыдущий период его относительной стабильности.

Так как при нахождении над изучаемым участком земной поверхности антициклона (циклона), атмосферное давление на нем является повышенным (пониженным), при вычислении значений СПА и СПЦ для какого-либо участка земной поверхности как фактический материал могут быть использованы соответствующие результаты реанализа среднесуточных значений приведенного к уровню моря приземного атмосферного давления.

Одни из наиболее продолжительных временных рядов результатов подобного реанализа NCEP/NCAR представлены в [13]. Упомянутая информация соответствует всем пунктам земной поверхности, на которые приходятся узлы координатной сетки с шагом 2,5°, а также периоду с 1 января 1948г. по 31 декабря 2017г.

Адекватность указанного фактического материала оценена путем выборочного сопоставления оценок упомянутых показателей, интерполированных в пункты, где расположены гидрометеорологические обсерватории (ГМО) Южного Федерального округа России, с их значениями, вычисленными по результатам выполненных на них режимных наблюдений. Информация о результатах этих наблюдений получена из архива Севастопольского отделения ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова».

Решение о пригодности данного фактического материала для решения рассматриваемых задач принималось путем оценки среднеквадратических отклонений разности значений указанных показателей для подобных пунктов, а также проверки адекватности статистической гипотезы о значимости связи между их межгодовыми изменениями (с использованием критерия Стьюдента) [13].

Установлено, что значения среднеквадратических отклонений разности оценок среднесуточных значений приведенного к уровню моря атмосферного давления в пунктах расположения учитываемых ГМО, которые вычислены по результатам реанализа, а также их значений, вычисленных по результатам режимных наблюдений, не превышает 9% от средней за 1948-2017 гг. амплитуды годовых изменений последних. Достоверность статистических выводов о значимости связи между этими данными для всех учитываемых ГМО и всех месяцев составляет не меньше 99%, что свидетельствует об адекватности используемого фактического материала.

При решении первой задачи для каждого пункта земной поверхности, который соответствует некоторому узлу упомянутой координатной сетки, расположенному к северу от параллели 40°N по результатам рассматриваемого реанализа выявлялись сутки каждого месяца, в которые над ним располагался циклон, либо антициклон.

Проблеме идентификации циклонов во внетропической зоне Северного полушария по результатам реанализа поля атмосферного давления посвящена работа [14]. Из нее следует, что различия оценок характеристик этих вихрей, которые могут быть получены с использованием существующих методов их идентификации, в значительной мере обусловлены разным временным и пространственным разрешением анализируемых данных, а также орографическими

эффектами. Все такие методы предполагают не только обнаружение, но и оценку различных количественных характеристик рассматриваемых циклонов (их числа, размеров, интенсивности и времени жизни). Аналогичные методы могут быть применены и для идентификации антициклонов внетропической зоны того же полушария [15].

Обнаружение циклонов или антициклонов является одной из задач, которые решаются при их идентификации. При его осуществлении учитывалось, что вокруг в любой территории или акватории достаточно больших размеров, над которой на протяжении не менее 3 суток повышено (понижено) атмосферное давление (какой бы причиной это не было вызвано), неизбежно возникает антициклон (циклон). Поэтому процедура принятия решения о присутствии над рассматриваемым пунктом в некоторые сутки антициклона (циклона) включала два этапа. На первом этапе подобное решение выносилось предварительно, если:

- над ним на протяжении трех и более суток (включая рассматриваемые), среднесуточное атмосферное давление превышает (не превышает) 1015 гПа;
- данное условие выполняется не менее чем для пяти пунктов (включая и изучаемый), которые образуют односвязанную область любой конфигурации.

Так как, могут существовать антициклоны (циклоны), не соответствующие указанным критериям, на втором этапе рассматриваемой процедуры для каждого суток, по которым принято то или иное предварительное решение, анализировалась суточная карта погоды для Северного полушария (представленной в Синоптическом бюллетене Росгидромета). В результате этого принималось окончательное решение о наличии либо отсутствии в рассматриваемые сутки над изучаемым пунктом антициклона (циклона).

Значение СПА (СПЦ) определялось как количество суток некоторого месяца, для которых принято решение о наличии над соответствующим пунктом антициклона (циклона).

Если период существования антициклона (циклона) над изучаемым пунктом начинается в одном месяце, а заканчивается в другом, при оценке соответствующего значения СПА (СПЦ) продолжительность этого периода учитывается для того месяца, к которому относится большая его часть.

При решении второй задачи вся поверхность внетропической зоны Северного полушария (между параллелью 40°N и Северным полюсом) разбита на непересекающиеся части, протяженности которых составляют: - по меридиану 2,5°, - по широте 15°. Западная граница первой части в каждой широтной зоне совпадает с Гринвичским меридианом, а ее восточная граница – с западной границей второй части и меридианом 15°E. Таким образом, в каждой из 24 широтных зон (между Северным полюсом и параллелью 40°N), шириной по 2,5°, выделено по 24 части.

Для каждой такой части среднее значение СПА (СПЦ), вычислено как среднее арифметическое значений данного показателя, которые соответствуют всем узлам координатной сетки 2,5°x2,5°, попавшим в его пределы. Из полученных таким образом оценок СПА и СПЦ для каждого месяца в период 1948-2017гг., и каждого

из 24 сегментов каждой из 24 зон в сформированы временные ряды этих характеристик, которые содержат по 70 членов.

При выявлении значимых связей между изучаемыми процессами применен метод корреляционного анализа. Для каждого сегмента Северного полушария вычислены значения коэффициента корреляции тех или иных отрезков сформированных таким образом временных рядов СПА и СПЦ, с соответствующими отрезками временных рядов тех же характеристик для прочих 23 сегментов той же широтной зоны, расположенных восточнее.

Объектом обнаружения являлись связи, обладающие инвариантностью к выбору отрезка времени, по которому оценивается их характеристика. Поэтому изложенная методика применена для выявления связей, которые являлись значимыми для любых отрезков времени длиной 20 лет, относящихся к изучаемому периоду (1948-2017гг.), а также для всего этого периода. Связь признавалась значимой и инвариантной к выбору отрезка времени, на котором оценивается ее значимость, если она была оценена как значимая для всех указанных отрезков времени.

В сопоставляемых отрезках временных рядов СПА и СПЦ для каждого месяца и каждого сегмента предварительно скомпенсирован линейный тренд.

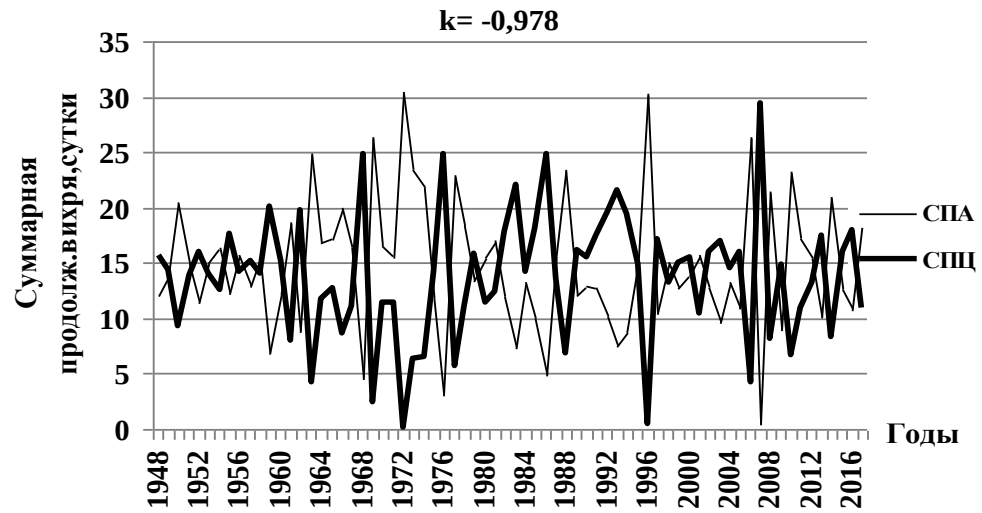
Для выявления связей между изучаемыми рядами, которые являются статистически значимыми, применен критерий Стьюдента. При определении числа степеней свободы каждого изучаемого временного ряда, рассчитана его автокорреляционная функция.

Решение о значимости изучаемой связи принималось в случае, если вычисленное значение коэффициента корреляции сопоставляемых временных рядов по модулю превышало пороговый уровень, который соответствует достоверности статистического вывода 95%.

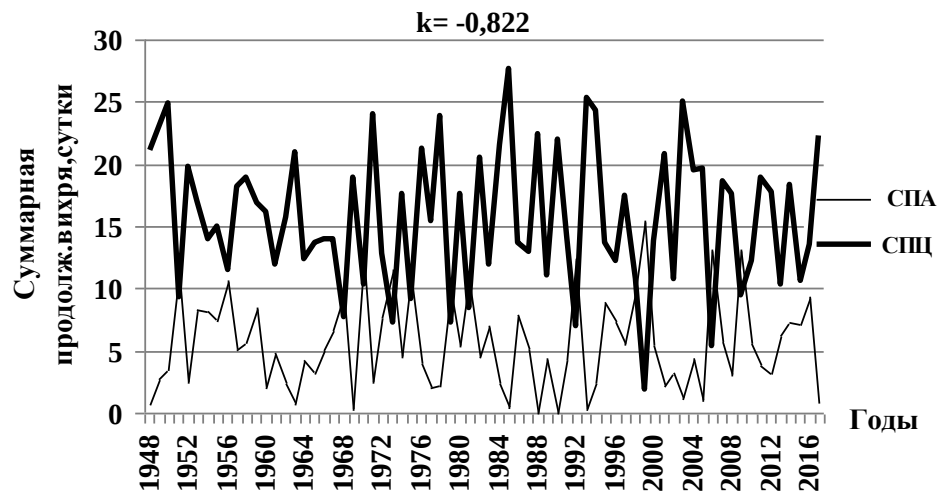
### **Результаты исследования и их анализ**

В соответствии с изложенной методикой, для каждого месяца и каждой изучаемой части внетропической зоны Северного полушария сформированы временные ряды СПА и СПЦ.

В качестве примера, зависимости от времени рассчитанных по описанной методике значений СПА и СПЦ, соответствующих участку земной поверхности, ограниченному меридианами 30°E и 45°E и параллелями 52,5°N и 55°N, а также январю и июню, приведены на рисунке 1.



а) январь



б) июнь

Рис. 1. Зависимости от времени оценок СПА и СПЦ для участка территории внетропической зоны Северного полушария, ограниченного меридианами 30°Е и 45°Е и параллелями 52,5°N и 55°N, где  $k$ -коэффициент корреляции сопоставляемых зависимостей.

Как следует из рисунка 1, межгодовые изменения оценок СПА и СПЦ для участка территории внетропической зоны Северного полушария, ограниченного



меридианами 30°E и 45°E и параллелями 52,5°N и 55°N, представляют собой взаимосвязанные сложные колебания, которые происходят практически в противофазе. Последнее объясняется тем, что при увеличении над некоторым участком СПА, соответствующее ему значение СПЦ для того же месяца, как правило, снижается [16].

Как показали расчеты, в энергетических спектрах рассматриваемых процессов присутствуют мощные максимумы, которые, характеризуются периодами, близкими к 42 месяцам (3,5 года). В XXI веке максимальные значения СПА для января и для июня соответствуют 2006г., а максимальные значения СПЦ - 2005г.

При решении второй задачи для всех изучаемых частей каждой широтной зоны и каждого месяца, для всех изучаемых периодов времени рассчитаны значения коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА, а также СПЦ с вариациями СПА и СПЦ во всех сегментах, расположенных восточнее.

Установлено, что значения коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА (СПЦ) для любого сегмента каждой зоны и любого месяца значимо и положительно коррелированы с изменениями той же характеристики в ее сегментах, расположенных по соседству (как восточнее, так и западнее). Ширина диапазонов угловых сдвигов между сегментами, в которых подобное имеет место, увеличивается с ростом их средней широты от 1-2 для зоны между параллелями 40-42,5°N до 24 для зон, расположенных к северу от параллели 80°N. Вне подобных диапазонов значимой положительной корреляции между рассматриваемыми процессами не выявлено.

Существование значимой положительной корреляции между изменениями СПА (СПЦ) над смежными частями поверхности рассматриваемой зоны, не удивительно, поскольку линейные размеры циклонов и антициклонов, как правило, превышают линейные размеры этих частей [17, 18].

По той же причине для любого месяца и любых смежных частей изучаемой зоны существует значимая отрицательная корреляция межгодовых изменений СПА (СПЦ) с вариациями СПЦ (СПА).

Установлено также существование участков земной поверхности, расположенных между параллелями 40°N и 70°N, для которых межгодовые изменения СПА (СПЦ) значимо и положительно коррелированы с вариациями СПЦ (СПА) в некоторых удаленных сегментах, расположенных восточнее.

В качестве примера в таблице 1 представлены превышающие уровень 95% порога достоверной корреляции (0,45) по критерию Стьюдента, значения коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА для марта, в сегментах зоны 60-62,5°N, а также вариаций СПЦ в других ее сегментах, которые расположены восточнее и соответствуют периоду 1998-2017 гг.

Таблица 1.

Превышающие уровень 0,45 значения коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА для марта, в рассматриваемых частях зоны 60-62,5°N, а также вариаций СПЦ в ее частях, которые сдвинуты к востоку, для периода 1998-2017 гг.  
(\* - корреляция значимой не является)

| Сдвиг<br>(°) | 75          | 90   | 105  | 120  | 135  | 150  | 165  | 210  | 225  | 240  | 255  | 270  | 285         |
|--------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| 0-15°E       | *           | *    | *    | *    | 0,52 | 0,45 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *           |
| 75-90°E      | *           | *    | *    | *    | 0,45 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *           |
| 90-105°E     | *           | *    | *    | 0,61 | 0,56 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *           |
| 105-120°E    | *           | *    | 0,58 | 0,54 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *           |
| 120-135°E    | *           | 0,74 | 0,71 | 0,58 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *           |
| 135-150°E    | <b>0,67</b> | 0,64 | 0,54 | *    | *    | *    | *    | 0,48 | 0,52 | *    | *    | *    | *           |
| 165-180°E    | *           | *    | *    | *    | *    | *    | 0,51 | *    | *    | *    | *    | *    | *           |
| 180-165°W    | *           | *    | *    | *    | *    | 0,55 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *           |
| 150-135°W    | *           | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | 0,46 | 0,61 | 0,57 | 0,74 | <b>0,66</b> |
| 135-120°W    | *           | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | 0,56 | 0,54 | 0,71 | 0,63 | *           |
| 120-105°W    | *           | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | 0,58 | 0,54 |      | *           |
| 30-15°W      | *           | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *           |
| 15-0°W       | *           | *    | *    | *    | *    | 0,47 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *           |

Из таблицы 1 следует, что если для некоторой части (А) рассматриваемой зоны значение коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА, а также вариаций СПЦ в другой ее части (В), превышает выбранный уровень значимости, то для такой части (В) значение коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА, а также вариаций СПЦ в части (А), также превышает этот уровень. При этом абсолютные значения этих коэффициентов различаются лишь во втором знаке.

В самом деле, если часть (А) ограничена меридианами 135°E и 150°E, а часть (В) сдвинута относительно нее к востоку на 75°, то границами последней являются меридианы 150°W и 135°W.

Если же границами части (А) служат меридианы 150°W и 135°W, то часть (В) сдвинута относительно нее к востоку на 285° и ее границами являются меридианы

ДАЛЬНИЕ СВЯЗИ ИЗМЕНЕНИЙ СУММАРНЫХ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЕЙ  
АНТИЦИКЛОНОВ И ЦИКЛОНОВ ВО ВНЕТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО...

135°E и 150°E. Нетрудно видеть, что подобным частям (А) и (В) соответствуют значения коэффициента корреляции 0,67 и 0,66.

Подобная симметрия выявлена для всех связей, которые показаны в таблице 1. Существует она и для прочих месяцев и всех зон, расположенных между параллелями 40°N и 70°N, а также других отрезков времени такой же и другой длины.

К примеру, для периода 1948-2017гг. в таблице 2 представлены превышающие уровень 95% порога достоверной корреляции (0,245) по критерию Стьюдента, значения коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА для марта, в частях зоны 60-62,5°N, а также вариаций СПЦ в других ее частях.

Таблица 2.

Превышающие уровень 0,245 значения коэффициента корреляции  
межгодовых изменений СПА для марта, для рассматриваемых частей зоны 60-  
62,5°N, а также вариаций СПЦ для ее частей, которые сдвинуты к востоку, для  
периода 1948-2017 гг. (\*- корреляция значимой не является)

| Сдвиг<br>(°) | 60   | 75   | 90   | 105  | 120 | 150  | 210 | 240  | 255  | 270 | 285  | 300  |
|--------------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|
| 1            | 2    | 3    | 4    | 5    | 6   | 7    | 8   | 9    | 10   | 11  | 12   | 13   |
| 0-15°E       | *    | *    | *    | *    | *   | *    | *   | 0,25 | *    | *   | *    | *    |
| 15-30°E      | *    | *    | *    | *    | *   | *    | *   | *    | *    | *   | 0,26 | 0,27 |
| 30-45°E      | *    | *    | *    | *    | *   | *    | *   | *    | 0,26 | *   | *    | *    |
| 90-105°E     | *    | 0,25 | 0,3  | 0,3  | *   | *    | *   | *    | *    | *   | *    | *    |
| 105-120°E    | *    | *    | 0,25 | *    | *   | *    | *   | *    | *    | *   | *    | *    |
| 120-135°E    | *    | 0,35 | 0,37 | *    | *   | *    | *   | *    | *    | *   | *    | *    |
| 135-150°E    | 0,29 | 0,33 | *    | 0,33 | *   | 0,33 | *   | *    | *    | *   | *    | *    |
| 150-165°E    | *    | *    | 0,35 | 0,31 | *   | *    | *   | *    | *    | *   | *    | *    |
| 165-180°E    | *    | *    | 0,28 | *    | *   | *    | *   | *    | *    | *   | 0,25 | *    |
| 180-165°W    | *    | *    | *    | *    | *   | *    | *   | *    | *    | 0,3 | *    | *    |
| 165-150°W    | *    | *    | *    | *    | *   | *    | *   | *    | 0,3  | *   | 0,35 | 0,29 |

Продолжение табл. 2

| 1          | 2 | 3 | 4 | 5    | 6    | 7 | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13 |
|------------|---|---|---|------|------|---|------|------|------|------|------|----|
| 150-135 °W | * | * | * | *    | *    | * | *    | *    | *    | 0,37 | 0,33 | *  |
| 120-105 °W | * | * | * | *    | 0,25 | * | *    | 0,28 | 0,33 | 0,35 | *    | *  |
| 105-90 °W  | * | * | * | *    | *    | * | *    | *    | 0,31 | 0,28 | *    | *  |
| 75-60 °W   | * | * | * | 0,26 | *    | * | *    | *    | *    | *    | *    | *  |
| 60-45 °W   | * | * | * | *    | *    | * | 0,34 | *    | *    | *    | *    | *  |

Как видно из таблицы 2, для представленных в ней связей характерны такие же особенности. При этом расположения частей рассматриваемой зоны, для которых связи, выявленные для отрезка времени 1948-2017 гг., являются значимыми, совпадают с расположениями ее частей, приведенными в таблице 1, не всегда. Следовательно, не все выявленные связи обладают инвариантностью к выбору отрезка времени, на котором оценивается их значимость, тем не менее, подобные связи существуют.

Это подтверждает таблица 3, где приведены угловые сдвиги между рассматриваемыми частями зоны 60-62,5°N, при которых межгодовые вариации СПА для марта значимо и положительно коррелированы с изменениями СПЦ для всех периодов, указанных выше (они обозначены цифрой 1, а сдвиги, при которых подобные связи значимыми не являются - \*).

Таблица 3.

Соответствие между расположениями частей зоны 60-62,5°N и сдвигами по долготе других ее частей, где межгодовые вариации СПА для марта значимо и положительно коррелированы с изменениями СПЦ на отрезках времени 1948-1967 гг., 1978-1997 гг., 1998-2017 гг., а также 1948-2017 гг.

| Часть зоны | Сдвиг по долготе (°) |    |     |     |     |     |     |     |
|------------|----------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|            | 75                   | 90 | 105 | 120 | 240 | 255 | 270 | 285 |
| 120-135°E  | *                    | 1  | *   | 1   | *   | *   | *   | *   |
| 135-150°E  | 1                    | *  | 1   | *   | *   | *   | *   | *   |
| 150-135 °W | *                    | *  | *   | *   | *   | *   | 1   | 1   |
| 120-105 °W | *                    | *  | *   | *   | 1   | 1   | *   | *   |

Таблица 3 показывает, что части рассматриваемой зоны, для которых корреляция межгодовых изменений СПА, а также вариаций СПЦ над ее частями, расположенными восточней, является положительной и статистически значимой для всех изучаемых отрезков времени, действительно существуют. В рассматриваемом примере они расположены в Дальневосточном секторе (120-180°E), а также Тихоокеанском (180-120°W) и Американском секторе (120-60°W).

Выявленные особенности свидетельствуют о том, что установленным связям (которые, вследствие больших сдвигов по долготе между подобными участками земной поверхности, могут рассматриваться как дальние), в период 1948-2017 гг. была свойственна инвариантность к выбору отрезка времени, на котором оценивалась их значимость. Это позволяет предположить, что данная их особенность может сохраниться такой же и в некотором будущем.

Анализ полученных результатов показал, что расположения частей изучаемых зон, для которых межгодовые вариации соответствующих им СПА значимо и положительно коррелированы с изменениями СПЦ в других частях тех же зон, существенно зависят от месяца.

Как пример, в таблицах 4, 5, 6 указаны угловые сдвиги между рассматриваемыми частями зоны 55-57,5°N, при которых межгодовые вариации соответствующих им СПА для марта, апреля и мая значимо и положительно коррелированы с изменениями СПЦ для тех же месяцев периода 1998-2017 гг. Сдвиги, при которых рассматриваемые связи значимы, обозначены цифрой 1. Сдвиги, при которых они значимыми не являются - \*.

Таблица 4.

Соответствие между расположениями частей зоны 60-62,5°N и сдвигами по долготе других ее частей, при которых межгодовые вариации соответствующих им СПА значимо и положительно коррелированы с изменениями СПЦ для периода 1998-2017гг.

| Часть<br>зоны<br>(°) | Сдвиг по долготе (°). Март, зона 55-57,5°N |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------|--------------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                      | 75                                         | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 210 | 225 | 240 | 255 | 270 | 285 |
| 1                    | 2                                          | 3  | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  |
| 75-90°E              | *                                          | *  | *   | *   | 1   | 1   | *   | *   | *   | *   | *   | *   |
| 90-105°E             | *                                          | *  | *   | 1   | 1   | 1   | *   | *   | *   | *   | *   | *   |
| 105-120°E            | *                                          | *  | 1   | 1   | 1   | *   | *   | *   | *   | *   | *   | *   |
| 120-135°E            | *                                          | 1  | 1   | 1   | 1   | *   | *   | *   | *   | *   | *   | *   |
| 135-150°E            | 1                                          | *  | 1   | 1   | *   | *   | *   | *   | *   | *   | *   | *   |

Продолжение табл. 4

| 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11  | 12  | 13  |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|-----|-----|
| 165-180oE  | * | * | * | * | * | 1 | * | * | *  | *   | *   | *   |
| 180-165 oW | * | * | * | * | 1 | * | * | * | *  | *   | *   | *   |
| 165-150 oW | * | * | * | * | * | * | * | 1 | 1  | 1   | 1   | 1   |
| 150-135 oW | * | * | * | * | * | * | 1 | 1 | 1  | 1   | *   | *   |
| 135-120 oW | * | * | * | * | * | * | 1 | 1 | 1  | 1   | *   | *   |
| 120-105 oW | * | * | * | * | * | * | * | 1 | 1  | *   | *   | *   |
| 105-90 oW  | * | * | * | * | * | * | 1 | * | *  | *   | *   | *   |
| 45-30 oW   | * | * | * | * | * | * | * | 1 | *  | *   | *   | *   |
| 30-15 oW   | * | * | * | * | 1 | 1 | * | * | *  | 255 | 270 | 285 |

Из таблицы 4 следует, что в марте выявленные части рассматриваемой зоны, в которых межгодовые вариации СПА значимо и положительно коррелированы с изменениями СПЦ для периода 1998-2017 гг., относятся к ее Сибирскому (60-120°E), Дальневосточному (120-180°E), Тихоокеанскому (180-120°W), Американскому (120-60°W) и Атлантическому (60-0°W) сектору.

Таблица 5.

Соответствие между расположениями частей зоны 60-62,5°N и сдвигами по долготе других ее частей, при которых межгодовые вариации соответствующих им СПА значимо и положительно коррелированы с изменениями СПЦ для периода 1998-2017 гг.

| Часть зоны (°) | Сдвиг по долготе (°). Апрель, зона 55-57,5°N |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------|----------------------------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                | 45                                           | 60 | 75 | 105 | 120 | 135 | 165 | 195 | 225 | 240 | 255 | 300 | 315 |
| 0-15°E         | *                                            | *  | *  | *   | *   | *   | *   | *   | *   | *   | 1   | *   | 1   |

ДАЛЬНИЕ СВЯЗИ ИЗМЕНЕНИЙ СУММАРНЫХ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЕЙ  
АНТИЦИКЛОНОВ И ЦИКЛОНОВ ВО ВНЕТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО...

Продолжение табл. 5

| 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 15-30°E   | * | * | * | * | * | * | * | * | *  | *  | *  | 1  | 1  |
| 30-45°E   | * | * | * | * | * | * | * | * | *  | *  | *  | 1  | *  |
| 60-75°E   | * | * | * | * | * | * | 1 | * | *  | *  | *  | *  | *  |
| 135-150°E | * | * | * | * | 1 | * | * | * | *  | *  | *  | *  | *  |
| 180-165°W | * | * | * | * | * | 1 | * | * | *  | *  | *  | *  | *  |
| 165-150°W | * | * | * | 1 | 1 | * | * | * | *  | *  | *  | *  | *  |
| 150-135°W | * | * | * | * | * | * | * | 1 | *  | *  | *  | *  | *  |
| 135-120°W | * | * | * | 1 | * | * | * | * | *  | 1  | *  | *  | *  |
| 105-90°W  | 1 | 1 | 1 | * | * | * | * | * | *  | *  | 1  | *  | 1  |
| 45-30°W   | 1 | 1 | * | * | * | * | * | * | 1  | *  | 1  | *  | *  |
| 30-15°W   | * | * | * | * | * | * | * | * | *  | 1  | *  | *  | *  |

В апреле и мае аналогичные части встречаются в любых секторах. Аналогичные особенности характерны и для других изучаемых зон. Из таблиц видно, что характеристикой рассматриваемых связей, которая также зависит от месяца, является общее количество частей рассматриваемых зон, для которых эти связи являются значимыми. Характер этой зависимости понятен из таблицы 5, где, в качестве примера, приведены общие количества таких частей различных рассматриваемых зон, которые соответствуют месяцам с января по июль и периоду 1998-2017 гг.

Таблица 6.

Соответствие между расположениями частей зоны 60-62,5°N и сдвигами по долготе других ее частей, при которых межгодовые вариации соответствующих им СПА значимо и положительно коррелированы с изменениями СПЦ для периода 1998-2017 гг.

| Часть зоны(°) | Сдвиг по долготе (°). Май, зона 55-57,5 °N |    |    |    |     |     |     |     |     |
|---------------|--------------------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|               | 45                                         | 60 | 75 | 90 | 105 | 255 | 270 | 285 | 315 |
| 0-15°E        | *                                          | *  | *  | *  | *   | *   | 1   | *   | *   |
| 15-30°E       | *                                          | *  | *  | *  | *   | *   | *   | *   | 1   |
| 90-105°E      | *                                          | *  | 1  | *  | *   | *   | *   | *   | *   |
| 165-180°E     | *                                          | *  | *  | *  | *   | *   | *   | 1   | *   |
| 150-135°W     | *                                          | *  | *  | 1  | *   | *   | *   | *   | *   |
| 135-120°W     | *                                          | 1  | 1  | 1  | 1   | *   | *   | *   | *   |
| 90-75°W       | *                                          | *  | *  | 1  | *   | *   | *   | *   | *   |
| 60-45°W       | *                                          | *  | *  | *  | *   | *   | 1   | 1   | *   |
| 45-30°W       | *                                          | *  | *  | *  | *   | *   | 1   | *   | *   |
| 30-15°W       | 1                                          | *  | *  | *  | *   | 1   | *   | *   | *   |

Таблица 7.

Общие количества частей рассматриваемых широтных зон, в которых межгодовые изменения СПА в январе-июле 1998-2017 гг. значимо связаны с вариациями СПЦ в их сегментах, расположенных восточнее

| Зона      | Период наблюдений (месяцы) |    |     |    |    |    |     |
|-----------|----------------------------|----|-----|----|----|----|-----|
|           | I                          | II | III | IV | V  | VI | VII |
| 1         | 2                          | 3  | 4   | 5  | 6  | 7  | 8   |
| 90-70°N   | 0                          | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   |
| 70-67,5°N | 0                          | 0  | 0   | 4  | 0  | 0  | 0   |
| 67,5-65°N | 4                          | 0  | 10  | 7  | 7  | 0  | 0   |
| 65-62,5°N | 7                          | 0  | 19  | 10 | 14 | 0  | 0   |
| 62,5-60°N | 9                          | 6  | 31  | 6  | 18 | 0  | 2   |
| 60-57,5°N | 10                         | 2  | 35  | 17 | 19 | 0  | 4   |
| 57,5-55°N | 4                          | 12 | 34  | 22 | 15 | 2  | 0   |
| 55-52,5°N | 6                          | 20 | 36  | 22 | 20 | 0  | 4   |
| 52,5-50°N | 4                          | 4  | 30  | 28 | 14 | 0  | 4   |
| 50-47,5°N | 4                          | 4  | 22  | 39 | 6  | 4  | 2   |



Продолжение табл. 7

| 1          | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | 7 | 8  |
|------------|----|---|----|----|---|---|----|
| 47,5-45 °N | 10 | 6 | 22 | 29 | 2 | 8 | 12 |
| 45-42,5 °N | 8  | 5 | 17 | 22 | 2 | 6 | 9  |
| 42,5-40 °N | 5  | 3 | 11 | 15 | 1 | 4 | 6  |

Из таблицы 7 следует, что в широтных зонах, расположенных к северу от параллели 70°N частей, в которых межгодовые вариации СПА значимо связаны с изменениями СПЦ в каких-либо их частях, расположенных восточнее, для какого-либо месяца, за указанный период не выявлено.

Практически все рассматриваемые сегменты в любые месяцы располагаются в пределах Северного Умеренного климатического пояса, а их наибольшие количества соответствуют широтной зоне, ограниченной параллелями 47,5-60°N.

В течение года максимальные общие количества выявленных частей, которые соответствуют различным изучаемым отрезкам времени, приходятся на весенние и осенние месяцы, а минимальные количества этих показателей характерны для летних и зимних месяцев.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о существовании значимых и инвариантных к временным сдвигам дальних связей межгодовых изменений СПА и СПЦ в ряде частей внетропической зоны Северного полушария, с вариациями этих характеристик в других ее частях, расположенных восточнее, которым соответствуют положительные значения коэффициента корреляции временных рядов разноименных процессов.

### Обсуждение полученных результатов

Существование частей внетропической зоны Северного полушария, где межгодовые изменения СПА в ряде месяцев на любых рассматриваемых отрезках времени значимо и положительно коррелированы с вариациями и СПЦ в других, несмежных ее частях, которые расположены восточнее и на значительных удалениях от них, позволяет предположить, что подобные связи носят причинный характер.

Наличие значимой положительной корреляции межгодовых изменений СПА над выявленными частями (А) внетропической зоны Северного полушария, с вариациями и СПЦ в других, несмежных ее частях (В), которые расположены восточнее, указывает на то, что немалая часть возникающих над (А) антициклонов может образовываться в результате вхождения в Арктику циклонов, проходящих через соответствующие (В).

Такое, в принципе, возможно, поскольку в тыловых секторах любого циклона Северного полушария воздух движется в южном направлении. При вхождении такого циклона в высокие широты не только активизируется термическая трансформация увлекаемого им воздуха, но и возрастает влияние на этот вихрь силы Кориолиса [19].

Все это может приводить к увеличению в данном циклоне завихренности и усилению его взаимодействия с арктическим антициклоном, которое приводит к образованию вторжения в умеренные широты арктического воздуха. Так как этот воздух содержит мало водяного пара и при движении на юг неизбежно нагревается, рассматриваемый процесс сопровождается образованием над регионами мира, куда он поступает, антициклонов.

Следовательно, представляется вероятным, что причиной существования рассматриваемых дальних связей межгодовых изменений СПА и СПЦ является образование вторжений арктического воздуха, которые вызывают образование над выявленными участками земной поверхности (А) - антициклонов, при вхождении в Арктику некоторых циклонов, проходящих над соответствующими участками (В).

Подобная гипотеза не противоречит ранее установленным фактам и тривиальной не является, вследствие чего она нуждается в проверке.

Необходимым условием ее адекватности является наличие значимой положительной корреляции межгодовых изменений СПА над какими-либо частями (А) внетропической зоны Северного полушария, с совпадающими по времени вариациями СПЦ над несмежными ее частями (В), которые расположены не только восточнее, но и южнее.

Для проверки выполнимости подобного необходимого условия, с использованием той же методики изучены статистические связи межгодовых изменений СПА для различных месяцев над частями (А) зоны Северного полушария, ограниченной параллелями 67,5-70°N с вариациями и СПЦ над другими частями (В) прочих его зон, которые расположены между параллелями 40°N и 80°N.

В таблицах 8, 9, 10 в качестве примера, приведены превышающие уровень 95% порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента (0,45), значения коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА для марта, над частями зоны 67,5-70°N, а также вариаций СПЦ над частями других зон, которые сдвинуты к югу и востоку, для периода 1998-2017 гг.

Таблица 8.

Превышающие уровень 0,45 значения коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА для марта, в сегментах зоны 67,5-70°N, а также вариаций СПЦ в сегментах других зон, которые сдвинуты по отношению к ним к югу и востоку, для периода 1998-2017 гг. (\*- значение меньше уровня)

| Зона, где рассматриваются изменения СПЦ: 62,5-65 °N (сдвиг к югу 5°) |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Сдвиг (°)                                                            | 60   | 75   | 90   | 105  | 210  | 225  |
| 120-135 °E                                                           | *    | *    | 0,52 | 0,50 | *    | *    |
| 135-150 °E                                                           | *    | 0,48 | *    | *    | *    | 0,52 |
| 150-165 °E                                                           | 0,51 | 0,46 | *    | *    | 0,52 | *    |

Таблица 9.

Превышающие уровень 0,45 значения коэффициента корреляции  
межгодовых изменений СПА для марта, в сегментах зоны 67,5-70°N, а также  
вариаций СПЦ в сегментах других зон, которые сдвинуты по отношению к ним к  
югу и востоку, для периода 1998-2017 гг. (\*- значение меньше уровня)

| Зона, где рассматриваются изменения СПЦ: 55-57,5°N (сдвиг к югу 12,5°) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Сдвиг<br>(°)                                                           | 15   | 30   | 45   | 60   | 75   | 90   | 105  | 120  | 150  | 240  |
| 120-<br>135 °E                                                         | *    | *    | *    | *    | *    | 0,48 | *    | 0,46 | *    | 0    |
| 135-<br>150 °E                                                         | *    | *    | *    | *    | *    | 0    | *    | *    | *    | 0,46 |
| 150-<br>165 °E                                                         | *    | *    | *    | *    | *    | 0,47 | *    | *    | *    | *    |
| 165-<br>180 °E                                                         | *    | *    | *    | *    | *    | 0,46 | *    | *    | *    | *    |
| 180-<br>165<br>°W                                                      | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | 0,53 | *    |
| 120-<br>105<br>°W                                                      | *    | *    | *    | *    | *    | *    | 0,49 | 0,51 | *    | *    |
| 75-60<br>°W                                                            | *    | *    | *    | 0,50 | *    | 0,52 | 0,57 | *    | *    | *    |
| 60-45<br>°W                                                            | *    | *    | 0,54 | 0,50 | 0,51 | 0,51 | *    | *    | *    | *    |
| 45-30<br>°W                                                            | *    | 0,57 | 0,59 | 0,60 | 0,50 | *    | *    | *    | *    | *    |
| 30-15<br>°W                                                            | 0,50 | 0,49 | 0,49 | 0,50 | *    | *    | *    | *    | *    | *    |
| 15-0<br>°W                                                             | *    | *    | 0,45 | 0,51 | *    | *    | *    | *    | *    | *    |

Таблица 10.

Превышающие уровень 0,45 значения коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА для марта, в сегментах зоны 67,5-70°N, а также вариаций СПЦ в сегментах других зон, которые сдвинуты по отношению к ним к югу и востоку, для периода 1998-2017 гг. (\*- значение меньше уровня)

| Зона, где рассматриваются изменения СПЦ: 47,5-50°N (сдвиг к югу 20°) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Сдвиг (°)                                                            | 15   | 75   | 90   | 105  | 210  | 225  | 240  | 345  | 360  |
| 30-45 °E                                                             | *    | 0,47 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    |
| 120-135 °E                                                           | *    | *    | *    | 0,48 | *    | *    | *    | *    | *    |
| 135-150 °E                                                           | *    | *    | 0,51 | *    | *    | *    | 0,50 | *    | *    |
| 150-165 °E                                                           | 0,46 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | 0,47 |
| 165-180 °E                                                           | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | 0,51 | 0,51 |
| 105-90 °W                                                            | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | 0,49 |
| 90-75 °W                                                             | *    | *    | *    | *    | 0,52 | 0,57 | *    | 0,45 | *    |
| 75-60 °W                                                             | *    | *    | *    | *    | 0,45 | *    | *    | *    | *    |

Как видно из таблиц 8, 9, 10 - количество и расположение частей зоны 67,5-70°N, где значения коэффициента корреляции межгодовых изменений СПА для марта, а также вариаций СПЦ над частями других зон, которые сдвинуты востоку, для периода 1998-2017гг. положительны и превышают выбранный уровень значимости (0,45), зависит от значений средней широты этих зон. Наибольшие количества подобных сегментов соответствует зонам, расположенным между параллелями 60°N и 50°N.

Если зоны, где расположены их части (В), расположены севернее зоны 67,5-70°N, то частей зоны (А) (67,5-70°N), для которых межгодовые изменения СПА значимо и положительно коррелированы с вариациями СПЦ над (В), не выявлено. Важной особенностью выявленных связей, которые существенно отличают их от связей, существующих в случаях, когда части (А) и (В) относятся к одним и тем же зонам, является их асимметрия.

Как видно из таблицы 6, если для частей (А) зоны 67,5-70°N межгодовые изменения СПА значимо и положительно коррелированы с вариациями СПЦ в

сегментах (В) других зон, то межгодовые изменения СПА в таких сегментах (В), как правило, с вариациями СПЦ в сегментах (А), не связаны.

Установлено, что среди связей, показанных в таблице 6, присутствует та, которым свойственна инвариантность к изменениям отрезка времени, на котором оценена их значимость.

Аналогичные особенности выявлены и для других месяцев, а также для случаев, когда зоны, в сегментах которых рассматриваются вариации СПЦ, расположены южнее зоны 67,5-70°N.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, установлено:

1. Инвариантные к выбору отрезка времени, на котором оценивается их значимость, дальние связи межгодовых изменений СПА над некоторыми рассматриваемыми участками поверхности внетропической зоны Северного полушария, с вариациями СПЦ в других над другими ее участками, существуют.

2. Если участки земной поверхности, которым соответствуют СПА и СПЦ, относятся к одной и той же зоне, выявленным связям между их межгодовыми изменениями на совпадающих отрезках времени свойственна симметрия.

3. Если участки земной поверхности, которым соответствуют СПА, расположены северней, чем участки, где рассматриваются СПЦ, корреляция межгодовых изменений этих показателей для многих сегментов также является значимой и положительной. Для некоторых таких участков связи между данными процессами инвариантны к выбору отрезка времени, на котором оценена их значимость. При этом такие связи всегда асимметричны.

4. Если участки земной поверхности, которым соответствуют СПА, расположены южнее, чем участки, где рассматриваются СПЦ, количество связей между этими процессами существенно сокращается, а связей, инвариантных к изменениям отрезка времени, на котором оценена их значимость, среди них не выявлено.

5. В целом полученные результаты свидетельствуют в пользу адекватности предположения о том, что причиной возникновения некоторых арктических вторжений служат вхождения в Арктику циклонов из субтропических широт Северного полушария.

## Список литературы

1. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: Юнити, 1998. 1022 с.
2. Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э. Теория колебаний. Изд. 2-е, перераб. и испр. М.: Наука, 1981. 918 с.

3. Гущина Д. Ю. Дальние связи в климатической системе // География, общество, окружающая среда. Т.6. Динамика и взаимодействие атмосферы и гидросферы. М.: Городец, 2004. С. 74–97.
4. Куликова И. А., Муравьев А. В., Реснянский Ю. Д. Синхронные и асинхронные связи между аномалиями температуры поверхностных вод Северной Атлантики и особенностями крупномасштабной циркуляции атмосферы над Северным полушарием // Метеорология и гидрология. 2010. № 2. С. 5–26.
5. Салугашвили Р. С. Дальние связи колебаний температуры воздуха на Европейской территории России в конце XX и начале XXI века // Метеорология и гидрология. 2013. №1. С. 57–66.
6. Мохов И.И., Чернокульский А.В., Акперов М.Г. и др. Изменения характеристик циклонической активности и облачности в атмосфере внетропических широт северного полушария по модельным расчетам в сопоставлении с данными реанализа и спутниковыми данными // Doklady Earth Sciences. 2009. Vol. 424. No 1. С. 147–150.
7. Мохов И. И., Мохов О. И., Петухов В. К. и др. Влияние глобальных климатических изменений на вихревую активность в атмосфере // Изв. АН СССР. Сер. ФАО. 1992. Т. 28. С. 11–26.
8. Gulev S. K., Zolina O. and Grigoriev S. Climate changes in the winter cyclogenesis over the Northern Hemisphere from the NCEP/NCAR Reanalysis data // Clim. Dynamics. 2001. 17. pp. 795–809.
9. Geng Q. and Sugi M. Possible change of extratropical cyclone activity due to enhanced greenhouse gases and sulfate aerosols—study with a high-resolution AGCM // J. Climate. 2003. V. 16. № 13. pp. 2262–2274.
10. Bengtsson L., Hodges K. I. and Roeckner E. Storm Tracks and Climate Change // J. Climate. 2006. V. 19. № 15. pp. 3518–3543.
11. Wang X. L., Swail V. R., Zwiers F. W. Climatology and changes of extratropical cyclone activity: Comparison of ERA-40 with NCEP-NCAR reanalysis for 1958–2001 // J. Climate. 2006. V. 19. № 13. pp. 3145–3166.
12. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // S. Solomon et al. Eds. Cambridge: Cambridge Univer., Press, 2007. 996 p.
13. База данных «Реанализ среднесуточных значений атмосферного давления в период начиная с 01.01.1948 г.». [Электронный ресурс]. UPL: <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/ncep.reanalysis.dailyavgs/levelsea/>
14. Закс III. Теория статистических выводов. М.: Мир. 1985. 776 с.
15. Акперов М. Г., Мохов И. И. Сравнительный анализ методов идентификации внетропических циклонов // Изв. РАН. Сер. ФАО. 2010. Т. 46, № 5. С. 620–637.
16. Raible C. C., Della-Marta P., Schwierz C. et. al. Northern Hemisphere extratropical cyclones: A comparison of detection and tracking methods and different reanalyses // Mon. Wea. Rev. 2008. V. 136. № 3. pp. 880–897.
17. Holton J. R. An Introduction to Dynamic Meteorology. Fourth Edition. Elsevier, Inc., 2004. 535 p.
18. Davis, R. E., Hayden B. R., Gay D. A. et. al. The North Atlantic subtropical anticyclone // J. Climate. 1997. V. 10. pp. 728–744.
19. Serreze M. C. Climatological aspects of cyclone development and decay in the Arctic // Atmos.-Ocean. 1995. V. 33. № 1. pp. 1–23.

**THE FAR CONNECTIONS OF CHANGES OF THE TOTAL DURATION OF  
ANTI-CYCLONES AND CYCLONES IN THE EXTRATROPICAL ZONE OF  
THE NORTHERN HEMISPHERE OF THE EARTH**

***Kholoptsev A.V., Katunina E.V.***

*Sevastopol Department of N.N. Zubov State Oceanographic Institute, Sevastopol, Russia*

*E-mail: kholoptsev@mail.ru, katun\_elena@mail.ru*

Based on the results of the NCEP / NCAR reanalysis of the average daily values of the atmospheric pressure on the earth's surface, which was reduced to sea level, the interannual changes in the total life spans of a month of anticyclones and cyclones over all areas of the extratropical zone of the Northern Hemisphere were studied.

The adequacy of the hypothesis of the existence of long-range relationships between the interannual changes in the total durations of anticyclones and cyclones over certain regions of the extratropical zone of the Northern Hemisphere has been verified.

The surface areas of a given zone, for which far connections between the processes under consideration, exist, are identified.

As a consequence of these connections between processes, that are considered, there are a significant positive correlation.

It is shown, that if such sections are located on the same parallel, the identified connections are symmetrical (their significance does not depend on which of them the indicator refers to anticyclones, and for which to cyclones).

If the site, where the changes in the total duration of the existence of anticyclones are studied, is located to the north, than the site for which variations of the analogous characteristic of cyclones are considered, the connection between these processes does not have this feature.

It is established, that the long-range bonds studied have an invariance to the choice of the time interval, at which their characteristics are estimated. They are statistically significant at any time intervals of more than 20 years, which refer to the period 1948-2017.

The peculiarities of the revealed connections allow us to admit, that in the future they will retain their significance. As a consequence, their consideration in forecasting the processes under consideration seems appropriate.

The characteristics of the connections, that are being considered, demonstrate the adequacy of the assumption, that the corresponding entry into the Arctic of southern cyclones can serve as the reason for the occurrence of Arctic intrusions that reach the identified sites.

**Key words:** total duration of life, cyclone, anticyclone, long-distance connections, interannual changes, correlation, reanalysis.

**Keywords:** total duration of life, cyclone, anticyclone, long-distance connections, interannual changes, correlation, reanalysis.

## References

1. Ajvazyan S.A., Mhitaryan V. S. *Prikladnaya statistika i osnovy ehkonometriki* (Applied statistics and the foundations of econometrics). Moscow: YUniti (Publ.), 1998, 1022 p. (in Russian).
2. Andronov A. A., Vitt A. A., Hajkin S. Eh. *Teoriya kolebanij* (The theory of oscillations). 2-e izd., pererab. i ispr.. Moscow: Nauka (Publ.), 1981, 918 p. (in Russian).
3. Gushchina D.YU. *Dal'nie svyazi v klimaticheskoy sisteme* (Long-range links in the climate system). Geografiya, obshchestvo, okruzhayushchaya sreda. T.6.: *Dinamika i vzaimodejstvie atmosfery i gidrosfery*. Moscow: Gorodec (Publ.), 2004, pp. 74-97 (in Russian).
4. Kulikova I.A. *Sinhronnye i asinhronnye svyazi mezhdu anomaliyami temperatury poverhnostnykh vod Severnoj Atlantiki i osobennostyami krupnomasshtabnoj cirkulyacii atmosfery nad Severnym polushariem* (Synchronous and asynchronous communications between anomalies of temperature of a surface water of Northern Atlantic and the features of large-scale atmospheric circulation over the Northern Hemisphere). I. A. Kulikova, A. V. Murav'ev, YU.D. Resnyanskij). *Meteorologiya i gidrologiya*, 2010, no. 2, pp. 5-26 (in Russian).
5. Salugashvili R.S. *Dal'nie svyazi kolebanij temperatury vozduha na Evropejskoj territorii Rossii v konce HKH i nachale HKH veka* (Long-distance connections of air temperature fluctuations in European Russia at the end of the 20th and beginning of the 21st century). *Meteorologiya i gidrologiya*, 2013, no. 1, pp. 57-66 (in Russian).
6. I. I. Mohov, A. V. Chernokul'skij, M. G. Akperov, ZH. Dyufren, EH. Le Tryot. *Izmeneniya harakteristik ciklonicheskoy aktivnosti i oblachnosti v atmosfere vnetropicheskikh shirot severnogo polushariya po model'nym raschetam v sopostavlenii s dannymi reanaliza i sputnikovymi dannymi* (Changes in the characteristics of cyclonic activity and cloudiness in the atmosphere of the extratropical latitudes of the northern hemisphere according to model calculations in comparison with reanalysis data and satellite data). *DokladyEarthSciences*, 2009, vol. 424, no. 1, pp. 147-150 (in Russian).
7. Mohov I.I., O.I. Mohov, V.K. Petuhov, R.R. Hajrullin. *Vliyanie global'nykh klimaticheskikh izmenenij na vihevuyu aktivnost' v atmosfere* (The influence of global climate changes on the vortex activity in the atmosphere). Ser. FAO. Moscow: *Izv AN SSSR* (Publ.), 1992, t. 28, pp. 11-26 (in Russian).
8. Gulev S.K., O. Zolina, and S. Grigoriev. *Climate changes in the winter cyclogenesis over the Northern Hemisphere from the NCEP/NCAR Reanalysis data*. *Clim. Dynamics*, 2001, 17, pp. 795-809. (in English).
9. Geng Q. and Sugi M. *Possible change of extratropical cyclone activity due to enhanced greenhouse gases and sulfate aerosols—study with a high-resolution AGCM*. *J. Climate*, 2003, Vol.16, no. 13, pp. 2262-2274. (in English).
10. Bengtsson L., Hodges K. I. and Roeckner E. *Storm Tracks and Climate Change*. *J. Climate*, 2006, Vol. 19, no. 15, pp. 3518-3543. (in English).
11. Wang X.L., Swail V.R., Zwiers F.W. *Climatology and changes of extratropical cyclone activity: Comparison of ERA-40 with NCEP-NCAR reanalysis for 1958-2001*. *J. Climate*, 2006, Vol. 19, no. 13, pp. 3145-3166. (in English).
12. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. S. Solomon et al. Eds. Cambridge: CambridgeUniv (Publ.), 2007, 996 p. (in English).
13. Baza dannyh «Renaliz srednesutochnykh znachenij atmosfernogo davleniya v period nachinaya s 01.01.1948 g.» (Database "Renalysis of average daily atmospheric pressure values in the period starting from 01.01.1948."). [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/ncep.reanalysis.dailyavgs/levelsea/>
14. Zaks Sh. *Teoriya statisticheskikh vyvodov* (The theory of statistical conclusions). Moscow: Mir (Publ.), 1985, 776 p. (in Russian).
15. Akperov M.G., Mohov I.I. *Sravnitel'nyj analiz metodov identifikacii vnetropicheskikh ciklonov* (Comparative analysis of methods of identification of extra tropical cyclones). Ser. FAO. Moscow: *Izv. RAN* (Publ.), 2010, t. 46, no. 5, pp. 620-637 (in Russian).



16. Raible C.C., Della-Marta P., Schwierz C., Wernli H., Blender R. Northern Hemisphere extratropical cyclones: A comparison of detection and tracking methods and different. *Mon. Wea. Rev.*, 2008, Vol. 136, no.3, pp. 880-897. (in English).
17. Holton J. R. *An Introduction to Dynamic Meteorology*. Fourth Edition. Elsevier, Inc. (Publ.), 2004, 535 p. (in English).
18. Davis, R.E., B.R. Hayden, D.A. Gay, W.L. Phillips, and G.V. Jones. The North Atlantic subtropical anticyclone. *J.Climate*, 1997, Vol.10, pp. 728-744. (in English).
19. Serreze M.C. Climatological aspects of cyclone development and decay in the Arctic. *Atmos.-Ocean*. 1995, Vol. 33, no. 1, pp. 1-23. (in English).

**РАЗДЕЛ 6.**  
**ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА**

**УДК: 551.1/4 (477.75)**

**ТЕКТОНИКА КАРАБИЙСКОГО МАССИВА В КРЫМУ**

**Юдин В. В.**

*МОО Крымская Академия наук, Симферополь, Российская федерация.  
E-mail: yudin\_v\_v@mail.ru*

Рассмотрены противоречивые предшествующие представления о тектонике района Караби, Долгоруковской, Тырке и Демерджийской яйл Горного Крыма. На основании многолетних геологических исследований впервые создана структурно сбалансированная модель строения района (геологическая карта, два тектонотипических разреза и детальные интерпретации сложных складчато-надвиговых структур). Показано, что единый Карабийский массив, сложенный верхнеюрскими известняками, представляет собой олистоплак в составе раннемеловой Горнокрымской олистостромы. В основном он подстилается более молодыми толщами нижнего мела. В олигоцен–четвертичное время массив был осложнен надвигами, сдвига-надвигами и ретронадвигом с принадвиговыми складками. Выявленное строение соответствует разработанной ранее геодинамической модели Горного Крыма.

**Ключевые слова:** Горный Крым, Караби яйла, тектоника, надвиги, олистострома.

**ВВЕДЕНИЕ**

Крупный (15х25 км) Карабийский (Караби-Долгоруковский) массив расположен в центральной части Горного Крыма. Большинство исследователей считает, что он сложен верхнеюрскими известняками, которые подстилаются терригенными породами юры – верхнего триаса [1, 2, 3, 4] и др. По чисто географическим критериям на территории единого массива выделяются три безлесые яйлы – Карабийская, Долгоруковская и Орта-Сырт. Яйлы условно разделены залесёнными долинами рек Бурульча и Суат. Южнее расположен, отделенный разрывами Тырке-Демерджийский известняковый массив, в котором по тем же географическим критериям выделяются одноименные яйлы. В 2-4 км западнее обособлен Чатырдагский массив, сложенный аналогичными известняками. Его тектоника описана ранее в отдельной статье [5].

Важность правильного понимания геологического строения Карабийского массива в первую очередь связана с тем, что многочисленные карстовые источники и истоки малых рек по его периферии определяют водоснабжение ряда поселков Предгорного Крыма. Значительную роль при этом имеет точное определение морфологии и кинематики водопроводящих разрывов. Кроме того, от корректной геолого-тектонической модели зависит прогноз и рациональное использование ресурсов подземных вод полуострова, включая питание артезианского бассейна в его равнинной части. В научном плане тектоника района должна соответствовать современным представлениям о строении и развитии всего Горного Крыма.

Несмотря на более чем 100-летние исследования, геология Карабийского массива остается наименее изученной в Горном Крыму. Это связано с трудной

доступностью района из-за отсутствия хороших дорог, ограничениями свободного посещения Геологического и Ботанического заказников, а также со значительной сложностью геологического строения. Слово «Караби», в переводе с тюркского, означает «черный паук», или «сильный, мощный». Соответственно Караби-яйла символично переводится как «пастбище чёрного паука» или как «место неожиданных бедствий».

В плане граница Карабийского массива определяется контурами выходов на поверхность верхнеюрских известняков. Вследствие разной литологии окружающих пород, она достаточно четко выражена в рельефе. Однако на геологических картах разных авторов очертания массивов значительно отличаются. Например, на карте 1910 г. под редакцией К. К. Фохта, Чатырдагский и Карабийский массивы были объединены. В последующих интерпретациях разных авторов под редакцией М. В. Муратова (1967-1984 гг.) контуры выхода известняков разные. На государственной геологической карте 2008 г. [6] в центральной полосе Карабийского массива выделен огромный (4x12 км) грабен, заполненный терригенными породами демерджийской свиты ( $J_3dm$ ). И, наконец, на карте 2016 года под редакцией С. В. Белецкого, вся юго-восточная половина Караби яйлы показана как площадь выхода не карстующихся терригенных пород разных свит верхней, средней и даже нижней юры ( $J_{2-3bp}+J_3dm$ ,  $J_{1-2sk}+J_{1af}$ ). Как следствие, контур известнякового массива был уменьшен наполовину.

Общепринятая модель геологического строения района отсутствует. Причиной тому были разные теоретические взгляды исследователей – от фиксизма с вертикально-разломно-блоковыми моделями, до структурного мобилизма с надвигами и шарьяжами. В последние 25 лет к ним добавились модели, основанные на теории актуалистической геодинамики. Противоречивость представлений о тектонике района видна при сопоставлении разрывов в интерпретациях разных исследователей (рис. 1).

Анализ положения и сравнение разрывов на рисунке 1 проводилось в многослойном файле программы CorelDRAW. В основание макета с топографической карты была скопирована речная сеть и береговая линия Черного моря. Затем двенадцать предшествующих геологических карт разных авторов в формате jpg были вставлены в файл отдельными слоями. Каждая из карт была тщательно масштабирована до полного совмещения положения рек, оврагов и береговой линии моря. После этого в отдельном слое разным цветом были обведены разрывы, выделенные по данным разных авторов.

Как видно на рисунке 1, положение разрывов, их морфология и кинематика по данным разных исследователей настолько противоречивы, что достойны отдельной историко-геологической публикации с рассмотрением дискуссионных критериев выделения конкретных объектов, в которых эти разрывы выделялись. Приведем некоторые примеры.

На геологической карте 2008 г. [6] Л. А. Фиколина с соавторами выделила Тайкобинский «разлом» неясной морфологии и кинематики. Он имел СЗ простирание и без смещений пересекал напластования юрских пород, а также линию гипотетического «Суатканского сброса северного наклона вдоль

Долгоруковского разлома глубокого заложения». Висячем северном крыле этого «сброса» были показаны более древние породы, чем в лежащем крыле. Хотя в висячих крыльях сбросов по определению должны выходить более молодые породы, а не наоборот.

Столь же нереальным является грабен, выделенный на государственных геологических картах 2008 и 2016 гг. В его осевой зоне на южной половине Карабийлы нарисованы выходы средне-верхнеюрских терригенных пород, которые более древние, чем на плечах «грабена». Отсутствие таких пород подтверждено не только многими геологами за 100 лет, но и наличием десятков карстовых пещер и шахт, включая глубочайшую в Крыму пещеру шахту Солдатскую, глубиной более 500 м. Поэтому и «грабен» и «сброс вдоль разлома глубокого заложения» представляются не более чем предположениями, которые противоречат геологическим данным. Как будет показано ниже, разрыв в районе г. Тай-Коба представляет собой надвиг северного наклона. Он сопровождается принадвиговыми складками и имеет восток-северо-восточное простирание, что четко определяется по несоответствию положения поверхностей напластования в плане и в разрезе.

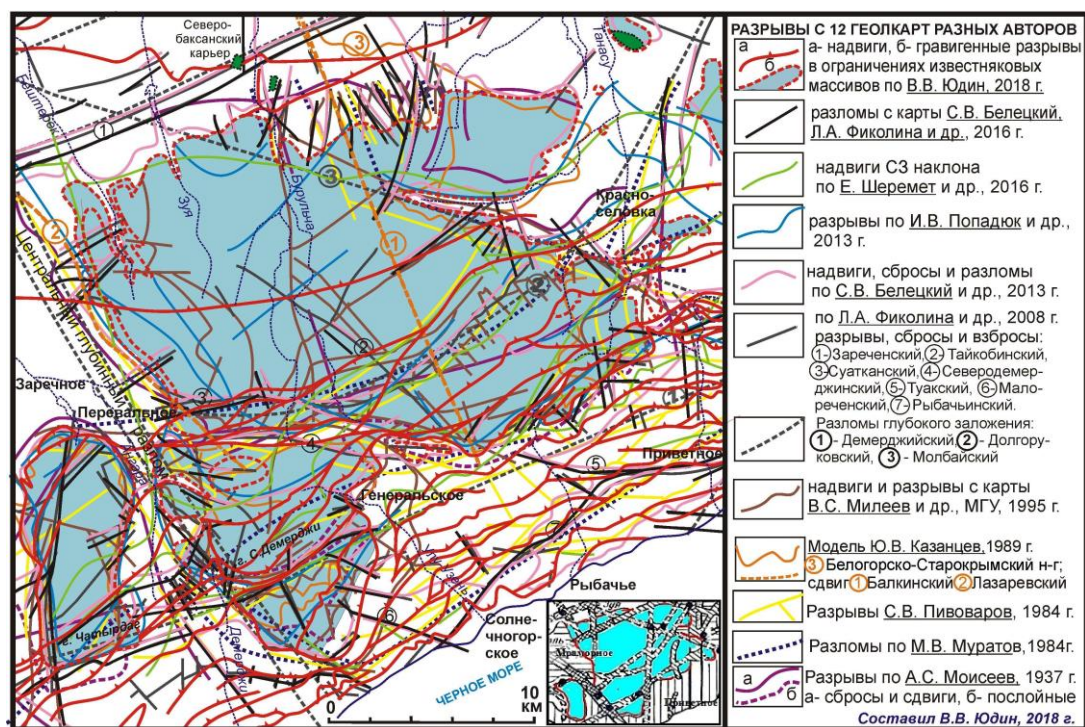


Рис. 1. Сопоставление разрывных нарушений в районе Карабийского массива по данным разных авторов. Внизу на врезке – зоны обводненных «разломов» по А. А. Пасынкову [7].

Еще более проблематичными являются интерпретации сторонников гипотезы регматической ортогональной или диагональной сети разломов в публикациях Л. С. Борисенко, О. Б. Гинтова, А. А. Пасынкова, Ю. М. Вольфмана и др. На врезке рисунка 1, показаны «обводненные зоны сквозных глубинных и межблоковых разломов», в современном понимании соавторов статьи [7]. Отметим, что эти широкие прямолинейные зоны не вполне совпадают с разрывами других исследователей и даже самих соавторов. Например, в 2018 году были опубликованы две немасштабные карты «морфоструктурных элементов трех порядков» Караби-Яйлы, которые считались вертикальными прямолинейными «зонами разломов и повышенной трещиноватости» [8]. Положение этих зон во многом не совпадает с их же картой, опубликованной годом ранее [7] и полностью не соответствует надвигам, выделенным нами по структурно-геологическим данным.

Выделенные «зоны разломов и повышенной трещиноватости» считаются соавторами статей [7, 8] главными структурами, которые контролируют мощности, фации пород и движения подземных вод. К ним, и особенно к узлам их пересечений, по мнению А. А. Пасынкова, приурочены главные родники, что по нашим данным не соответствует действительности. Например, мощный источник Карасу-Баши не связан с широкими вертикальными «разломами» и тем более с их пересечениями. Здесь, на северо-восточном крае Карабийского массива, верхнеюрские известняки полого, под углом  $10^\circ$  наклонены на север. Как и везде вокруг Карабийского массива в подошве известняков у источника развита субгоризонтальная зона гравигенного дробления и крупные олистолиты. Расположенные гипсометрически ниже породы раннего мела залегают горизонтально или наклонены под углами  $5\text{--}10^\circ$ . Их напластования четко дешифрируются в виде ненарушенных пластовых треугольников в долине р. Кучук-Карасу, что не дает геологических оснований для выделения таких «разломов». Кроме того, индикаторные опыты на Караби-Яйле методом окрашивания флюоресцином воды (в шахте Солдатской, в скважине ГПВ-67, расположенной в 1 км к юго-западу, и в поноре истоков р. Суат) по [9, 10] показывают явное несоответствие движений подземных вод с «обводненными разломами» по [7, 8].

Мнения геологов о кинематических типах разрывов в районе также противоречивы. Большинство из них традиционно считает, что это сбросы, редкие взбросы или просто серия субвертикальных «разломов» без определения кинематики [2, 4, 6] и мн. др. Вторая группа исследователей более 100 лет обосновывает здесь наличие надвигов и даже шарьяжей [1, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. Таким образом, можно констатировать, что единая общепризнанная тектоническая модель строения рассматриваемого района отсутствует. Это требует пересмотра ранее выделенных здесь конкретных структур и обоснования геометрически реальной, сбалансированной модели строения.

**Соотношение известняковых массивов с подстилающими осадочными комплексами** трактуется по-разному и дискутируется более семидесяти лет. В настоящее время сосуществуют три взаимоисключающие гипотезы.

Согласно первоначальной (мобилистской) интерпретации 1900-1935 гг. А. С. Моисеева, Н. И. Андрусова, Д. В. Соколова, Н. А. Преображенского и др.,

Карабийский массив значительно смещен надвигами и, по сути, представляет собой тектонический останец [1 и др.]. После многолетнего забвения, эта концепция была возрождена Ю.В. Казанцевым. По его представлениям верхнеюрские массивы Крыма в большинстве своем аллохтонные. Они слагают останцы ранее единого эндогенного «Покрова Яйлы», надвинутого с юга. [11]. Впоследствии такое же строение поддерживали В. Е. Хаин, С. Е. Смирнов, И. В. Попадюк, С. С. Круглов и др.

По нашему мнению, такой тектонической модели противоречит, во-первых, отсутствие в основании останцов Покрова Яйлы гидротермальной минерализации. Во-вторых, корневая зона шарьяжей должна быть наиболее приподнятой, чего нет в Черном море, где в батиалях и субабиссали по данным сейсморазведки надвиги имеют обратный, северный наклон сместителей. В-третьих, асимметрия складчато-надвиговых структур всего Горного Крыма свидетельствует о шарьировании с севера, а не с юга.

Другая группа исследователей из Московского госуниверситета (В. С. Милеев, С. Б. Розанов, Е. Ю. Барабошкин и др.), разделяя представления об эндогенном аллохтонном залегании Карабийского массива, обосновывала шарьирование его с севера, из Лозовской зоны смятия [13]. Однако реально, на севере геологически обоснованная корневая зона «Покрова Яйлы» отсутствует [16, 19]. То есть, с позиций структурного мобилизма, Карабийский массив рассматривались как останец эндогенного покрова с корневой зоной на юге или, наоборот, на севере.

Вторая (фиксистская) интерпретация разделялась большинством геологов более 60 лет. По представлениям М. В. Муратова и его последователей, считалось, что верхнеюрские известняки расположены на месте своего образования. Они залегают на флишевых отложениях верхнего триаса – средней юры и имеют стратиграфические контакты, в том числе и с перекрывающими нижнемеловыми породами [2, 3, 4, 6, 20 и др.]. Контакты в основании верхнеюрских массивов рассматривались как стратиграфические (согласные, несогласные или ингрессионные). В случае явных несоответствий, по краям массивов на геологических картах рисовались сбросы, грабены или серия вертикальных «разломов». Некорректность таких интерпретаций рассмотрена в ряде статей и в монографии [16]. Дискуссии о строении конкретных участков продолжались много лет. Они подошли к логичному решению после анализа современных хаотических комплексов и выделения Горнокрымской олистостромы.

Третья (сбалансированная геодинамическая интерпретация) разработана нами с выделением гравитационных микститов. Согласно этой модели, массивы верхнеюрских известняков имеют оползневую природу. Они представляют собой олистолиты и олистоплаки (огромные плоские олистолиты) Горнокрымской олистостромы, которые сползли к северу в конце раннего мела [14, 15, 16, 21, 22, 23 и др.]. Затем в кайнозой часть массива была осложнена эндогенными надвигами и Массандровской олистостромой, что привело к их сложному взаимному положению с лежащими ниже комплексами. Олистостромовая модель хорошо объясняет, казалось бы, взаимоисключающие факты. К ним относятся: стратиграфическое наложение меловых толщ при «впахивании» северных фронтальных краев массивов;

псевдоингрессионные контакты с брекчированием в боковых краях олистолитов, а также явно тектонические (гравигенно-тектонические) брекчии и хаотические зеркала скольжения субгоризонтальных разрывов в основании массивов, под которыми местами выявлены более молодые толщи раннего мела. В концепции раннемеловой Горнокрымской олистостромы противоречивые модели строения в разных участках Карабийского и других массивов из верхнеюрских известняков получили единое логическое объяснение [16]. На составленных нами геологических картах и разрезах верхнеюрские известняки были оконтурены разными типами тектонических контактов. В основании и по контуру – гравигенно-тектоническим контактом, а при наличии доказательств – эндогенными кайнозойскими надвигами и ретронадвигами [15, 18].

О породах, подстилающих верхнеюрские толщи Карабийского массива, существуют разные представления. Поскольку глубоких скважин до основания массива нет, с позиций фиксизма упрощенно и, казалось бы, логично считалось, что под северной частью массива на глубине 300-500 м. несогласно залегают более древние терригенные породы таврической серии и средней юры. При этом, окружающая в плане глинистая нижнемеловая толща перекрывает известняки [2, 4, 6, 10, 20 и др.]. В концепции структурного мобилизма, под верхнеюрскими известняками через эндогенно-тектонический контакт шарьяжа также интерпретировались триас-среднеюрские отложения [13, 24]. И лишь в модели Ю.В. Казанцева на севере Долгоруковского покрова под известняками в автохтоне предполагалась толща нижнего мела [12, рис. 22].

Однако 20 лет назад на многих объектах Крыма нами было обосновано, что: «Верхнеюрские мраморовидные известняки и конгломераты слагают олистолиты и олистоплаки в нижнемеловой Горнокрымской олистостроме. Они залегают через гравигенно-тектонические контакты на и внутри толщи нижнего мела, а при ее пережатии в процессе смещения – на флише таврической серии, среднеюрской молассе и тектонических меланжах. Сползание массивов на расстояние до 20-30 км происходило с юга. Оно связывается с располагавшимся южнее меловым поднятием, предшествовавшим рифтогенному раскрытию Черноморской впадины» [23, стр. 668].

Как будет показано далее, в обнажениях Карабийского массива на периферии выходов известняков верхней юры через пологую зону экзогенно-тектонического контакта с брекчиями ниже залегают локально смятые более молодые нижнемеловые глины [16]. Кроме того, за пределами Карабийского массива, по результатам бурения ряда скважин, под нижнемеловыми породами верхнеюрские известняки отсутствуют, и вскрыт флиш таврической формации или породы средней юры. Объяснить такой парадокс, по нашему мнению, можно лишь в концепции олистостромы.

Поэтому, и предшествующие и современные представления фиксизма о том, что под верхнеюрскими известняками Карабийского массива залегают только породы таврической серии и средней юры, а толщи нижнего мела повсеместно налегают на известняки со стратиграфическим несогласием, представляется неверными. Обоснование тому на конкретных геологических объектах изложено ниже. Форма подошвы Карабийского, Тырке-Демерджийского и Чатырдагского массивов, а также новая методика ее определения изложены в отдельной публикации [25].



Целью настоящей работы является создание современной структурно сбалансированной модели тектонического строения Карабийского (Караби-Долгоруковского) района с учетом противоречивых предшествующих и полученных автором новых данных, основанных на детальном изучении тектонических структур.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Границы и тектоника известняковых массивов рассматриваемого района в настоящей статье приняты в соответствии с последней опубликованной сбалансированной геологической картой 2018 года [18]. Она построена по данным 25-летнего личного изучения, а также анализа данных всех предшествующих исследований и геологических съемок. Уточненный вариант геологической карты Карабийского массива и прилегающих к нему районов приведен на (рис. 2).

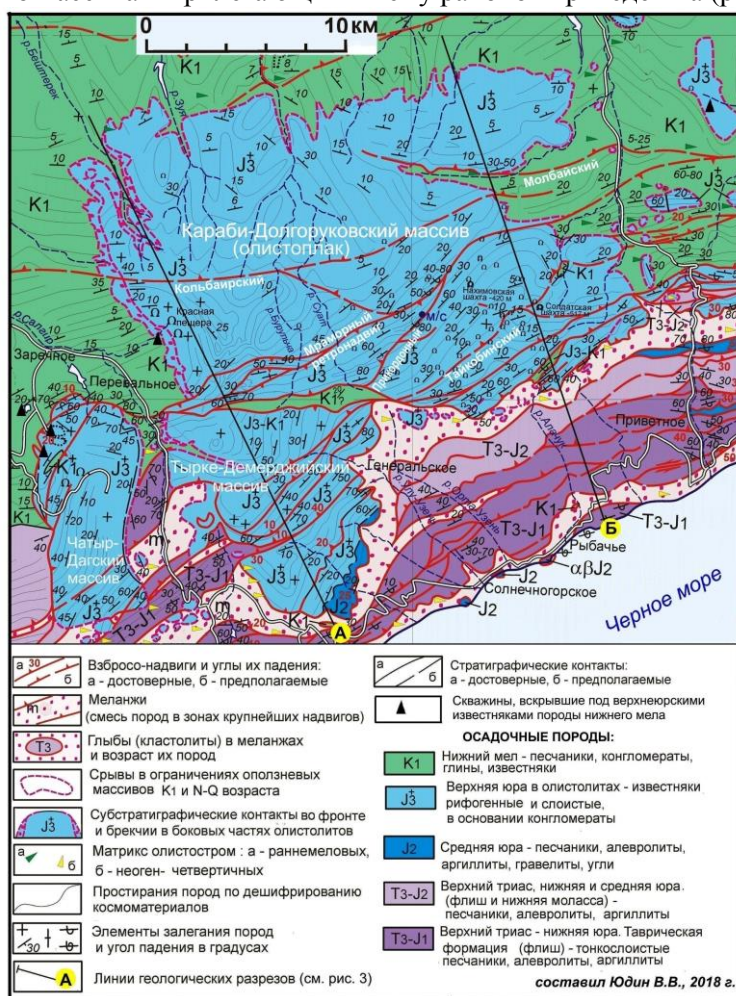


Рис. 2. Геологическая карта района Караби-Долгоруковского) массива.



**Методика изучения тектоники** рассматриваемого района имеет специфические особенности, отличные от стандартных требований к геологическим съемкам [16]. Кроме непосредственного полевого изучения (преимущественно методом пересечений структур с их заверкой по простиранию), большое внимание уделялось дистанционным методам. В первую очередь к ним относится использование программы Google Earth. Она позволяет очень детально дешифровать и проследивать подтвержденные полевыми наблюдениями слои известняков на яйлах, а также выявлять несоответствие простираций пород в крыльях трассируемых разрывов в плане (тонкие линии на рис. 2). При детальном рассмотрении четко дешифрируются мелкие принадвиговые складки, а также положение и формы подстилающих известняки контактов в плане. Особенно хорошо они видны при виртуальном облете сложно построенных объектов в крест и по простиранию структур, что очень важно для правильного понимания объемной модели строения на крутых краях массива.

Вторым важным дистанционным методом является использование современной фото- и киноаппаратуры. Высокая разрешающая способность цифровых фотоаппаратов позволила в разных ракурсах детализировать на составленных фотопанорамах положение и детали строения надвигов и принадвиговых складок с их точной привязкой. Отметим, что однотипный рельеф яйл с многочисленными карстовыми воронками и запутанными дорогами в большинстве случаев позволяет сделать достоверную привязку конкретных структур и фото только с использованием GPS. В Карабийском районе автором сделаны многие сотни фото, объединенные в фотопанорамы, ориентированные для наглядности в крест простираения структур. Они позволили понять и детализировать строение массива в разрезе.

Кроме личных фотоматериалов при составлении тектонической модели массива использовались многочисленные фотографии из интернета, а также доступные там же кинофильмы о Караби-яйле. Наиболее информативными оказались фильмы с использованием летающих дронов, которые дают возможность рассматривать детали строения еще более четко, чем в программе Google Earth. Примерами тому являются съемки с дронов в урочище Суат и в районе кордона Пчелиное

<https://www.youtube.com/watch?v=j3tEXlOPtRg>,  
<https://www.youtube.com/watch?v=xGgvis3s36M>

При составлении геологических разрезов, кроме непосредственного полевого изучения, важной доказательной базой выделения разрывов, тектонических чешуй, меланжей и складок было их дешифрирование на сделанных фото и фотопанорамах (рис. 3, фотодетализации). Положение двух составленных тектонотипических разрезов и строение между ними, показано на геологической карте рис. 1.

**1. Геологический разрез г. Демерджи – с. Соловьевка** (рис. 3-А) показывает строение западной части Карабийского массива. Разрез был составлен нами 25 лет назад в масштабе 1:25000 и много лет детализировался при доизучении. Подкупающе хороший визуальный вид с шоссе Алушта–Симферополь, привел к созданию здесь очень разных схематичных моделей, включенных в публикации [4, 11, 24] и др. Все они были приведены на рис. 5.6.1 в монографии [16]. Подчеркнем,

что эти разрезы-рисунки основывались больше на теоретических представлениях авторов, чем на детальном изучении конкретных дислокаций непосредственно на линии разреза.

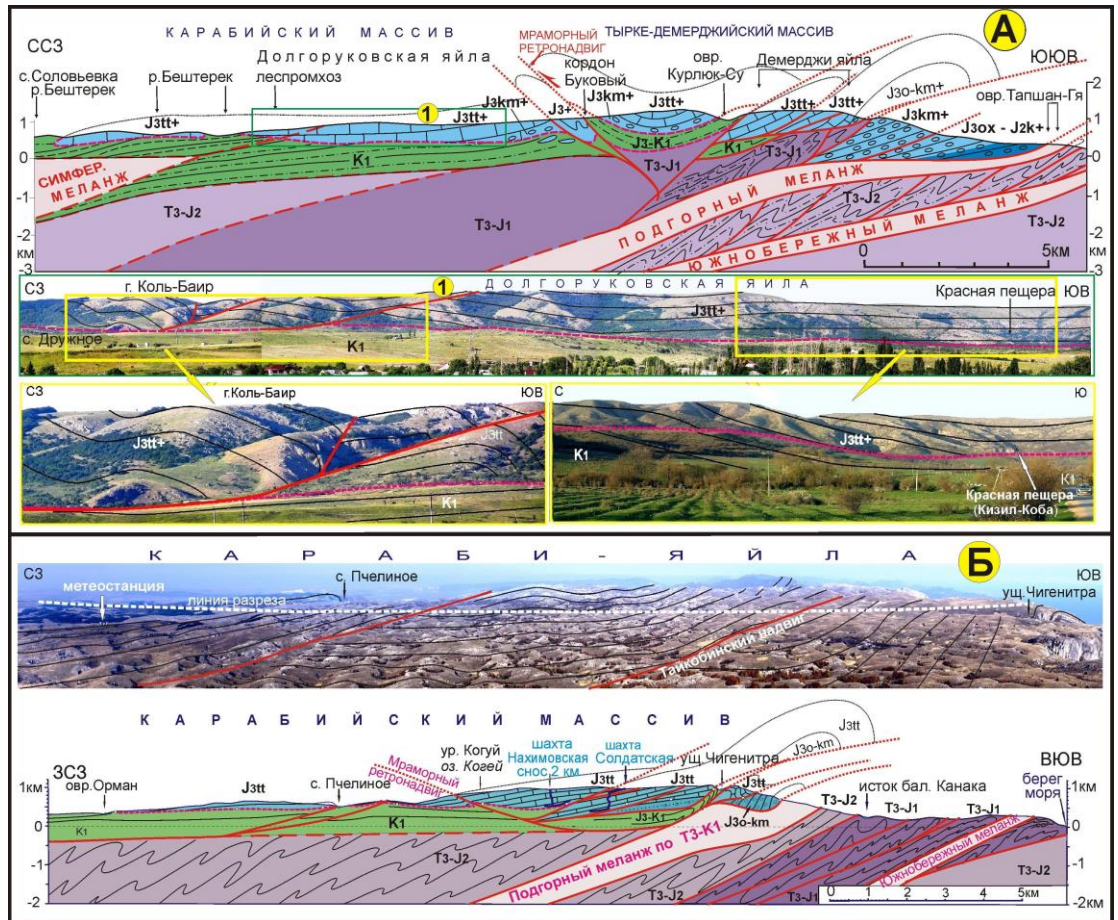


Рис. 3. Геологические разрезы Карабийского массива с фотодетализациями (положение разрезов и условные обозначения см. на рис. 2).

С позиций фиксизма вдоль профиля выделялись вертикальные и круто падающие «разломы», включая «глубинные и глубокого заложения», а также крупные сбросы и сдвиги с локальными взбросами. При внешнем сходстве рисунков, существенное различие в этой группе моделей заключалось в несовпадении положения несбалансированных «разломов» на профилях и картах разных авторов (рис. 1).

Например, на разрезе к геологической карте 2008 года [6] между массивами Северной и Южной Демерджи был показан надвиг южного падения, именуемый «Демерджи́йским разломом глубокого заложения». Другими геологами этот же

разрыв интерпретировался как сброс растяжения [4, 24]. Некорректность таких интерпретаций изложена в монографии [16], где показано, что надвиг падает на север.

С позиций структурного мобилизма вдоль разреза ранее были составлены две модели строения. Согласно первой из них, [11, 12], предлагалось южное положение корней Шарьяжа Яйлы с абсолютизацией северо-западной вергентности складок и юго-восточного падения надвигов. По второй модели соавторов из МГУ, корни шарьяжа с зоной эндогенного срыва в основании верхнеюрского комплекса пород предполагались в «Лозовской зоне смятия» на северо-западе массива. Однако такое предположение не следует из рисовки опубликованного ими схематичного разреза [13, рис. 1-Г]. Совместить противоречивые предшествующие построения по рассматриваемому разрезу в единую и тем более в сбалансированную модель было невозможно.

В отличие от немасштабных и умозрительных разрезов-рисунков, в публикациях [4, 11, 24 и др.], составленный нами разрез Демерджи – с. Соловьевка строился по детальной полосовой геологической карте с учетом реального рельефа, конкретных элементов залегания пород и разрывов, а также с использованием разных дистанционных методов [15, 16, 17, 18]. Разрез и полосовые карты сопровождаются многочисленными детализациями, вплоть до конкретных фрагментов мелких структур и обнажений. Ниже приведена обобщенная часть этих материалов и краткое описание новых уточненных интерпретаций.

В юго-восточной части профиля чешуйчато-надвиговое строение района г. Южная Демерджи и Демерджи яйлы описано в монографии [16, стр. 205–219] и детально показано в фотоатласе [17, стр. 144–147]. В заключительной интерпретации этой сложной структуры была составлена уточненная модель сбалансированного строения с учетом срезанной денудацией части фронта шарьяжа (пунктирные линии в воздухе на рис. 3-А). Ранее надвиговой клин оксфорд-киммериджских конгломератов г. Южная Демерджи не допускал приведения верхнеюрских толщ в доскладчатое положение. В новой интерпретации, дислоцированные толщи не только допускают палинспастическую реконструкцию, но и соответствуют строению по простиранию на параллельных разрезах (рис. 2, 3-А и 3-Б).

Расположенные севернее по описываемому разрезу Демерджи яйла и Тырке яйла, ранее выделялись по чисто географическому принципу. В тектоническом аспекте они представляют собой единый Тырке-Демерджийский массив из верхнеюрско-нижнемеловых отложений, нарушенных надвигами северо-западного падения (рис. 2, 3). Подчеркнем, что в долине р. Ангара под конгломератами и известняками верхней юры обнажены глинистые породы параавтохтона с фауной нижнего мела. Они известны по обнажениям в низовьях овра. Курлюк-Су и севернее его устья вдоль шоссе до с. Перевальное, а также доказаны бурением (рис. 2).

Юго-западная граница Карабийского массива с Тырке-Демерджийским массивом – тектоническая. Она имеет очень сложное строение за счет надвигов, ретронадвигов и приразрывных складок. Как видно на геологической карте (рис. 2),



простираения пород на границе этих массивов резко отличаются. Верхнеюрские известняки в зоне сочленения вздыблены до  $70-80^\circ$  и смяты в принадвиговые и сдвиго-надвиговые складки, четко выраженные в плане и в разрезе (рис. 4).

Мраморный ретронадвиг и связанные с ним дислокации выявлены севернее Букового кордона [16]. Структуры представлены серией разветвляющихся разрывов юго-восточного падения и складками, запрокинутыми к северо-западу (рис. 4-а).

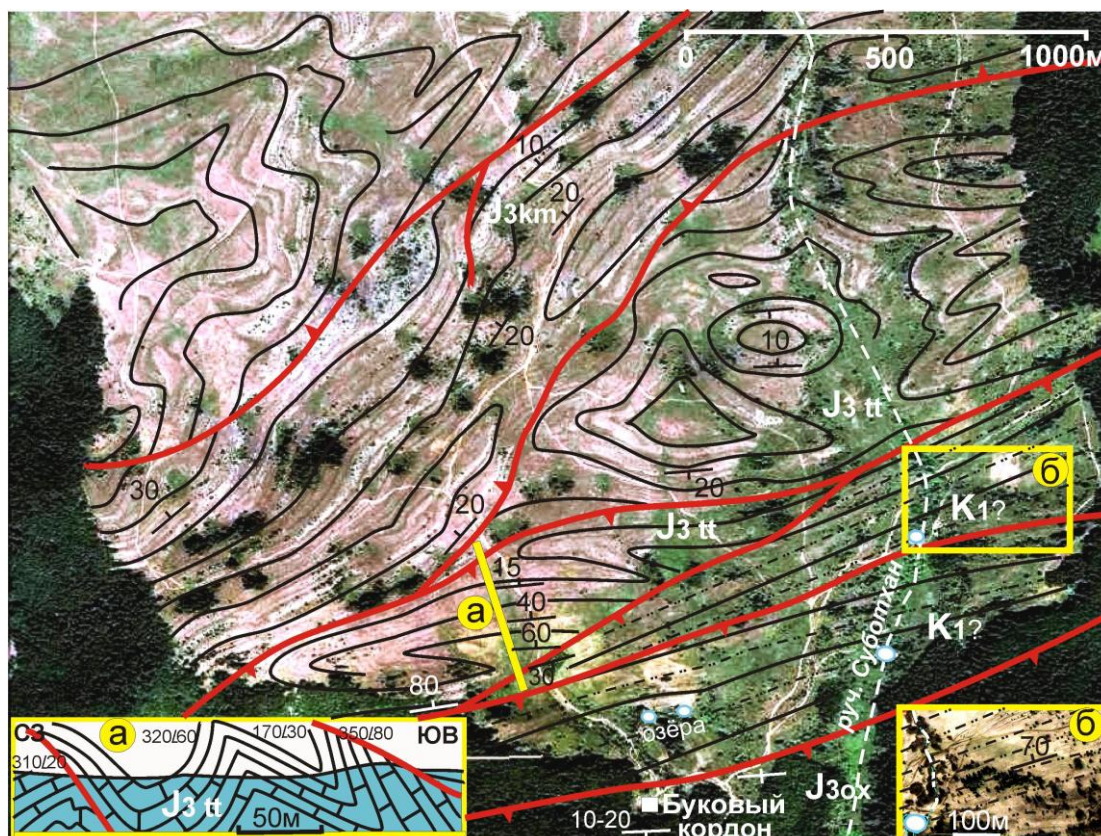


Рис. 4. Принадвиговые дислокации на юго-западной границе Карабийского массива. На врезках: а – разрез по фотопанораме и его положение; б – терригенная толща предположительно нижнего мела.

Слоистые известняки смяты в линейные и в брахиформные складки. Это позволяет допускать в надвигах значительную левосдвиговую составляющую. Система Мраморного ретронадвиг прослеживается здесь от северного ограничения Чатырдагского массива, следуя горному рельефу и пологому южному наклону сместителя (рис. 2). Поскольку главные надвиги Крыма имеют северное падение, Мраморный ретронадвиг образует крупную Горнокрымскую структуру поп-ап [16].

Полоса выходов пород между Карабийским и Тырке-Демерджийским массивами много лет понималась по-разному. В зоне их сочленения выделялись или

флиш таврической серии Т<sub>3</sub>–J<sub>1</sub>. по [2, 3, 12], или известняки титонского яруса верхней юры по [4, 11, 24], или терригенные породы средней-верхней юры по [6, 26].

В действительности, южнее Букового кордона на поверхность выходит песчано-гравелитовая толща с редкими прослоями известняков. Она наклонена к югу под углами 10–20°, а в крайне северных приразрывных выходах залегает субвертикально (рис. 4). Литологически эта толща аналогична гравелито-конгломератам южного склона г. Южная Демерджи, где определена фауна оксфорда – киммериджа.

Севернее этих выходов выходит полукилометровая полоса тонкослоистых глинисто-песчаных пород (рис. 4). По литологии и слабой литификации глин, они сходны с датированной по фауне нижнемеловой толщей, известной вдоль всего западного края Долгоруковской яйлы. Слои здесь круто наклонены к северу под углами 50–70°, что отмечал еще Ю.В. Казанцев [12]. Поскольку триасовой, среднеюрской и позднеюрской фауны в породах этой полосы не определялось, мы по литологическому сходству относим глинисто-терригенную толщу к нижнему мелу (рис. 2, 4). Такая интерпретация возраста соответствует кинематике разрывов рассматриваемого и окружающих районов. О выходах глинистых пород (а не титонских известняков) здесь также свидетельствует наличие мелких озер и прудов, источников и мелко-меандрирующее русло руч. Суботхан. (рис. 4). Восточнее по простиранию эта же полоса выходов глинисто-песчаной толщи, шириной в сотни метров, прослеживается в залесённом районе на 7 км до истоков р. Суат (рис. 2).

Геология района истоков р. Суат (ур. Водопой) также много лет понимается по-разному. На первых геологических картах в этом участке повсеместно были показаны карбонатные породы верхней юры [1]. Такая же интерпретация принята в изданной карте [4]. В других вариантах строения (И. В. Архипов, Е. А. Успенская, редактор М. В. Муратов, за 1967 г), а также на картах [11, 12] в районе источника Суат показана клинообразная полоса флиша таврической формации поздне триас-раннеюрского возраста. С севера и с юга от выходов титонских известняков она отделялась разломами, разграничивающими Долгоруковскую и Демерджи яйлы. В изданных государственных геологических картах 1983–2016 гг. на рассматриваемом участке были показаны породы флишоидного переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов, относимых к ставлухарской свите средней юры (байос–бат). Выходы терригенных пород ограничивались стратиграфическими границами или надвигами с по-разному понимаемыми наклонами сместителей. И, наконец, вследствие ошибочной раннемеловой датировки возраста пород всей таврической свиты, на карте И. В. Попадюка и др. 2013 года, та же полоса пород была показана как выходы отложений альбского яруса нижнего мела.

То есть, в долине истоков р. Суат разными геологами противоречиво выделялись: или верхнеюрские известняки, или таврический флиш, или терригенные породы среднеюрского и даже раннемелового возраста. Фаунистических доказательств ни одной из версий не было. Литологическое сходство с разными юрскими терригенными породами Горного Крыма нам представляется сомнительным. В первую очередь это связано со слабой

литификацией выходящих здесь глин, которые отсутствуют в позднеэриас–раннеюрских и в среднеюрских породах, где развиты алевролиты и аргиллиты.

В нашей интерпретации, на крутом высоком правом берегу истоков р. Суат выходят круто залегающие верхнеюрские известняки с прослоями мергелей и песчаников. Толща нарушена надвигами и малоамплитудными ретронадвигами (рис. 5.). На более пологом левом берегу и западнее до верховий р. Бурульчи развит заросший лесом мелко-овражный рельеф.

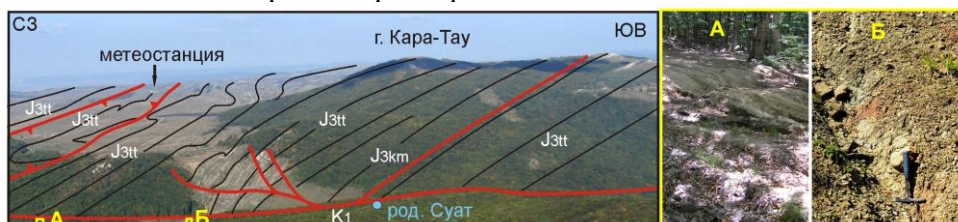


Рис. 5. Стрoение правого берега истоков р. Суат из известняков и песчаников верхней юры, подстилаемых через пологий надвиг толщeй нижнего мела. Фото А – размокающие глины в колее дороги, Б – меланжированные глины в промоине у дороги на склоне.

Овраги здесь с крутыми задернованными склонами и высыпками размокающих глин, что свидетельствует об отсутствии выходов карбонатных отложений. Четких простираний пластов, характерных для титонских известняков, здесь нет, они резко обрываются в русле долины. Это хорошо видно и в съемках с дрона [<https://www.youtube.com/watch?v=j3tEXlOPtRg>]. В глубоких колеях лесных дорог рассматриваемой полосы вскрыты темно-серые и желто-серые пластичные глины, характерные для апта–альба нижнего мела (рис. 5-А).

У русла р. Суат в зоне субгоризонтального контакта верхнеюрских известняков и залегающих ниже глин присутствуют глыбы верхнеюрских известняков, песчаников и конгломератов, размерами 0,3–3 метра. Их положение свидетельствует о большой (10–20 м) толщине зоны сместителя разрыва и о его значительной амплитуде. Сами глины в сместителе сильно меланжированы и в разной степени окислены, что выражено в их цвете – от темно-серого и бурого до серо-желтого (рис. 5-Б). Глины содержат многочисленные остроугольные обломки тонкослоистых песчаников и конкреций сидерита с кольцами Лизеганга. В 500 м западнее контакта на дороге среди глин отмечен локальный выход прослоя песчаника с падением  $300\angle 20^\circ$  (рис. 1).

Как было показано ранее [14, 16, 21, 22, 23], под верхнеюрскими известняками вдоль всей западной границы Карабийского олистоплака залегают более молодые раннемеловые отложения (рис. 2). Такая же картина выявлена вдоль северного и восточного ограничения олистоплака. Это позволяет нам полагать, что и на южной границе Карабийского массива на поверхность выходит полоса пород нижнего мела.



Фактически, возраст рассматриваемой клиновидной зоны выходов терригенно-глинистых пород на южном ограничении массива достоверно не определен и оценивается по-разному ( $T_3-J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_{2-3}$  или  $K_1$ ). Для окончательного решения проблемы возраста необходимо определение здесь руководящей фауны из глин.

Зона выявленного нами *Прикордонного надвига* северного падения на южном ограничении Карабийского массива протягивается на северо-восток в его тело до района метеостанции (рис. 2). Сложные принадвиговые складки, развитые севернее кордона Буковый (рис. 4) прослеживаются полосой вдоль южной границы Карабийского массива и далее от ур. Суат на северо-восток до Метеостанции (рис. 6).



Рис. 6. Прикордонная антиклиналь в трех пересечениях и строение ее ядра в плане.

В километре северо-восточнее истоков р. Суат в титонских известняках нами выделена крупная, изоклиальная и запрокинутая на юго-восток *Прикордонная антиклиналь*, названная по создавшему ее надвигу (рис. 6-А). В плане ширина складки достигает 2 км. Ее узкое опрокинутое южное крыло и ядро осложнены надвигами, а северное – ретронадвигом (рис. 1, 5). Согласно детальному дешифрированию в плане, антиклиналь линейная, длиной около 10 километров. В районе Метеостанции перегиб антиклинали четкий, без видимых осложняющих разрывов (рис. 6-Б). В километре юго-западнее в плане видно, что ядро осложнено мелкими складками и разрывами (рис. 6-Г). В 2,2. км к северо-востоку от Метеостанции форма Прикордонной антиклинали несколько иная (рис. 6-В). Однако в целом все три ее пересечения показывают сходное строение, что соответствует структурной сбалансированности второго рода.

Выявить столь сложную принадвиговую структуру в разрезе и в плане без использования цифровой фотоаппаратуры, компьютера, программы Google Earth и современных представлений о сбалансированной структурной геологии было невозможно. Поэтому Прикордонная антиклиналь при 100-летнем геологическом изучении была пропущена. По-разному рисуемые здесь «разломы» (рис. 1) следует считать необоснованными.

То же можно отметить о чешуйчато-надвиговом строении восточной части южного края Карабийского массива (рис. 7). На детально дешифрированной фотопанораме, ориентированной в крест простираения структур, видно, что эта часть массива представляет собой серию дуплексов с приразрывными складками системы *Тайкобинского надвига* (рис. 2). Северо-восточнее его сместитель расположен вдоль простираения известняков, что показано на общей фотопанораме яйлы (рис. 3-Б). В плане по обе стороны от надвига фиксируются достаточно четкие несоответствия отдешифрированных гряд известняков (рис. 2).



Рис. 7. Фотопанорама-разрез южной части Карабийского массива.

По нашим геологическим данным, на юге Карабийский олистоплак подстилается молодым региональным шарьяжным Подгорным меланжем [18]. Глыбы-кластолиты в нем состоят преимущественно из пород таврического флиша и псефитов средней-верхней юры. Локально в матрике отмечались глины с фауной нижнего мела [16]. Кроме эндогенных дислокаций, в неоген-четвертичное время с южного края Карабийского массива на расстояние полукилометра сполз крупный олистоилит г. Ликон, который относится к Массандровской олистоостроне Южного Крыма (рис. 8, рис 7), [16, 17]. Аналогичные крупные и многочисленные мелкие олистоилиты выявлены нами вдоль всего южного склона массива.

Впечатление пологого залегания верхнеюрских известняков при рассмотрении Карабийского массива с юга – обманчивое. Оно связано с видом структур вдоль



простираения (рис. 8). В таком ракурсе пологие складки являются следствием сдвиговой составляющей в надвигах, приводящей к пологой ундуляции шарниров структур. При рассмотрении в крест простираения выявляются сложные чешуйчато-надвиговые дислокации тангенциального сжатия (рис. 7).

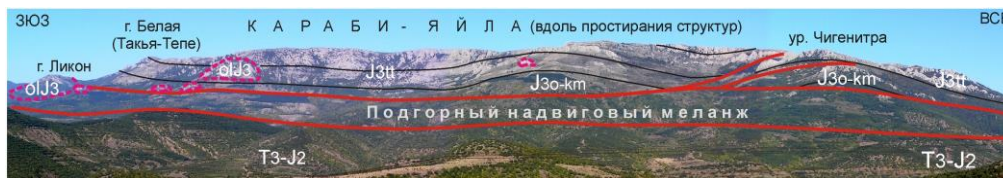


Рис. 8. Строение южного края Карабийского массива.

Северо-западная часть разреза г. Демерджи – с. Соловьевка имеет более простое строение. Титонские известняки, а также выклинивающиеся к северу оксфорд-киммериджские песчаники и конгломераты слагают пологую моноклиаль, в целом погружающуюся к северу под углами  $5\text{--}20^\circ$  (рис. 2, 3-А). Лишь южнее с. Дружное моноклиаль нарушена системой надвигов пологого северного наклона. В районе г. Коль-Баир в известняках выявлены принадвиговые складки с углами наклона крыльев до  $40^\circ$  (фотодетализация на рис. 3-А-1). В плане выделенный нами *Кольбаирский надвиг* прослежен на расстояние 20 км через весь Карабийский массив, что видно по резкому изменению простираений слоев известняков (рис. 2). Западнее по простираению разрыв продолжается в толще нижнего мела еще на 20 км [16, 18].

Вся западная граница Карабийского олистоплака на контакте с подстилающими его нижнемеловыми породами – экзогенно-тектоническая. Вдоль контакта развита мощная зона известняковых брекчий с олистолитами (рис. 2). По вертикали зона имеет толщину около 50 м и интерпретируется нами, как гравигенная в основании оползневого массива. В пользу этого свидетельствует ряд данных, опубликованных ранее [14, 16]. Судя по извилистой в плане форме выхода брекчий на поверхность и следованию границ контрастному рельефу, зона контакта расположена субгоризонтально (рис. 2, 3-А). В совокупности с четкой моноклиалью в породах нижнего мела западнее, это не дает основания выделять вдоль границы массива субвертикальный «Центральный глубинный разлом» или «гигантский сброс Салгирского грабена» (рис. 1). Кроме того, западнее массива в нижнемеловом комплексе встречаются олистостромовые горизонты и небольшие олистолиты, состоящие из верхнеюрских известняков.

Геодинамическую модель строения здесь подтверждают и другие данные. Так, ниже по склону от Красной пещеры была пробурена скважина № 1. Сверху вниз она вскрыла 12 м нижнемеловых аптских глин, 32 м верхнеюрских известняков, с отдельными зонами дробления, затем 5 м более молодых аптских глин и 9 м верхнеюрских титонских известняков. Рядом со скважиной, среди нижнемеловых пород обнажены крупные (3–10 м) олистолиты из тех же известняков с зеркалами скольжения по их периферии. В окружающем матриксе отмечается аномальная дислоцированность глин, деформации палеофауны, а также зеркала скольжения из

кальцита. Зона дробления и расщепления пород обнажена и выше по течению р. Краснопещерная до основания верхнеюрского массива. Добавим, что в 5 км южнее, в районе устья овра. Курлюк-Су у шоссе обнажен мощный олистостромовый горизонт с олистолитами из верхнеюрских конгломератов и известняков.

Севернее, в самой нижней части пещеры Московской (расположенной 750 м южнее г. Базар-Оба) среди верхнеюрских известняков автохтона Кольбаирского надвига, в глинисто-карбонатных образованиях была определена микрофауна берриаса–валанжина [27, стр. 15]. У с. Дружное, под титонскими известняками также определена раннемеловая фауна. Еще севернее, в глубоком каньоне верховий р. Бештерек нами наблюдалось аналогичное соотношение пород. Высокие берега там сложены верхнеюрскими известняками, а нижняя часть и русло – более молодыми пластичными глинами с обломками выше залегающих плотных известняков (рис. 2).

Важно еще раз подчеркнуть, что в широкой долине р. Салгир западнее Карабийского олистоплака, во всех пробуренных скважинах, под нижнемеловыми породами верхнеюрские известняки отсутствуют и вскрыт интенсивно дислоцированный таврический флиш поздне триас–среднеюрского возраста. Это также свидетельствует об аллохтонности Карабийского массива и об отсутствии традиционно выделяемого «Салгирского грабена».

С позиций мобилистских гипотез по [11, 12], во фронте «Шарьяжа Яйлы», надвинутого с юга, в северной части массива должна была бы присутствовать значительная фронтальная дислоцированность пород с надвигами южного падения, но их нет (рис. 3-А). Согласно второй модели (надвигания с севера) по [13, 24] следовало ожидать еще более сложные структуры корневой зоны шарьяжа. Однако такие дислокации отсутствуют. Важно и то, что в зоне контакта нет гидротермальных минералов и аномально высокой литификации пород вследствие динамометаморфизма, характерного для эндогенных шарьяжей. Кроме того, по северной периферии Долгоруковского массива вверх локально отмечается и стратиграфическое налегание меловых пород на титонские известняки. Оно объясняется эффектом «впахивания» массива в нижнемеловую толщу матрикса при его сползании к северу. То есть, все геологические данные вдоль изученного разреза свидетельствуют о гравигенной природе Карабийского массива [14, 16 и др.].

В заключение рассмотрения строения западного разреза добавим, что стратиграфические исследования Долгоруковской яйлы привели сотрудников МГУ к оценке «видимой мощности верхнеюрского разреза около 2700 м.» [24, стр. 23]. Согласно геологическим разрезам других авторов, мощность известнякового комплекса здесь оценивалась до 2 км, а по данным Е. Шеремет и др. – до 7 км [28, рис. 15]. С такими явно завышенными и противоречивыми оценками нельзя согласиться. Даже с учетом денудированной части известняков, по детальному геологическому разрезу и по фотопанорамам их мощность не превышает 800 м (рис. 3-А). Ошибки с завышением мощности известняков в 5-10 раз, заключаются в игнорировании надвигов, дуплексирующих терригенно-карбонатную толщу, что в тексте статьи [24] лишь декларировалось. Реальная толщина верхнеюрских толщ Долгоруковской яйлы комплексным методом определена в 450-600 м [25].

2. Геологический разрез восточной части Карабийского массива, от истоков Канакской балки до овра. Оман, впервые был построен по авторской методике исключительно в программе CorelDRAW. Это позволило точно масштабировать привязку и строение более детально изученных структур. Положение линии разреза показано на рис. 2, а его строение – на рис. 9.

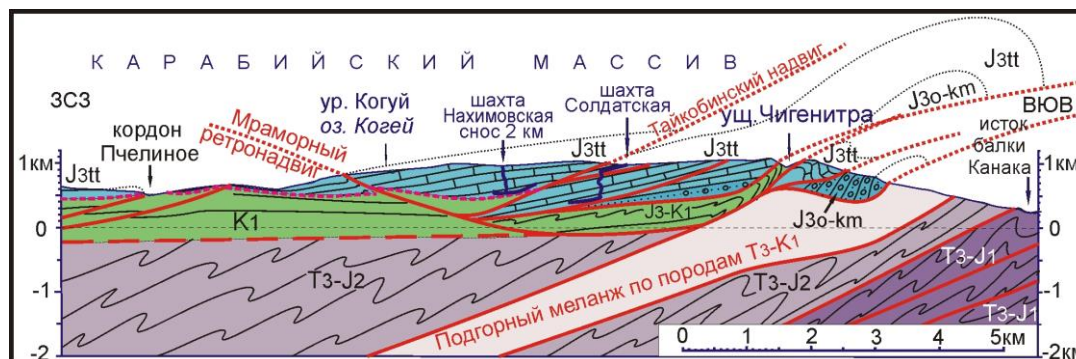


Рис. 9. Геологический разрез восточной части Карабийского массива.

Рассмотрим тектонику полосы обнажений вдоль разреза с юго-востока на северо-запад (рис. 2). Ранее нами было показано, что южнее Карабийского массива расположены не вертикальные «разломы» и блоки, а региональный Подгорный шарьяжный меланж. Мощное тело микстита наклонено на северо-запад [16 и 17, стр. 72, 73]. О пологом наклоне свидетельствует извилистый контур сместителя, который следует горному рельефу (рис. 2).

В матриксе Подгорного меланжа юго-западнее по простирацию местами присутствуют глины нижнего мела [16]. Глыбы–кластолиты состоят из терригенных пород, возраст которых определен в диапазоне от верхнего триаса до средней юры включительно. Ниже по склону эти породы выходят в коренном залегании и слагают сложную чешуйчато-надвиговую структуру с мелкими складками, запрокинутыми на юго-восток, что детально показано в фотоатласе [17]. С крутых склонов гор здесь сползли крупные и мелкие массивы–олистоциты из верхнеюрских известняков и конгломератов. Они, и окружающий их щебеночно-глыбовый матрикс, слагают Массандровскую олистоцистру. Вопрос входят ли обломки верхнеюрских пород в состав Подгорного меланжа, остается открытым. Он может быть решен лишь после перебурирования микстита и выявления в нем глыб яйлинских известняков.

Южные краевые обрывы в районе профиля хорошо обнажены и позволяют выявить сложную структуру фронтальных дислокаций, наблюдаемую с разных сторон. При наблюдении с юго-востока, создается обманчивое впечатление относительно простого строения (рис. 8). При рассмотрении структур в крест простираения с юго-запада, четко выявляются сложные надвиговые чешуи.

Под перевалом Большие Ворота (проход Балабан-Капу) обнажены оксфорд-киммериджские песчаники и конгломераты, которые залегают с очень крутыми

углами падения и нарушены взбросо-надвигом (рис. 10-А-Б). Ниже на склоне расположены сползшие олистолиты (оИЗ на рис. 10-Б). На фронтальные дуплексы с северо-запада надвинуты титонские известняки Караби-яйлы.

Проблема происхождения крутого залегания и смятия верхнеюрских пород на юго-восточном крае массива в предшествующих интерпретациях игнорировалась. Например, Л.С. Борисенко на детальном разрезе этого участка нарисовал умозрительную моноклинал, нарушенную вертикальными «разломами» (рис. 10-Г). На геологической карте в статье [29], исходя из декларируемого «блокового строения» им показаны прямолинейные разломы, создающие не соответствующую действительности структуру «битой тарелки». С позиций современной структурной геологии, гипотетические «вертикальные разломы» не могут создавать ни складок, ни крутого падения пород. Реальное строение совсем иное, что видно при сравнении реального объекта на фоторазрезе и блоковой модели Л.С. Борисенко (10-В и Г).

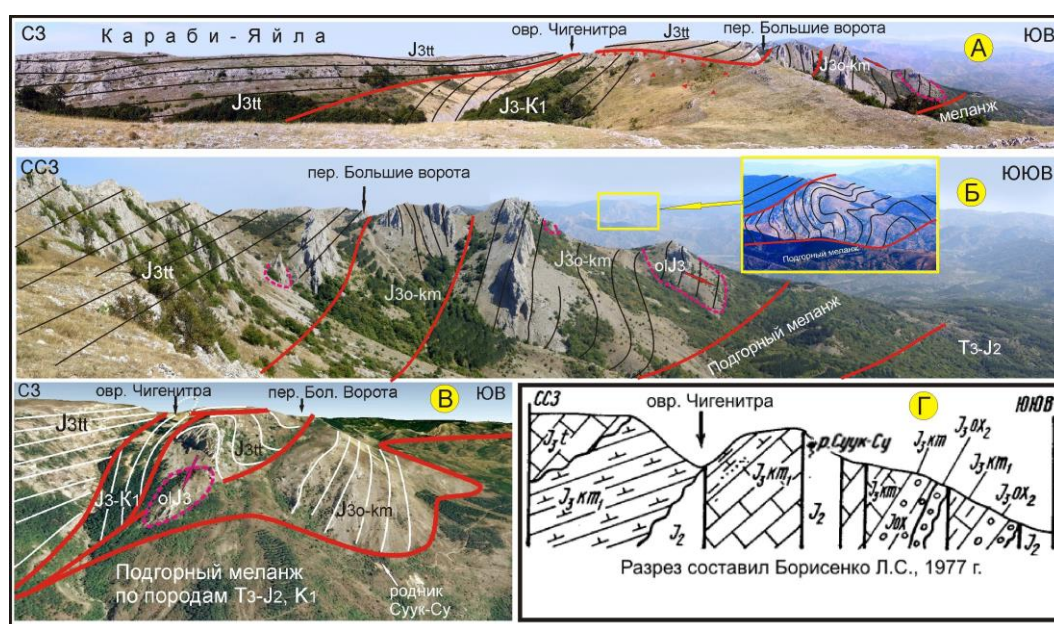


Рис. 10. Фронтальные структуры юго-восточной части Карабийского массива.

Ответ на вопрос какая же здесь была первоначальная структура, которая ныне значительно срезана денудацией и частично сползла к морю в олистолитах, можно найти по простиранию. Так, в 10 км к северо-востоку вдоль фронта Подгорного надвига с одноименным меланжем расположено с. Зеленогорье. Там, в урочище Панагия обнажено сходное строение, но с меньшей степенью эрозионного среза (фотодетализация на рис. 10-Б). Более детально эта структура показана в фотоатласе [17, стр. 154], где выделена сложная опрокинутая принадвиговая складка, сложенная аналогичными верхнеюрскими конгломератами. На рассматриваемом участке под



перевалом Большие Ворота сохранился лишь нижний фрагмент этой складки (рис. 10-А, Б, В).

В районе оврага Чигенитра (непосредственно на линии описываемого профиля) во фронтальной зоне обнажена очень сложная структура, которая выделена впервые (рис. 9, 10-А, 10-В). Надвиг на границе с Подгорным меланжем имеет пологий наклон, поскольку извилистый контакт следует горному рельефу (рис. 2, 10-В). Нижняя чешуя из оксфорд-киммериджских псефитов круто наклонена к северо-востоку. В расположенной выше чешуе четко дешифрируется принадвиговая антиклиналь, часть ядра которой сползло в виде олистолита (рис. 10-В).

Расположенные выше тектонические чешуи обнажены в долине ущелья-оврага Чигенитра (рис. 11). Верхняя часть высоких берегов оврага сложена верхнеюрскими известняками. На юго-восточном склоне они круто падают на северо-запад, а на северо-западном – более полого (рис. 11-А). Нижний контакт известняков тектонический, пологий, слабоизвилистый. При рассмотрении с юго-востока вдоль простирания контакта видны карманы и налегание в подошве разных срезанных надвигом известняковых пластов. С учетом подстилающих глин при декларируемом стратиграфическом контакте такое было бы невозможно. В средней части правого берега оврага контакт хорошо обнажен. В основании массива присутствуют глыбы известняков с разными наклонами слоистости. Гипсометрически ниже, расположена 5–10-метровая зона милонитизации и брекчирования слоев алевролитов (рис. 11-А-1).

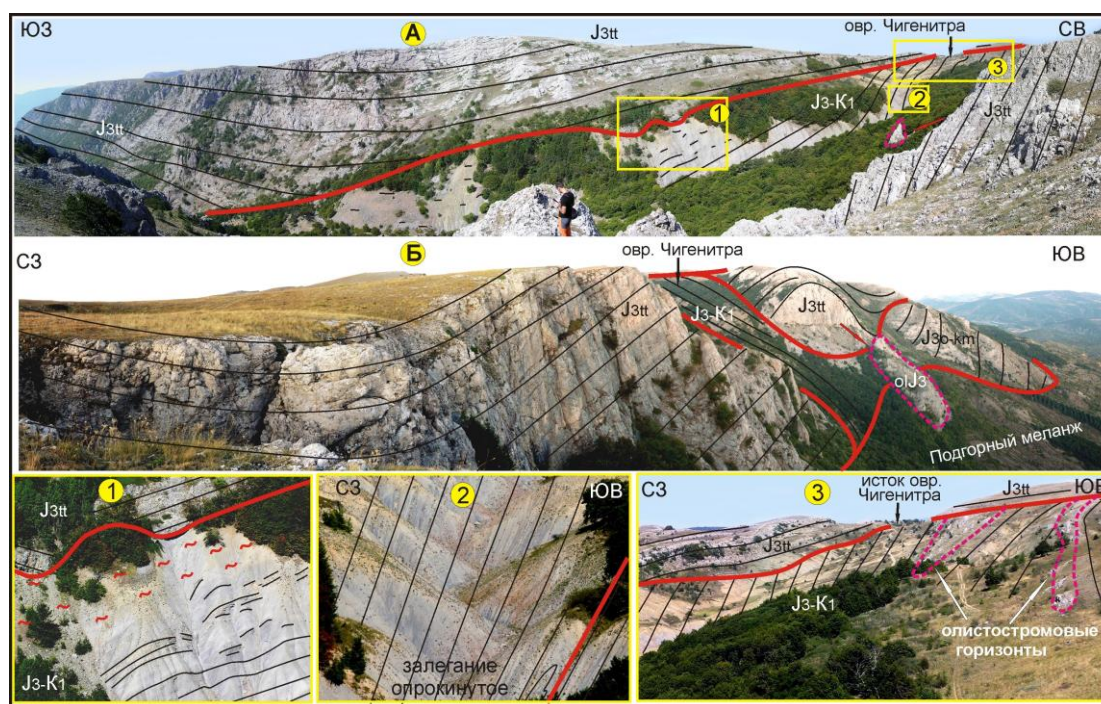


Рис. 11. Надвиговые структуры в овраге Чигенитра.

Внизу, в глубоком овраге Чигенитра, почти по простиранию обнажена дискуссионная по возрасту флишoidная толща. Она падает по аз.  $290-300^\circ$  в нормальном и опрокинутом залегании под углами  $50-90^\circ$  (рис. 11-А-2). В нижней половине оврага вскрыты тонкослоистые серые и желто-серые карбонатные алевролиты с редкими тонкими прослоями сидеритовых известняков и конкреций сидерита. Местами порода послойно рассланцована, с кальцитовыми жилками и зеркалами скольжения по слоистости. По механоглифам здесь выявлена изоклиальная кинк-антиклиналь с опрокинутым залеганием в юго-восточном крыле.

По простиранию, в верхней части русла оврага алевролиты сменяются также субвертикально залегающими серо-желтыми полуразмокающими карбонатными глинами, со щебнем из конкреций сидерита и с обломками зеркал скольжения из кальцита. В глинах выявлены псевдопрослои рыхлых желто-бурых известняков с обильной фауной кораллов, нериней и других мелких гастропод.

В этой же толще на левом берегу оврага присутствуют отдельные крупные фрагменты из плотных серых известняков, размерами до первых метров (рис. 12-А). При полевом наблюдении они похожи на кластолиты в зоне брекчирования меланжа. Однако, при дешифрировании сверху в программе Google Earth, установлено, что это послойно вертикально расположенные удлиненные олистолиты. Они слагают два горизонта, мощностью до 20–50 м., которые выклиниваются к юго-западу (рис. 12-Б, В). По обе стороны от них развиты стратифицированные глины и глинистые песчаники, залегающие субвертикально в флишoidной толще. Вследствие такой упорядоченности, объект нами выделен как дислоцированные олистостромовые горизонты. В случае эндогенного происхождения (меланжа), кластолиты располагались бы хаотично и в матриксе были бы гидротермальные минералы, которых нет. Кроме того, редкие мелкие глыбы из плотных известняков наблюдались нами во флишoidной толще и в глубоком русле средней части оврага.



Рис. 12. Выявленные олистостромовые горизонты на левом берегу верхний овра. Чигенитра.

Ширина выхода субвертикально залегающей толщи с олистостромовыми горизонтами в средней части оврага составляет около 400 м., в нижней части – 200 м. Учитывая изоклиальную складку и выявленное опрокинутое залегание пород, видимую мощность толщи можно оценить в 200–300 м.

Возраст пород в овраге Чигенитра до настоящего времени фаунистически не обоснован. Он оценивается противоречиво из-за отнесения к разным свитам.

Существуют следующие представления о возрасте толщи: поздняя юра [1]; оксфорд–киммеридж или оксфорд [2, 3, 4, 6]; средняя–верхняя юра [6, 11, 12] или ранняя–средняя юра [26]. В статье, специально посвященной стратиграфии этого участка, 200-метровая толща «мергелистых сланцев» в овраге Чигенитра отнесена к раннему киммериджу условно, поскольку фауны в ней не найдено [29, стр. 111]. И, наконец, в зарубежных публикациях существуют мнения о раннемеловом возрасте флишоидной толщи [28]. Кроме того, украинские соавторы И.В. Попадюк, С.М. Стовба и др. на своей карте 2013 г. рисовали здесь породы таврической серии (Т<sub>3</sub>–J<sub>1</sub>), которые они ошибочно отнесли к альбскому ярусу раннего мела.

По нашему мнению, всё выше изложенное, с учетом состава и положения флишоидной толщи с олистостромовыми горизонтами, свидетельствует о ее нижнемеловом возрасте. Аналогичная флишоидная толща со сходными олистостромовыми горизонтами и крупными олистолитами Горнокрымской олистостромы была выделена нами в 1993 г. в 6 км северо-восточнее в ур. Шайтан-Капу южнее с. Красноселовка [16, 18, 21, 23]. По детальному описанию и определению фауны, возраст глинисто-карбонатной толщи там был определен как берриасский [30], а возраст известняковых глыб – предположительно как титонский. Титонский или просто верхнеюрский возраст мелких и крупных известняковых олистолитов по определениям фауны приводился у с. Красноселовка и другими стратиграфами, например, Б.П. Чайковским, данные за 1994 г. [31] и др.

В пользу мелового возраста пород в овраге Чигенитра свидетельствует следующее: 1) – слабая степень эпигенетических преобразований (глины, а не алевролиты, характерные для юрских отложений); 2) – обычный для нижнего мела желтый цвет пород и фототон полосы выходов при рассмотрении в программе Google Earth (как следствие окисления сидеритов); 3) – характерные конкреции и прослои сидерита с кольцами Лизеганга; 4) – сходные олистостромовые горизонты в нижнемеловых породах выявлены и в других районах (в верховьях р. Ворон и др.); 5) – северо-восточнее по простиранию вдоль всего восточного края Карабийского массива залегают нижнемеловые отложения с отдельными олистостромовыми горизонтами и крупными олистолитами из верхнеюрских известняков (рис. 2). Те же породы окружают Карабийский массив с севера и с запада. Решить проблему датирования пород в овраге Чигенитра могут лишь находки и определения аммонитов из глин самой флишоидной толщи, поскольку фауна из олистолитов и аллогенной части калькаренитов может быть древнее, как в районе южнее с. Красноселовки.

История формирования выявленной сложной структуры юга Карабийского массива следующая. В раннем мелу здесь, как и на всей территории Горного Крыма, с предрифтогенного поднятия произошло сползание с юга крупных олистолитов и олистоплак из верхнеюрских известняков с формированием олистостромовых горизонтов [16, 21]. С конца олигоцена по настоящее время, в результате длительного и непрерывного поддвигания субокеанической коры Черного моря под Крым, сформировались сложные неокиммерийские структуры сжатия. На юго-востоке Карабийского массива образовался региональный шарьяжный Подгорный меланж. При надвигании (точнее поддвигании), подстилающая Карабийский массив

более пластичная флишеидная толща нижнего мела вместе с олистостромовыми горизонтами была смята и ныне залегает здесь субвертикально (рис. 10-12). Аналогичным деформациям подверглась и песчано-конгломератовая толща молассы оксфорд–киммериджского возраста.

Ныне эти структуры глубоко срезаны денудацией. Поэтому при их палинспастической реконструкции возникают трудности. Совершенно очевидно, что при осадконакоплении оксфорд–киммериджские конгломераты залегали субгоризонтально. При распрямлении принадвиговых складок и дуплексов мы должны получить единый ненарушенный осадочный разрез, что невозможно сделать в блоковой модели. На двух сбалансированных между собой тектонотипических разрезах Карабийского массива ныне срезанные денудацией структуры показаны пунктиром (рис. 3 и 9). С учетом вывода осадочных пород в доскладчатое положение, они свидетельствуют о горизонтальной амплитуде системы фронтальных надвигов не менее чем 3–5 километров.

К северу от оврага Чигенитра почти все геологи более 100 лет выделяли моноклинально наклоненную на северо-запад толщу известняков и мергелей верхнеюрского (титонского) возраста. Исключение составляет государственная геологическая карта Украины 2008 года, где на Караби-яйле был выделен огромный (4х16 км) нереальный «грабен», ограниченный встречно падающими сбросами и выполненный терригенными породами демерджийской свиты оксфорд–киммериджского возраста [6.]. Если бы такой грабен существовал, то в его опущенной по сбросам части должны были бы выходить более молодые породы, а не наоборот. К тому же на территории «грабена» выходят не псефиты, а известняки. В рельефе здесь развиты многочисленные карстовые воронки и пещеры, включая карстовую шахту Нахимовскую, глубиной 420 м., что свидетельствует о развитии карбонатных пород.

На государственной геологической карте 2016 года те же соавторы-составители, на всей южной половине Карабийского массива выделили огромное (10х20км) поле выходов некарстующихся терригенных пород верхней, средней и даже нижней юры [26]. Такая интерпретация противоречит не только реальным выходам известняков на поверхность, но и тому, что здесь расположен Карабийский карстовый заказник с многочисленными воронками, пещерами, колодцами, включая самую крупную в Крыму шахту Солдатскую, глубиной 517 м.

Другое «новшество» предложили недавно 6 зарубежных соавторов в статье [28, стр. 17]. На восточной части Карабийского массива (на месте несуществующего терригенного «грабена») без учета развитой там структуры и рельефа они нарисовали крупное (6х8 км) поле выхода алевролитов верхнего мела. Причем в табл. 2 статьи [28] определения позднемеловой фауны на этом участке отсутствуют. Недоумение вызывает и то, что под толщей верхнего мела декларируется залегание сразу титон–берриасских известняков при полном отсутствии отложений валанжина, готерива, апта и альба, которые развиты всего в 10 км севернее. Кроме того, алевролиты для такого молодого диапазона разреза не характерны по степени эпигенеза. Обычно в верхнемеловых толщах развиты глины. Все это позволяет



усомниться в реальности выделенного уникального поля выходов «алевролитов позднего мела» на востоке Геологического заказника Горный карст Крыма [32].

Реально, восточная часть Карабийского массива представляет собой моноклираль, осложненную субпослойными и рэмповыми надвигами преимущественно северного наклона, которые дуплексируют толщу верхнеюрских известняков с прослоями мергелей, алевролитов, реже гравелитов (рис. 2, 3, 9). Плоскости надвигов, в том числе Тайкобинского, приурочены к пластичным слоям алевролитов. В плане по дешифрированию слоев известняков отмечается несоответствие простираций пород в крыльях разрывов (рис. 2). На профиле рядом с шахтой Солдатская в широкой долине – поле с пересыхающим озером Эгиз-Тинах, расположено пятно песчано-глинистых пород. Оно связано с прослоем титонских глин и мергелей с зеркалами скольжения из кальцита в карбонатной толще. В 2 км к северо-востоку, в долине оврага фаунистически доказаны нижнемеловые глинистые породы (рис. 2). Нами они интерпретируются, как остатки толщ ранее перекрывавших верхнеюрские известняки яйлы.

Поскольку бурение до основания Карабийского массива не проводилось, спелеологические разрезы наиболее глубоких шахт (Солдатской и Нахимовской) в программе CorelDRAW нами были уменьшены и вставлены в геологический разрез в едином масштабе с точной привязкой к структурам (рис. 9). Это позволило представить строение массива на глубине. Горизонтальные ходы в основании шахт нами связываются с субпослойной, зоной брекчирования в основании закарстованных известняков и подстилающих их водоупорных толщ нижнего мела.

При пересечении профилем плато Караби яйлы, традиционная геологическая привязка обнажений была сильно затруднена из-за отсутствия ярких морфологических форм рельефа. Поэтому вдоль профиля были сделаны фотопанорамы, ориентированные в крест простираания структур (рис. 13). Привязка точек фотографирования проведена с использованием GPS. Координаты их вынесены в программе Google Earth на космокарту, а положение фотопанорам показано на верхней врезке рис. 13. Как видно на фоторазрезах, среди многочисленных карстовых воронок дешифрируется не только моноклиральное падение пород на север, но и разные наклоны пород в крыльях рэмповых частей надвигов (рис. 13-Б, В).

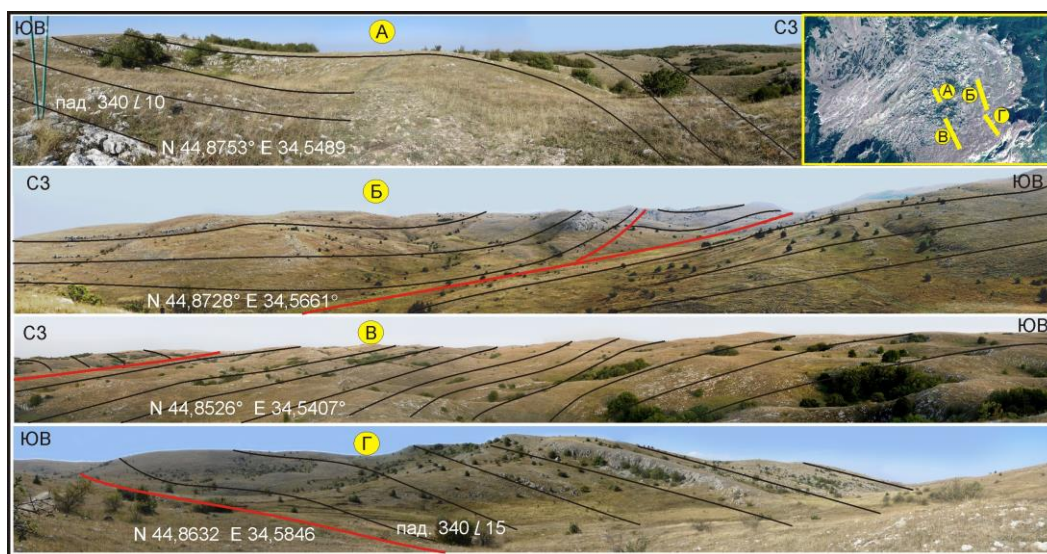


Рис. 13. Структуры восточной части Караби яйлы (положение разрезов показано сверху и координаты точек съемки – на каждой фотопанораме).

В известняках Карабийского массива локально присутствуют короткие, круто падающие раздвиговые жилы, выполненные белым телетермальным кальцитом, мощностью до 1,5 м. Наиболее крупная из них, расположена на дороге к юго-востоку от шахты Нахимовской, что показано красной черточкой на рис. 2. Происхождение локальных жил кальцита может быть связано с рифтогенным этапом в раннем мелу или с локальной трансформацией при неоген-четвертичном сжатии с правосторонней составляющей в надвигах. Вертикальные «разломы», в том числе «Демерджи́йский глубокого заложения», а также сбросы грабена (рис. 1) по [6, 7, 8, 26] и др., нашими геологическими данными не подтверждаются.

Далее к северо-западу тектонотипический разрез пересекает извилистый в плане край Карабийского массива. Соотношение полого залегающих титонских известняков на высокой яйле и нижнемеловых пород в основании склона аналогично другим участкам по периферии массива. Зона контакта здесь залесена и в целом следует рельефу, что свидетельствует о ее субгоризонтальном положении. В основании известняки брекчированы. Восточнее и ниже выходят породы нижнего мела. Они создают четкую и длинную восьмькилометровую куэстовую гряду с падением  $340^\circ/20^\circ$  (рис. 2). Южнее этой гряды в меловой толще присутствуют мощные олистоформовые горизонты с крупными олистолитами из титонских известняков. То есть, контакт в основании массива здесь также гравигенно-тектонический.

Молбайская долина (Куртлук-Молбайская котловина) у с. Пчелиное, расположена севернее по профилю. Все предшествующие геологи на картах показывали здесь субширотную полосу выходов глин с прослоями песчаников и мергелей с валанжин–готеривской фауной нижнего мела. На высоких северном и

южном склонах долины обнажены верхнеюрские слоистые известняки с фауной верхнего титона [2, 33]. Контакт юрской и меловой толщи много лет считался стратиграфическим или частично нарушенным противоречиво расположенными сбросами с юга или с севера, которые образуют грабен [20]. Другие геологи рисовали вдоль долины широкий, вертикальный и прямолинейный «Молбайский разлом глубокого заложения» [2, 6, 8]. Большинство из них считали, что нижнемеловые глины ингрессивно налегают на более древние титонские известняки. Исключением была интерпретация Ю.В. Казанцева [11, 12], который выделял здесь тектоническое полуокно Карабийского аллохтона Шарьяжа Яйлы и относил нижнемеловые толщи относил к автохтону.

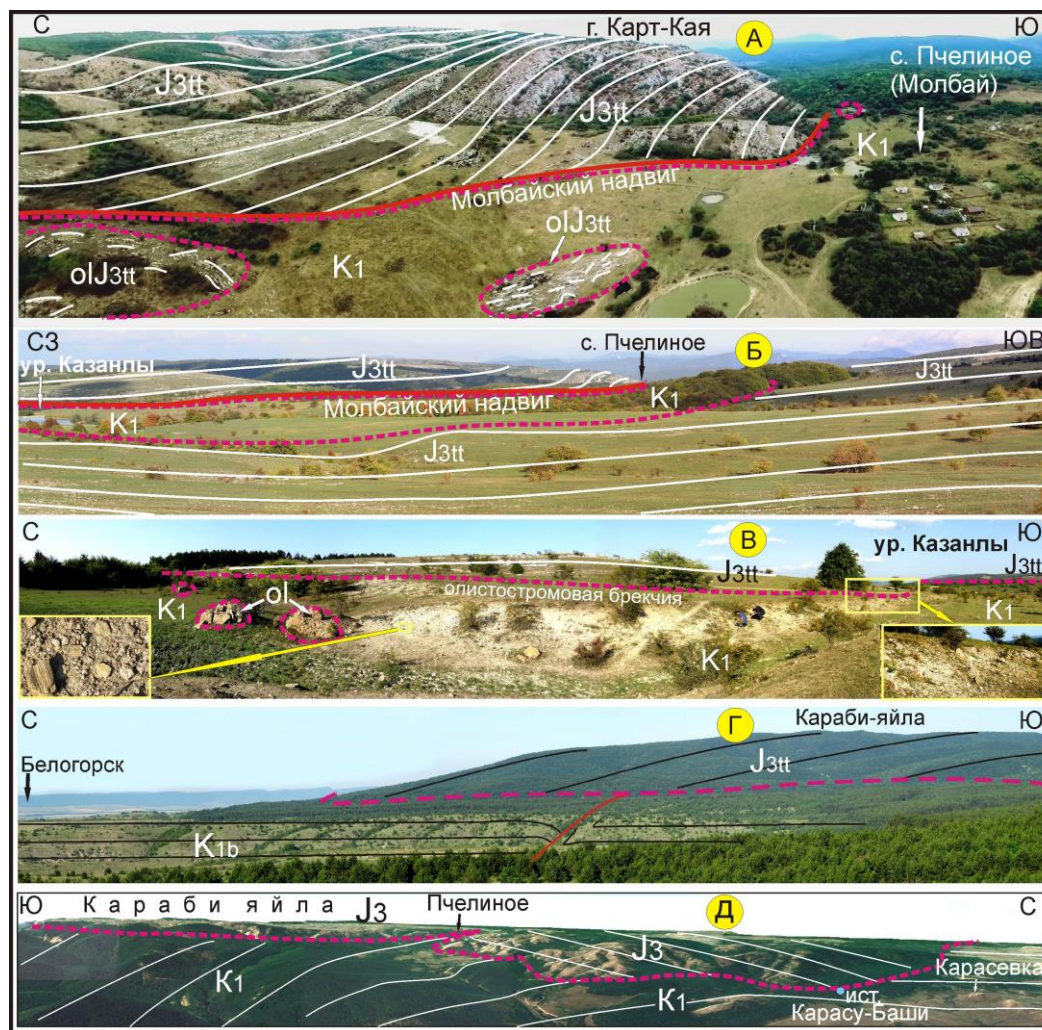


Рис. 14. Соотношение верхнеюрских известняков и нижнемеловых глинистых пород на северо-востоке Карабийского массива.

Ранее нами было показано, что тектонический контакт в основании известняковых массивов имеет гравигенное происхождение с ремобилизацией неотектоническими движениями [16]. Оснований для выделения сбросов, грабена и «разлома глубокого заложения» не обнаружено. В целом, титонские известняки полого, под углами  $5-10^\circ$  падают на север (рис. 14-А, Б и рис. 2). Однако на северном борту долины у с. Пчелиное верхнеюрские известняки явно надвинуты на меловую толщу. Об этом свидетельствует увеличение углов падения от  $5-20^\circ$  севернее до  $30-50^\circ$  в принадвиговой зоне (рис. 14-А). В плане этот разрыв прослежен на 15 км (рис. 2). Кроме того, в основании долины присутствуют крупные олистолиты из передробленных титонских известняков (olJ<sub>3</sub>tt на фоторисунке 14-А). То есть, здесь обнажен гравигенный контакт основания массива с олистолитами, который в неоген-четвертичное время усложнен надвигом и принадвиговой дислокацией.

В урочище Казанлы, расположенном в 4,5 км западнее по долине от с. Пчелиное, также была определена фауна нижнего мела [34]. Н.И. Лысенко интерпретировал меловые отложения, как перекрывающие титонские известняки. Однако на рис. 14-В видно, что верхняя часть склона здесь сложена субгоризонтально залегающими плотными титонскими известняками. Под ними расположена глинисто-известняковая брекчия без признаков базальных конгломератов и древней волноприбойной деятельности. В брекчированных породах находится обильная нижнемеловая фауна и «плавают» отдельные крупные изометричные олистолиты из известняков (ol на рис. 14-В). В матриксе олистостромы присутствуют характерные обломки зеркал скольжения из кальцита (левая фотодетализация на рис. 14-В). Зеркала свидетельствуют о горизонтальном смещении по тектонической зоне, поскольку сверху зона перекрыта ненарушенными известняками.

Выходы глинистых пород нижнего мела в Молбайской долине расположены гипсометрически ниже верхнеюрских известняков, слагающих высокие склоны. То есть, с учетом строения контакта, более древние толщи здесь залегают на более молодых. Аналогичная картина наблюдается и на северном крае Карабийского массива в ур. Джилгашейх (рис. 14-Г). Очень полого наклоненные на северо-востоке берриасские толщи через гравигенно-тектонический контакт перекрываются там титонскими известняками и мергелями, наклоненными на северо-запад под углами  $10-20^\circ$ . На рис. 14-Д показано общее соотношение известняков и слабоводопроницаемых нижнемеловых пород на всем восточном склоне Карабийского массива. На перспективном фото видно, что контакт субгоризонтальный, с пологим наклоном к северу и в плане следует горному рельефу. Это позволяет без привлечения гипотетических «разломов» объяснить положение мощного карстового источника Карасу-Баши, дренирующего карстовые воды с большей части Караби яйлы, что подтверждается индикаторными опытами методом окрашивания флюоресцеином [9].

Таким образом, нами установлено, что на северном и южном склонах Молбайской долины титонские известняки слагают гравигенный аллохтон, под которым в долине выходят более молодые породы нижнего мела. Смещение Карабийского олистоплака с юга на север происходило в конце раннего мела. В



неоген-четвертичный период северный борт Малбайской долины был осложнен эндогенным надвигом, создавшим фронтальный дизъюнктив, усиливший тектоническую переработку в основании аллохтона. В плане такое строение отражено на геологической карте [18] и на рис. 2. В целом модель соответствует нашему выводу, что верхнеюрские известняки и конгломераты всего Карабийского массива залегают через гравигенно-тектонические контакты на толще нижнего мела, а при ее пережатии в южной части – на флише таврической серии и среднеюрской молассе [16, 23]. Поэтому, представления разных авторов о том, что под титонскими известняками Молбайской долины и севера Карабийского массива залегают породы таврической серии и средней юры, а толщи нижнего мела налегают на верхнеюрских известняках, следует считать ошибочными.

## ВЫВОДЫ

Анализ предшествующих моделей геологического строения района Карабийского массива показал противоречивость и тектоническую несбалансированность построений на основе концепций фиксизма и структурного мобилизма. Единая общепризнанная тектоническая модель строения района отсутствует. Геологического подтверждения ранее выделенных субвертикальных «разломов» не обнаружено.

Многолетнее изучение тектоники рассмотренного района подтверждает разработанную нами для всего Горного Крыма геодинамическую модель строения и развития [14, 16 и др.]. Впервые созданы уточненные структурно сбалансированные геологическая карта, два тектонотипических разреза и фотоинтерпретации сложных складчато-надвиговых структур с их детальным описанием. Карабийский массив представляет собой крупный олистоплак в составе раннемеловой Горнокрымской олистостромы, который сполз с юга по глинистым толщам нижнего мела [16]. Через гравигенно-тектонический контакт верхнеюрские известняки и псефиты массива в основном подстилаются более молодыми толщами нижнего мела.

В олигоцен-четвертичное время структура была усложнена (ремобилизована) неокиммерийскими надвигами и сдвиго-надвигами пологого север-западного наклона, а также системой Мраморного ретронадвигу с принадвиговыми складками. Комплексное использование геологических и дистанционных методов позволило выявить детали сложного строения массива и выделить в нем серию тектонических чешуй с дуплексированием стратиграфического разреза.

Для карстологов, стратиграфов и гидрогеологов важным вопросом является толщина карбонатного комплекса Карабийского массива, которая по оценкам разных геологов отличается в 5–10 раз (от первых сотен метров до 7 км). Для определения толщины массива в каждом конкретном участке рекомендуется от абсолютной отметки дневной поверхности по GPS вычесть глубину до подошвы по структурной карте в статье [25, стр. 16].

Автор допускает, что составленная модель тектоники региона не во всем абсолютно верная. Она будет детализирована при получении новых данных, особенно параметрического бурения и сейсморазведки. Возможны и иные

интерпретации деталей строения Карабийского массива, но при обязательном условии структурной сбалансированности, чего не было в предшествующих моделях в течение 100 лет.

Дальнейшее изучение и уточнение геологического строения Карабийского массива в первую очередь должно быть связано с объективными палеонтологическими определениями возраста пород в отмеченных выше сложно построенных участках. До настоящего времени биостратиграфический возраст конкретных толщ массива интерпретируется противоречиво – от ранней–средней–поздней юры до позднего мела включительно. Это связано с выделением разных свит, датировки которых не были подтверждены определениями фауны в конкретных обнажениях массива. Даже возраст пологих моноклиналей известняков на яйлах определяется разными авторами как киммериджский, титонский или меловой. Поэтому вдоль составленных тектонотипических разрезов рекомендуется сбор и определение комплекса фауны с подтверждением аммонитами в аллохтонах и автохтонах выделенных надвигов. При отборе образцов фауны, привязку рекомендуется проводить не традиционно (к по-разному понимаемой без учета тектоники стратиграфической колонке), а в координатах по GPS. Это позволит реально датировать возраст фрагментов стратиграфического разреза каждой тектонической чешуи и утонить сложную тектонику Карабийского массива.

Статья подготовлена по личной инициативе без финансовой поддержки. Автор выражает большую благодарность докторам геол.-мин. наук В.В. Аркадьеву, Ю.Г. Юровскому, кандидатам наук А.Б. ПANNELL (Юдиной), Г.Н. Амеличеву, В.А. Гитеву, а также аспиранту Б.А. Зайцеву и другим коллегам за обсуждение статьи и за содействие в совместных полевых маршрутах.

#### Список литературы

1. Геологическая карта Крыма. М-б 1:400000. Ленинград: Геологический комитет, 1926. / Ред. К. К. Фохт. Составлена в 1910 г. по материалам Андрусова Н. И., Борисяка А. А., Фохта К. К. и др.
2. Геология СССР. Т. 8. Крым. Ч. 1. Геологическое описание / Ред. М. В. Муратов. М.: Недра, 1969. 575 с.
3. Муратов М. В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М., 1960. 207 с.
4. Пивоваров С. В., Борисенко Л. С., Чуба Б. С. и др. Геологическая карта Горного Крыма. Масштаб 1:200 000. / Глав. ред. Деренюк Н. Е. (Объяснительная записка). Киев, 1984. 134 с.
5. Юдин В. В. Тектоника карстового массива Чатырдаг в Крыму // Спелеология и карстология. 2012. № 8, Симферополь. С. 5–17.
6. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000. Кримська серія. Група аркушів L-36-XXIX (Сімферополь), L-36-XXXV (Ялта). Пояснювальна записка /Фіколіна Л. А, Білокрис О., Обшарська Н. та ін. Київ, КП «Південкогеоцентр»: УкрДГРІ, 2008. 147 с.
7. Пасынков А. А., Вахрушев Б. А. Активизация карстовых процессов в пределах разрывных структур природных и урбанизированных территорий Горного и Предгорного Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2017. Том 3 (69). №1. С. 191–203.
8. Пасынков А. А., Пасынкова Л. А., Вахрушев Б. А. Комплексование дистанционных и прямых геологических методов при выделении обводненных зон в пределах Караби-яйлы. М-лы Всеросс. научно-практич. конф. II Крымские карстологические чтения. «Изучение и использование естественных и искусственных подземных пространств и закарстованных территорий». Симферополь, 2018 г. С. 8–14.

9. Дублянский В. Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л.: Наука, 1977. 180 с.
10. Амеличев Г. Н., Тимохина Е. И., Токарев С. В. и др. Идентификация гипогенного карста на северном склоне Карабийского массива (Горный Крым) // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. 2015. Серия «География». Том 27 (66), № 2. С. 91–107.
11. Казанцев Ю. В. Тектоника Крыма. М.: Наука, 1982. 112 с.
12. Казанцев Ю. В. Аллохтонные структуры восточной половины Горного Крыма. В кн.: Структурная геология Крыма. Уфа: Баш. НЦ УрО АН СССР, 1989. С. 5–55.
13. Милеев В. С., Розанов С. Б., Барабошин Е. Ю. и др. Положение верхнеюрских отложений в структуре Горного Крыма // Бюлл. МОИП. 1995. Сер. геол. Т. 70, вып. 1. С. 22–31.
14. Юдин В. В. О положении верхнеюрских массивов Горного Крыма. // Доповіді Національної академії наук України. 1999. № 2. Київ. С. 139–144.
15. Юдин В. В. Геологическая карта и разрезы Горного, Предгорного Крыма. Масштаб 1:200000. Крымская АН. Симферополь: Изд-во Союзкарта, 2009.
16. Юдин В. В. Геодинамика Крыма. Монография. Симферополь.: Изд-во ДИАЙПИ. 2011. 336 с.
17. Юдин В. В. Геология Крыма. Фотоатлас. Симферополь: Изд-во ИТ Ариал, 2017. 160 с.
18. Юдин В. В. Геологическая карта и разрезы Горного, Предгорного Крыма. Масштаб 1:200000. Издание второе, дополненное. Санкт-Петербург: Изд-во Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2018.
19. Юдин В. В. Новая модель геологического строения Крыма. // Природа. 1994. № 6, Москва. С. 28–31.
20. Устинова Т. И. Массив Караби-яйлы в восточном Крыму // Известия Крымского отд. ГО СССР. 1961. Вып. 6. С. 47–51.
21. Юдин В. В. Происхождение верхнеюрских массивов Горного Крыма. М-лы научно-практич. конференции: «Формирование окружающей среды на урбанизированных территориях Крыма». Ч. 1. Симферополь: Изд-во КИПКС. 1996. С. 25–27.
23. Юдин В. В. Происхождение известняковых массивов Главной гряды Крымских гор. Информационный листок Крымского респ. Центра научно-технической информации № 20-98. Симферополь, 1998. 4 с.
24. Юдин В. В. Микститы Горного Крыма // Доклады АН. Москва. 1998, т. 363, № 5. С. 666–669.
25. Милеев В. С., Розанов С. Б., Барабошин Е. Ю. и др. Геологическое строение и эволюция Горного Крыма // Вестник МГУ. 1997, сер. 4, Геология, №3. С. 17–21.
26. Юдин В. В. Проблемы основания Чатырдагского и Караби-Долгоруковского карстовых массивов в Крыму. Материалы Всероссийской научно-практич. конф. II Крымские карстологические чтения. «Изучение и использование естественных и искусственных подземных пространств и закарстованных территорий». Симферополь. 2018. С. 14–19.
27. Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:1000000, Скифская серия, Геол. карта дочетвертичных образований L-36 (Симферополь), L-37, K-36, 37 (Авторский вариант) / Белецкий С. В., Фиколина Л. А., Белокрыс О. А и др. ГУП РК «Крымгеология», ВСЕГЕИ. 2016.
28. Дублянский В. Н., Вахрушев Б. А., Амеличев Г. Н., Шутов Ю. И. / Красная пещера. Опыт комплексных исследований. Москва: Изд-во Дружбы народов. 2002. 190 с.
29. heremet Y., Sosson M., Muller C., Gintov O., Myrovskaya A., Yegorova T. Key problems of stratigraphy in the Eastern Crimea Peninsula: some insights from new dating and structural data. Geological Society, London, Special Publications-2016-Sheremet-SP428. 41 p.
30. Парышев А. В., Пермяков В. В., Борисенко Л. С. Новые данные по стратиграфии юрских отложений Караби-Яйлы в Крыму // Геологический журнал. 1979. Т. 39. № 1. С. 108–111.
31. Аркадьев В. В., Богданова Т. Н., Лобачева С. В. Новые данные по стратиграфии берриасских отложений бассейна р. Тонас (Горный Крым). Сб. второго Всеросс. Сопещения Меловая система России. С-Пб, 2005. С. 111–135.
32. Добровольская Т. И., Сальман Г. Б. Олистостромы в отложениях нижнего мела восточного Крыма // Новое в региональной геологии России и ближнего зарубежья. М., 2008. С. 30–34.

S

33. дин В. В., Ремизов Д. Н., Аркадьев В. В., Юровский Ю. Г. Зарубежные «открытия» в геологии Крыма // Региональная геология и металлогения. 2016. № 68. СПб, ВСЕГЕИ. С. 73–80.
34. Пчелинцев В. Ф., Лысенко Н. И. Геология восточных ял Крыма / Русская и Сибирская платформа и их обрамление. М.-Л., 1963. С. 111–121.
35. Лысенко Н. И. О новой находке отложений нижнего мела на Крымской яйле // Природа. 2002. №1, Симферополь. С. 2–4

## TECTONICS OF KARABY MASSIF IN THE CRIMEA

**Yudin V. V.**

*Crimean Academy of Sciences, Simferopol, Russia*

*E-mail: yudin\_v\_v@mail.ru*

The geology of the Karaby Massif, one of the largest in the Crimea Mountains, composed of Upper Jurassic limestone is considered in the paper. Topicality of the study is related to the fact that the karst spring and the sources of small rivers along periphery of the massif play an important role in the water supply of the settlements of the Piedmont Crimea. Thence, the forecast and rational use of the groundwater resources of the area as well as the prognosis of water supply into the artesian basin in flat part of Crimea, depends on the correct geologic-tectonic model. In scientific terms, the tectonics of the region in question should correspond to modern ideas about the structure and development of the entire Crimean-Black Sea region.

Formulation of the problem. The controversial data on the tectonics of the area obtained for 110-year studying are considered. Because of different theoretical views of researchers – from fixism to structural mobilism – there is no generally accepted model of the geological structure. However, over the past 25 years, new models based on the theory of actualistic geodynamic have been developed, which seem to be more relevant to reality than previous models.

The aim of the work is to create a modern structurally balanced tectonic model of the Karaby Massif and adjacent areas, taking into account both the inconsistent previous and author-obtained data based on a detailed study of the structures.

Methods. In addition to field studies, remote research methods were widely used. These include using Google Earth program, creating geological cross-sections and maps in CorelDRAW, interpreting detailed digital photos and photo panoramas, and others.

Results and conclusions. As a result of many years of studying the geology and tectonics of the Karaby Massif, the author created such a geological-tectonic model that corresponds to the geodynamic model of the structure and development of the Crimea as a whole. For the first time, a structurally balanced geological map of the massif and two tectonotypic sections were created and detailed interpretations of fold-thrust structures were given.

Widely used geological and remote methods allowed author to reveal a series of thrusts, tectonic sheets and underlying detachment. No geological evidence of previously identified sub-vertical "faults" was found.

Thus, the Karaby Massif is interpreted to be a large olistoplack within the Early Cretaceous Gornokrymskaya (Crimea Mountains) olistostrome. It slid from the south on



the Lower Cretaceous clayey strata. Through gravitational-tectonic contact, the Upper Jurassic limestones and psephites comprising the Karaby Massif are mainly underlain by younger Lower Cretaceous rocks. In Oligocene – Quaternary time, the massif's structure was complicated by thrusts and shear thrusts of gentle northwestern incline, as well as by the system of Mramornyj back-thrust combined with folds.

The biostratigraphic age of the rocks of the massif has being widely interpreted – from the Early–Middle–Late Jurassic to Cretaceous (inclusive). This is due to the age of the stratigraphic formations (suites) recognized by different geologists was not justified in specific parts of the massif. Therefore, it is recommended by author to collect and identify fossils along the compiled tectonotypic cross-sections, and correlate these faunal complexes, if possible, with ammonite complexes found in allochthonous and autochthonous parts of thrusts described.

**Keywords:** Mountain Crimea, Karaby Yaila, tectonics, thrusts, olistostromes.

### References

1. Geologicheskaja karta Kryma. M-b 1:400000. Leningrad, Geologicheskij komitet, 1926. /Red. K. K. Foht. Sostavlena v 1910 g. po materialam Andrusova N. I., Borisjaka A. A., Fohta K. K. i dr. (in Russian).
2. Geologija SSSR. T. 8. Krym. Chast' 1. Geologicheskoe opisanie / Red. M. V. Muratov. M.: Nedra, 1969. 575 p. (in Russian).
3. Muratov M. V. Kratkij ocherk geologicheskogo stroenija Krymskogo poluostrova. M., 1960. 207 p. (in Russian).
4. Pivovarov S. V., Borisenko L.S., Chuba B. S. i dr. Geologicheskaja karta Gornogo Kryma. Masshtab 1:200 000. / Glav. red. Derenjuk N. E. (Ob#jasnitel'naja zapiska). Kiev, 1984. 134 p. (in Russian).
5. Yudin V. V. Tektonika karstovogo massiva Chatyrdag v Krymu // Speleologija i karstologija. 2012. № 8, Simferopol, pp. 5–17. (in Russian).
6. Derzhavna geologichna karta Ukraїni masshtabu 1:200 000. Krims'ka serija. Grupa arkushiv L-36-XXIX (Simferopol'), L-36-XXXV (Jalta). Pojasnjuval'na zapiska /Fikolina L. A, Bilokris O., Obshars'ka N. ta in. Kiїv, KP «Pivdenekogeocentr», UkrDGRI, 2008. 147 p. (in Ukrainian).
7. Pasynkov A. A., Vahrushev B. A. Aktivizacija karstovyh processov v predelah razryvnyh struktur prirodnyh i urbanizirovannyh territorij Gornogo i Predgornogo Kryma // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. 2017. Tom 3 (69). №1. pp. 191–203. (in Russian).
8. Pasynkov A. A., Pasynkova L. A., Vahrushev B. A. Kompleksirovanie distancionnyh i prjamyh geologicheskikh metodov pri vydelenii obvodnennyh zon v predelah Karabi-jajly. M-ly Vseross. nauchno-praktich. konf. II Krymskie karstologicheskie chtenija. «Izuchenie i ispol'zovanie estestvennyh i iskusstvennyh podzemnyh prostranstv i zakarstovannyh territorij». Simferopol', 2018 g., pp. 8–14. (in Russian).
9. Dubljanskij V. N. Karstovye peshhery i shahty Gornogo Kryma. L.: Nauka, 1977. 180 p. (in Russian).
10. Amelichev G. N., Timohina E. I., Tokarev S. V. i dr. Identifikacija gipogennogo karsta na severnom sklone Karabijskogo massiva (Gornyj Krym) //Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo 2015. Serija «Geografija». Tom 27 (66), № 2, pp. 91–107. (in Russian).
11. Kazancev Ju. V. Tektonika Kryma. M.: Nauka, 1982. 112 p. (in Russian).
12. Kazancev Ju. V. Allohtonnye struktury vostochnoj poloviny Gornogo Kryma. V kn.: Strukturnaja geologija Kryma. Ufa, Bash. NC UrO AN SSSR, 1989, pp. 5–55. (in Russian).
13. Mileev V.S., Rozanov S.B., Baraboshin E.Ju. i dr. Polozhenie verhnėjurskikh otlozhenij v strukture Gornogo Kryma // Bjull. MOIP, ser. geol. 1995. T. 70, vyp. 1, pp. 22–31. (in Russian).
14. Yudin V. V. O polozhenii verhnėjurskikh massivov Gornogo Kryma. // Dopovidi Nacional'noi akademii nauk Ukraїni. 1999. № 2, Kiїv. pp. 139–144. (in Russian).

15. Yudin V. V. Geologicheskaja karta i razrezy Gornogo, Predgornogo Kryma. Masshtab 1:200000. Krymskaja AN, "Sojuzkarta". Simferopol', 2009. (in Russian).
16. Yudin V. V. Geodinamika Kryma. Monografija. Simferopol': DIAJPI. 2011. 336 p. (in Russian).
17. Yudin V. V. Geologija Kryma. Fotoatlas. Simferopol': IT «Ariol», 2017. 160 p. (in Russian).
18. Yudin V. V. Geologicheskaja karta i razrezy Gornogo, Predgornogo Kryma. Masshtab 1:200000. Izdanie vtoroe, dopolnennoe. Sankt-Peterburg: Kartograficheskaja fabrika VSEGEI, 2018. (in Russian).
19. Yudin V. V. Novaja model' geologicheskogo stroenija Kryma. // "Priroda", 1994. № 6, Moskva, pp. 28–31. (in Russian).
20. Ustinova T. I. Massiv Karabi-jajly v vostochnom Krymu // Izv. Krymskogo otd. GO SSSR. 1961. Vyp. 6, pp. 47–51. (in Russian).
21. Yudin V. V. Proishozhdenie verhnėjurskikh massivov Gornogo Kryma. M-ly nauchno-praktich. konferencii: "Formirovanie okružhajushhej sredy na urbanizirovannyh territorijah Kryma". Ch. 1. Simferopol': KIPKS. 1996, pp. 25–27. (in Russian).
22. Yudin V. V. Proishozhdenie izvestnjakovyh massivov Glavnoj grjady Krymskikh gor. Informacionnyj listok Krymskogo resp. Centra nauchno-tehnicheskoy informacii № 20-98. Simferopol', 1998. 4 p. (in Russian).
23. Yudin V. V. Mikstity Gornogo Kryma // Doklady AN. 1998, t. 363, № 5, Moskva. pp. 666–669. (in Russian).
24. Mileev V. S., Rozanov S. B., Baraboshin E. Ju. i dr. Geologicheskoe stroenie i jevoljucija Gornogo Kryma // Vestnik MGU, 1997, ser. 4, Geologija, №3, pp. 17–21. (in Russian).
25. Yudin V. V. Problemy osnovanija Chatyrdagskogo i Karabi-Dolgorukovskogo karstovykh massivov v Krymu. Materialy Vserossijskoj nauchno-praktich. konf. II Krymskie karstologicheskie chtenija. «Izuchenie i ispol'zovanie estestvennyh i iskusstvennyh podzemnyh prostranstv i zakarstovannyh territorij». Simferopol'. 2018a, pp. 14–19. (in Russian).
26. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Rossijskoj federacii m-ba 1:1000000, tret'e pokolenie, Skifskaja serija, Geol. karta dochetvertichnykh obrazovanij L-36 (Simferopol'), L-37, K-36, 37 (Avtorskij variant) / Beleckij S. V., Fikolina L. A., Belokrysov O. A i dr. GUP RK «Krymgeologija»: VSEGEI. 2016. (in Russian).
27. Dubljanskij V. N., Vahrushev B. A., Amelichev G. N., Shutov Ju. I. / Krasnaja peshhera. Opyt kompleksnykh issledovanij. Moskva: izd-vo Družby narodov. 2002. 190 p. (in Russian).
28. Sheremet Y., Sosson M., Muller C., Gintov O., Myrovskaya A., Yegorova T. Key problems of stratigraphy in the Eastern Crimea Peninsula: some insights from new dating and structural data. Geological Society, London, Special Publications-2016-Sheremet-SP428. 41 p.
29. Paryshev A. V., Permjakov V. V., Borisenko L. S. Novye dannye po stratigrafii jurskikh otlozhenij Karabi-Jajly v Krymu // Geologicheskij zhurnal. 1979. T. 39. № 1, pp. 108–111. (in Russian).
30. Arkad'ev V.V., Bogdanova T.N., Lobacheva S.V. Novye dannye po stratigrafii berriasskikh otlozhenij bassejna r. Tonas (Gornyj Krym). Sb. vtorogo Vseross. Soveshhanija Melovaja sistema Rossii. S-Pb, 2005, pp. 111–135. (in Russian).
31. Dobrovol'skaja T.I., Sal'man G.B. Olistostromy v otlozhenijah nizhnego mela vostochnogo Kryma // Novoe v regional'noj geologii Rossii i blizhnego zarubezh'ja. M., 2008, pp. 30–34. (in Russian).
32. Yudin V.V., Remizov D.N., Arkad'ev V.V., Jurovskij Ju.G. Zarubezhnye «otkrytija» v geologii Kryma // Regional'naja geologija i metallogenija. SPb, VSEGEI. № 68. 2016, pp. 73–80. (in Russian).
33. Pchelincev V.F., Lysenko N.I. Geologija vostochnykh jajl Kryma / Russkaja i Sibirskaja platforma i ih obramlenie. M.-L., 1963, pp. 111–121. (in Russian).
34. Lysenko N.I. O novej nahodke otlozhenij nizhnego mela na Krymskoj jajle //Priroda. 2002. №1. Simferopol'. pp. 2–4. (in Russian).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Алексахин Игорь Владимирович</b> | Кандидат химических наук доцент кафедры геоэкологии факультета географии, геоэкологии и туризма Таврическая академия, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация                                                     |
| <b>Андреева Александра Павловна</b> | РУДН «Российский университет дружбы народов», экологический факультет; г.Москва, Российская Федерация.                                                                                                                                              |
| <b>Бармин Александр Николаевич</b>  | Доктор географических наук, профессор, декан геолого-географического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет», г.Астрахань, Российская Федерация |
| <b>Блага Николай Николаевич</b>     | Доцент, кандидат географических наук, кафедра земледения и геоморфологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.                              |
| <b>Бровцына Валерия Сергеевна</b>   | Директор государственного автономного учреждения города Севастополя "Центр развития туризма" (ГАУ С "Центр развития туризма"), г.Севастополь, Российская Федерация.                                                                                 |
| <b>Валов Михаил Викторович</b>      | Ассистент кафедры экологии, природопользования, землеустройства и БЖД, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет», г.Астрахань, Российская Федерация.          |
| <b>Вольхин Денис Антонович</b>      | Ассистент кафедры экономической и социальной географии и территориального управления, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.                  |
| <b>Гусев Андрей Петрович</b>        | Кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Декан геолого-географического факультета. Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь.                                                                               |

## СОДЕРЖАНИЕ

---

|                                          |                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Долотов Юрий<br/>Аркадьевич</b>       | действительный член Русского Географического Общества.                                                                                                                                                              |
| <b>Ерошкина Олеся<br/>Сергеевна</b>      | Аспирант кафедры экологии, природопользования, землеустройства и БЖД, «Астраханский государственный университет», г.Астрахань, Российская Федерация                                                                 |
| <b>Жук Владимир<br/>Олегович</b>         | Аспирант кафедры физической географии, океанологии и ландшафтоведения, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация. |
| <b>Калейчик Павел<br/>Альбертович</b>    | Аспирант кафедры геологии и географии, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь.                                                                                                  |
| <b>Каширина Екатерина<br/>Сергеевна</b>  | старший преподаватель, кафедры геоэкологии и природопользования, факультет естественных наук, Филиал МГУ в г. Севастополе. г.Севастополь, Российская Федерация.                                                     |
| <b>Кондрашин Руслан<br/>Вениаминович</b> | Кандидат географических наук, доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, ФГБОУ ВО, «Астраханский государственный университет», г.Астрахань, Российская Федерация                                       |
| <b>Крыленко Сергей<br/>Вячеславович</b>  | МГУ «Московский государственный университет», г.Москва, Российская Федерация.                                                                                                                                       |
| <b>Лысенко Виталий<br/>Иванович</b>      | Кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедры географии океана, факультет естественных наук МГУ имени М.В. Ломоносова, Филиал МГУ в г. Севастополе, Российская Федерация.                                 |
| <b>Мажитова Гульнур<br/>Забихулаевна</b> | Аспирант 3 курса ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, Российская Федерация.                                                                                     |
| <b>Мельникова Татьяна<br/>Борисовна</b>  | кандидат экономических наук, доцент ФГБУ ВО «Российский университет имени Г. В. Плеханова», Севастопольский филиал, г. Севастополь, Российская Федерация                                                            |

## СОДЕРЖАНИЕ

---

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Михайличенко Тамара<br/>Витальевна</b> | Морской гидрофизический институт РАН,<br>г. Севастополь, Российская Федерация                                                                                                                                                                                        |
| <b>Павлова Светлана<br/>Михайловна</b>    | ИП Щерецкий С.А., г. Симферополь, Российская<br>Федерация                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Пашков Сергей<br/>Владимирович</b>     | Кандидат географических наук, доцент, декан<br>факультета математики и естественных наук, Северо-<br>Казахстанский государственный университет им. М.<br>Козыбаева, г.Петропавловск, Казахстан.                                                                      |
| <b>Прыгунова Ирина<br/>Леонидовна</b>     | к.г.н., доцент кафедры геоэкологии и<br>природопользования, факультет естественных наук,<br>Филиал МГУ в г. Севастополе. г.Севастополь,<br>Российская Федерация.                                                                                                     |
| <b>Садыков Сергей<br/>Ахматович</b>       | Институт геологии и геохимии УрО РАН,<br>г.Екатеринбург, Российская Федерация                                                                                                                                                                                        |
| <b>Скребец Григорий<br/>Николаевич</b>    | Кандидат географических наук, доцент кафедры<br>физической географии, океанологии и<br>ландшафтоведения, факультет географии, геоэкологии и<br>туризма, Таврическая академия, ФГАОУ ВО «КФУ им.<br>В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская<br>Федерация.       |
| <b>Старожилов Валерий<br/>Титович</b>     | Доктор географических наук, профессор кафедры<br>географии и устойчивого развития геосистем, академик<br>РАЕ Тихоокеанский международный ландшафтный<br>центр, Дальневосточный федеральный университет,<br>Приморский край, г. Владивосток, Российская<br>Федерация. |
| <b>Страчкова Наталья<br/>Васильевна</b>   | Кандидат географических наук, доцент, кафедра туризма<br>факультет географии, геоэкологии и туризма,<br>Таврическая академия, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.<br>Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.                                                          |
| <b>Сурнина Катерина<br/>Станиславовна</b> | Доктор экономических наук, профессор, Таврическая<br>академия, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,<br>г. Симферополь, Российская Федерация.                                                                                                                         |
| <b>Ушаков Михаил<br/>Вилорьевич</b>       | Старший научный сотрудник, Кандидат географических<br>наук, Федеральное государственное бюджетное<br>учреждение науки Северо-Восточный комплексный                                                                                                                   |

## СОДЕРЖАНИЕ

---

|                                         |               |                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |               | научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило<br>Дальневосточного отделения Российской академии наук,<br>г.Магадан, Российская Федерация.                                                                                  |
| <b>Федорский<br/>Сергеевич</b>          | <b>Михаил</b> | Аспирант кафедры геологии и географии, Гомельский<br>государственный университет им. Ф. Скорины,<br>г. Гомель, Беларусь.                                                                                                     |
| <b>Филобок Анатолий<br/>Анатольевич</b> |               | Кандидат географических наук, доцент, ФГБОУ ВО<br>«Кубанский государственный университет», г.<br>Краснодар, Российская Федерация.                                                                                            |
| <b>Холопцев Александр<br/>Вадимович</b> |               | Ведущий научный сотрудник, доктор географических<br>наук, профессор Севастопольское отделение ФГБУ<br>«Государственный океанографический институт имени<br>Н.Н. Зубова», Севастополь, Российская Федерация.                  |
| <b>Шаврин Илья<br/>Александрович</b>    |               | Аспирант кафедры геологии и географии, Гомельский<br>государственный университет им. Ф. Скорины,<br>г. Гомель, Беларусь.                                                                                                     |
| <b>Юдин<br/>Владимирович</b>            | <b>Виктор</b> | Доктор геолого-минералогических наук, профессор,<br>Руководитель Отделения естественных наук<br>Межрегиональной общественной организации Крымская<br>Академия наук, г.Симферополь, Российская Федерация.                     |
| <b>Яковенко Ирина<br/>Михайловна</b>    |               | Доктор географических наук, профессор, заведующая<br>кафедрой туризма, факультет географии, геоэкологии и<br>туризма, Таврическая академия, ФГАОУ ВО «КФУ им.<br>В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская<br>Федерация. |

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ 1.

#### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

**Бровцына В. С., Каширина Е. С., Прыгунова И. Л.**

Большая севастопольская тропа как проект комплексного регионального развития .....3

**Мельникова Т. Б.**

Формирование и развитие туристских троп во Франции ..... 19

**Страчкова Н. В., Ситджемилева Д. В.**

Оценка степени влияния внешних и внутренних рисков на развитие туризма в Крыму ..... 28

**Сурнина К. С.**

Аналитическая оценка регионального медицинского туризма ..... 38

**Филобок А. А., Турлучев А. П.**

Перспективы развития морских портов Азово-Черноморского бассейна Российской Федерации в контексте диверсификации маршрутов международных транспортных коридоров..... 47

**Яковенко И. М.**

Подходы к обоснованию структуры и содержания атласа социокультурных процессов в Крыму..... 63

### РАЗДЕЛ 2.

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

**Андреева А. П., Крыленко С. В.**

Особенности распространения сообществ макрофитобентоса побережья массива Туапсат ..... 73

**Скребец Г. Н., Павлова С. М.**

Физико-географическое районирование открытой акватории Черного моря с помощью корреляционного анализа ..... 87

## СОДЕРЖАНИЕ

---

**Kondrashin R. V., Valov M. V., Barmin A. N., Eroshkina O. S.**

The natural resources factor influence on the industry forming process in Astrakhan region .....97

### РАЗДЕЛ 3.

#### ГЕОЭКОЛОГИЯ

**Алексашикин И.В., Дубас В.В.**

Анализ методов детоксикации тяжелых металлов на почвах северной части Белогорского района Республики Крым .....110

**Гусев А. П., Федорский М. С., Калейчик П. А., Шаврин И. А.**

Особенности проявления экзогеодинамических процессов в техногенных комплексах (на примере города Гомеля, Беларусь) .....120

**Жук В. О.**

Анализ устойчивости агроландшафтов Крыма к опасным и стихийным метеоявлениям .....130

**Пашков С. В., Мажитова Г. З.**

Агрогенная деградация лесостепных ландшафтов Северо-Казахстанской области .....140

**Старожилов В. Т.**

Концептуальная методология ландшафтно-экологических узловых структур освоения регионов тихоокеанского ландшафтного пояса ландшафтной сферы ..... 153

### РАЗДЕЛ 4.

#### ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ.

#### ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ.

#### ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

**Блага Н. Н., Вольхин Д. А.**

О происхождении конических останцов массива Ласпи .....163

**Долотов Ю. А.**

Спелестологическое районирование и обзор территории Севастополя. Часть 2. Подземные сооружения западной части Гераклейского полуострова .....174

**Лысенко В. И., Садыков С. А., Азовскова О. Б., Михайличенко Т. В.**

Условия образования микробиолитов миоцена по результатам изучения геохимии и изотопного состава гераклитов .....204



## СОДЕРЖАНИЕ

---

### РАЗДЕЛ 5.

#### ГИДРОЛОГИЯ, ОКЕАНОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

**Ушаков М. В.**

Климатический отклик минимального летне-осеннего стока рек северного Приохотоморья..... 238

**Холодцев А. В., Катунина Е. В.**

Дальние связи изменений суммарных продолжительностей антициклонов и циклонов во внетропической зоне северного полушария Земли..... 247

### РАЗДЕЛ 6.

#### ГЕОТЕКТНИКА И ГЕОДИНАМИКА

**Юдин В. В.**

Тектоника Карабийского массива в Крыму..... 270

**Сведения об авторах** ..... 303

**Содержание**..... 307