



**ТРУДЫ
КАРАДАГСКОЙ
НАУЧНОЙ СТАНЦИИ
им. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО –
ПРИРОДНОГО
ЗАПОВЕДНИКА РАН**

Выпуск 4(8)

2018

УДК 06 (477.75)

Главный редактор: Р. В. Горбунов, канд. геогр. наук
Заместитель главного редактора: Н. С. Костенко, канд. биол. наук
Ответственный редактор: В. И. Мальцев, канд. биол. наук
Технические редакторы: Т. Ю. Горбунова, Л. В. Знаменская

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

П. Н. Баранов, д-р геол.-минерал. наук,
д-р геол. наук
М. М. Бескаравайный, канд. биол. наук
В. А. Боков, д-р геогр. наук
Ю. И. Будашкин, канд. биол. наук
Б. А. Вахрушев, д-р геогр. наук
Ю. В. Глибин
Н. А. Давидович, канд. биол. наук
А. В. Ена, д-р биол. наук
Е. И. Ергина, д-р геогр. наук
С. П. Иванов, д-р биол. наук
В. В. Майко, д-р. ист. наук
В. А. Миноранский, д-р с.-х. наук
Е. Л. Неврова, д-р биол. наук
А. А. Пасынков, д-р геол.-минерал. наук

Э. Б. Петрова, д-р ист. наук
Ю. В. Плугатарь, чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук
Е. А. Позаченюк, д-р геогр. наук
М. А. Поляков, канд. биол. наук
В. В. Рожнов, академик РАН, д-р биол. наук
А. А. Родионов, канд. ист. наук
И. И. Руднева, д-р биол. наук
Ю. А. Силкин, канд. биол. наук
Т. Н. Смекалова, д-р ист. наук
А. А. Солдатов, д-р биол. наук
А. В. Фатерыга, канд. биол. наук
В. В. Фатерыга, канд. биол. наук
И. В. Флоринский, д-р техн. наук
А. Л. Чепалыга, д-р геогр. наук

Все материалы, подаваемые в «Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН», проходят двойное независимое анонимное рецензирование

Адрес редакции

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН»
ул. Науки, 24, пгт Курортное, г. Феодосия, Республика Крым, 298188
Телефон +7 36562 26212
E-mail: karadag.trudy@yandex.ru

Ассоциация по сохранению и восстановлению редких и исчезающих животных
«ЖИВАЯ ПРИРОДА СТЕПИ»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ им. Т.И.ВЯЗЕМСКОГО –
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК РАН»

ТРУДЫ КАРАДАГСКОЙ НАУЧНОЙ СТАНЦИИ им. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО – ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА РАН

Научный журнал

Основан в мае 2016 г.

Периодическое издание

Выходит 4 раза в год

Выпуск 4 (8)
2018

СОДЕРЖАНИЕ

Изучение биоразнообразия и экологический мониторинг.

<i>Мальцев В.И., Смирнова Ю.Д., Кондратьева Е.Н. Результаты гидролого-гидрохимического мониторинга акватории Карадагского природного заповедника и прилегающих прибрежных мелководий в 2012-2018 годах.</i>	3
<i>Логоминова И.В., Малахова Л.В., Малахова Т.В., Артов А.М., Коростелева А.В., Постникова А.Н. Новые данные о хлорорганических поллютантах в подкожном жире черноморских китообразных.</i>	16
<i>Корсакова С.П., Корженевский В.В. Оценка экологического режима местообитаний растений в условиях изменения климата</i>	26
<i>Клименко Н.И., Потапенко И.Л. Декоративные деревья и кустарники зеленых насаждений поселка городского типа Красногвардейское (Республика Крым).</i>	34
<i>Алексашкин И.В., Колесникова Е.Я., Дубас В.В., Зайцева Е.С. Оценка радиационного фона парков и скверов г. Симферополь.</i>	45

Географические, геологические и палеонтологические исследования.

<i>Тищенко А.И., Касаткин А.В., Шиббаев Е.А. Сульфаты Карадага. Обзор находок и новые данные.</i>	54
<i>Ключкина А.А., Прокопов Г.А. Оценка экологического состояния ландшафтно-рекреационного парка «Лисья бухта – Эчкидаг».</i>	62
<i>Табунщик В.А. Ландшафтное разнообразие территории вулканического массива Карадаг и его окрестностей.</i>	77
<i>Жангоразов К.Г. Классификация и русловые особенности малых водопадов Кабардино-Балкарской Республики.</i>	88
<i>Сведения об авторах.</i>	99

Association for the Conservation and Recovery of Rare and Endangered Animals
«LIVING NATURE OF THE STEPPE»

Federal State Budget Scientific Institution
«T.I. VYAZEMSKY KARADAG SCIENTIFIC STATION –
NATURE RESERVE OF THE RAS»

PROCEEDINGS OF T.I. VYAZEMSKY KARADAG SCIENTIFIC STATION – NATURE RESERVE OF THE RAS

Scientific Journal

Established in May 2016

Periodical

Issued 4 times a year

Issue 4 (8)
2018

CONTENT

Biodiversity Researches and Environmental Monitoring

<i>Maltsev V.I., Smirnova Yu.D., Kandratyeva E.N. Results of Hydrological and Hydrochemical Monitoring of Aquatory of the Karadag Nature Reserve and Adjacent Near-Shore Shallow Waters in 2012-2018</i>	3
<i>Logomonova I.V., Malachova L.V., Malachova T.V., Artov A.M., Korosteleva A.V., Postnikova A.N. New Data on Organochlorine Pollutants in the Subcutaneous Fat of the Black Sea Cetaceans.</i>	16
<i>Korsakova S.P., Korzhenevsky V.V. Assessment Ecological Regime of the Plants Habitat under Climate Change</i>	26
<i>Klymenko N.I.I., Potapenko I.L. Ornamental Trees and Shrubs in Green Spaces of the Urban-Type Settlement Krasnogvardeyskoe (Republic of Crimea)</i>	34
<i>Aleksashkin I.V., Kolesnik E.Y., Dubas V.V., Zaitseva E.S. Assessment of the Radiation Background of Parks and Squares of Simferopol</i>	45

Geographical, Geological and Paleontological Researches

<i>Tishchenko A.I., Kasatkin A.V., Shibaev E.A. Karadag Sulphates. Review of Findings and New Data</i>	54
<i>Klyuckina A.A., Prokopov G.A. Evaluation of the Ecological State of the Landscape and Recreational Park "Lisya Buhta – Echkidag"</i>	62
<i>Tabunshchik V. A. The Landscape Diversity of the Territory of the Volcanic Massif of Karadag and its Environs</i>	77
<i>Zangorazov K. G. Classification and Instream Features of Small Waterfalls in Kabardino-Balkaria</i>	88
<i>Information about the authors</i>	99

ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

УДК [556+54.01]:574(262.5)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА И
ПРИЛЕГАЮЩИХ ПРИБРЕЖНЫХ МЕЛКОВОДИЙ В 2012-2018 ГОДАХ**

Мальцев В.И., Смирнова Ю.Д., Кондратьева Е.Н.

ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН»

г. Феодосия, пгт. Курортное, Российская Федерация

e-mail: maltsev1356@gmail.com, julia.karadag@gmail.com, celenakd@mail.ru

В статье обобщены и проанализированы результаты гидролого-гидрохимического мониторинга акватории заповедника и прилегающих к ней акваторий против ближайших селитебных территорий (всего 11 станций) за 2012–2018 гг. Температура поверхностных вод в акватории заповедника и на сопредельных акваториях изменялась от 8 °С в зимний период до 26 °С в июле-сентябре. Прозрачность воды по диску Секки, в исследуемых акваториях изменялась от 0,5 до 16 м, в целом имеет место тенденция снижения прозрачности в акваториях против посёлков Коктебель и Курортное. Концентрация растворённого кислорода в поверхностном слое воды колебалась в пределах 7–16 мг О₂/л, (обычно в течение года – от 8 до 12 мг О₂/л). На мелководных участках акватории, дно которых покрыто макроводорослями, в летнее время наблюдалось значительное повышение концентрации кислорода в придонном слое по сравнению с поверхностным. Показатели перманганатной окисляемости (ХПК) находились в пределах 1,2–9,2 мг О/л, основной же массив значений лежит в «коридоре» 2–7 мг О/л. Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) изменялись от 0,2 до 8 мг О₂/л, кривые величин БПК₅ свидетельствуют о наличии загрязняющего эффекта со стороны селитебных территорий. В целом данные мониторинга свидетельствует об относительном экологическом благополучии заповедной акватории. Наилучшим годом, с точки зрения экологического благополучия вод акватории заповедника, был 2015, хорошие показатели демонстрирует также год 2018. Наихудшие гидрохимические показатели получены для 2014 г. В целом результаты наших исследований свидетельствуют о тенденции улучшения экологического состояния заповедной акватории.

Ключевые слова: Карадагский заповедник, заповедная акватория, температура, прозрачность, кислород растворённый, ХПК, БПК₅.

Введение

Карадагский природный заповедник расположен на побережье Юго-восточного Крыма между пгт Коктебель и Курортное. В состав заповедника входит прибрежная акватория площадью 800 га (рис. 1). Заповедный статус акватории обуславливает потребность в мониторинге её экологического состояния, поэтому силами сотрудников ФГБУН «КНС – ПЗ РАН» здесь ведётся регулярный гидрологический, гидрохимический и гидробиологический мониторинг (Смирнова и др., 2004, 2006, 2009, 2013.); кроме того, Институтом морских биологических исследований РАН проводятся комплексные гидролого-гидрохимические исследования 1–2 раза в год (Ковригина, Бобко, 2006; Трощенко, Субботин и др., 2015).

№	Название станции	Координаты	Характеристика полигона
5.	Бухта Львиная	44°54.949 N 35°14.020 E	Глубоководная (10–15 м) бухта в заповедной акватории, с востока непосредственно примыкающая к отвесному скальному массиву Карадага. Дно сложено разноразмерными каменно-скальными обломками.
6.	Скала Золотые Ворота	44°54.872 N 35°13.865 E	Относительно глубоководная часть заповедной акватории (10–15 м), непосредственно примыкающая с запада к отвесной стене скалы Золотые Ворота. Дно песчаное, покрыто разноразмерными каменно-скальными обломками.
7.	Скала Иван Разбойник	44°54.646 N 35°12.792 E	Глубоководная часть заповедной акватории (15–20 м), непосредственно примыкающая к отвесному скальному массиву Карадага. Дно сложено разноразмерными каменно-скальными обломками.
8.	Мыс Кузьмичевы камни	44°54.646 N 35°12.792 E	Мелководная (2–5 м) часть заповедной акватории среди торчащих из воды обломков скал. Дно песчаное, покрыто разноразмерными каменно-скальными обломками, заросшими макроводорослями с доминированием цистозир.
9.	Бухта Биостанции	44°54.640 N 35°12.456 E	Относительно мелководная (3–7 м) акватория, непосредственно примыкающая к заповедной акватории. Дно песчаное, покрыто разноразмерными каменно-скальными обломками, заросшими макроводорослями с доминированием цистозир.
10.	Бухта против очистных сооружений	44°54.533 N 35°11.734 E	Участок мелководного (2–5 м) залива за пределами заповедной акватории, находится под загрязняющим воздействием стоков от станции аэрации пгт Курортное. Дно песчаное, покрыто разноразмерными каменно-скальными обломками, заросшими макроводорослями с доминированием цистозир.
11.	Устье р. Отузки	44°54.493 N 35°11.365 E	Участок мелководного (2–5 м) залива за пределами заповедной акватории. Дно песчаное, покрыто разноразмерными каменно-скальными обломками, заросшими макроводорослями с доминированием цистозир. Пляжная зона пгт Курортное, пребывающая под комплексным воздействием населённого пункта со слабо развитой экозащитной инфраструктурой (загрязняющий эффект многократно усиливается во время курортного сезона).

Пробы воды отбирали в 50–100 м от берега с глубины 0,5–0,7 м от поверхности. При этом измеряли температуру воды, концентрацию растворённого в воде кислорода (с помощью термооксиметра-МАРК 303 или по методу Винклера), интегральную прозрачность (видимость диска Секки в м), перманганатную окисляемость в щелочной среде (ХПК) и биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅) – по общепринятым методикам (Руководство по гидрологическим..., 1977).

Результаты

Температура поверхностных вод в акватории Карадагского заповедника и сопредельных акваториях (рис. 2–4) в среднесезонном аспекте изменялась от 8 °С в зимний период до 26 °С в июле-сентябре. В один и тот же сезон от станции к станции температура меняется очень мало, может наблюдаться незначительное её увеличение на мелководных участках против пгт Коктебель и Курортное (ст. 1, 10, 11). При сгонных северных ветрах падение температур воды на 2-3 градуса происходит в акваториях, не защищенных скалами (ст. 1, 2, 9, 10, 11).

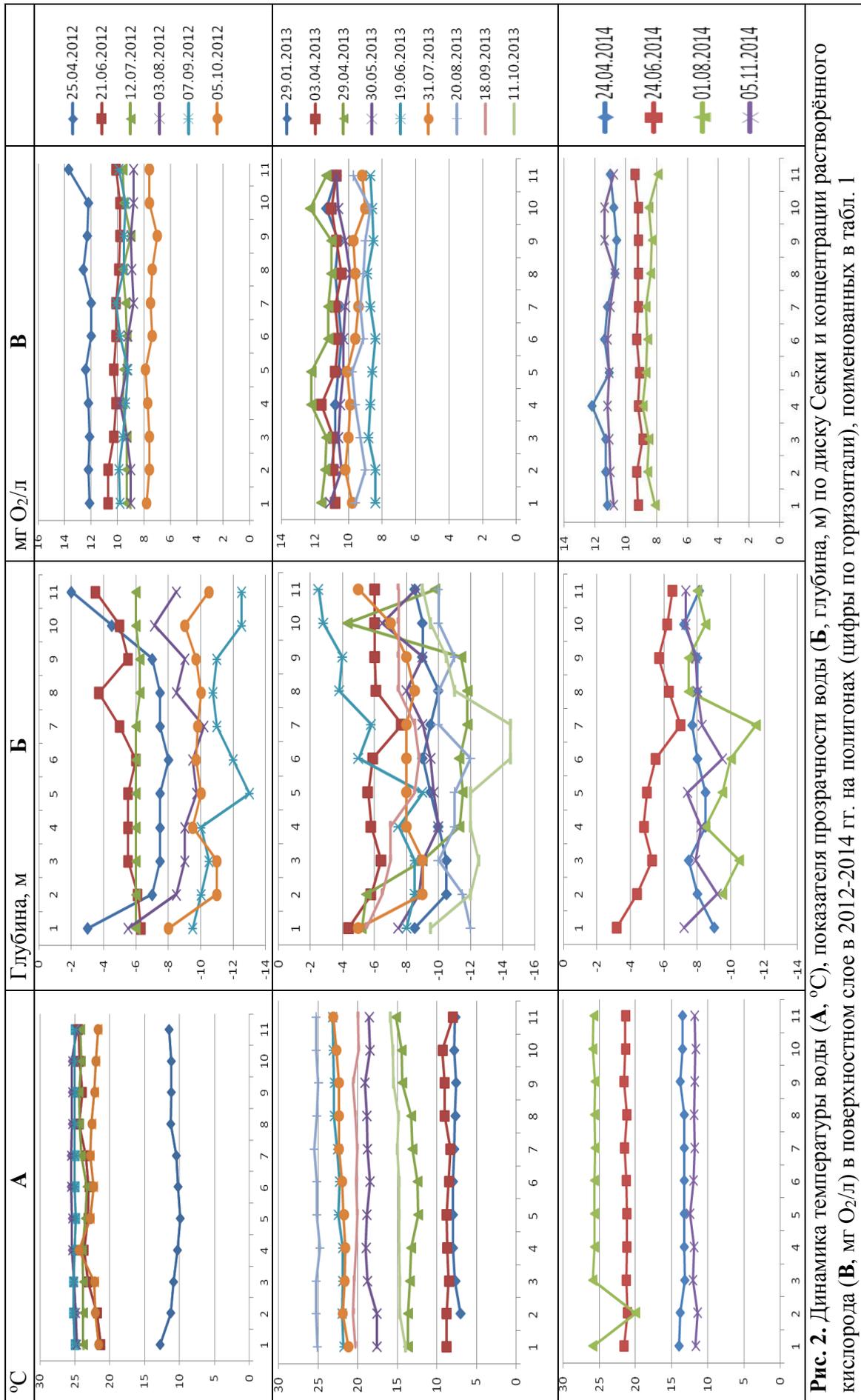


Рис. 2. Динамика температуры воды (А, °С), показателя прозрачности воды (Б, глубина, м) по диску Секки и концентрации растворённого кислорода (В, мг O₂/л) в поверхностном слое в 2012-2014 гг. на полигонах (цифры по горизонтали), поименованных в табл. 1

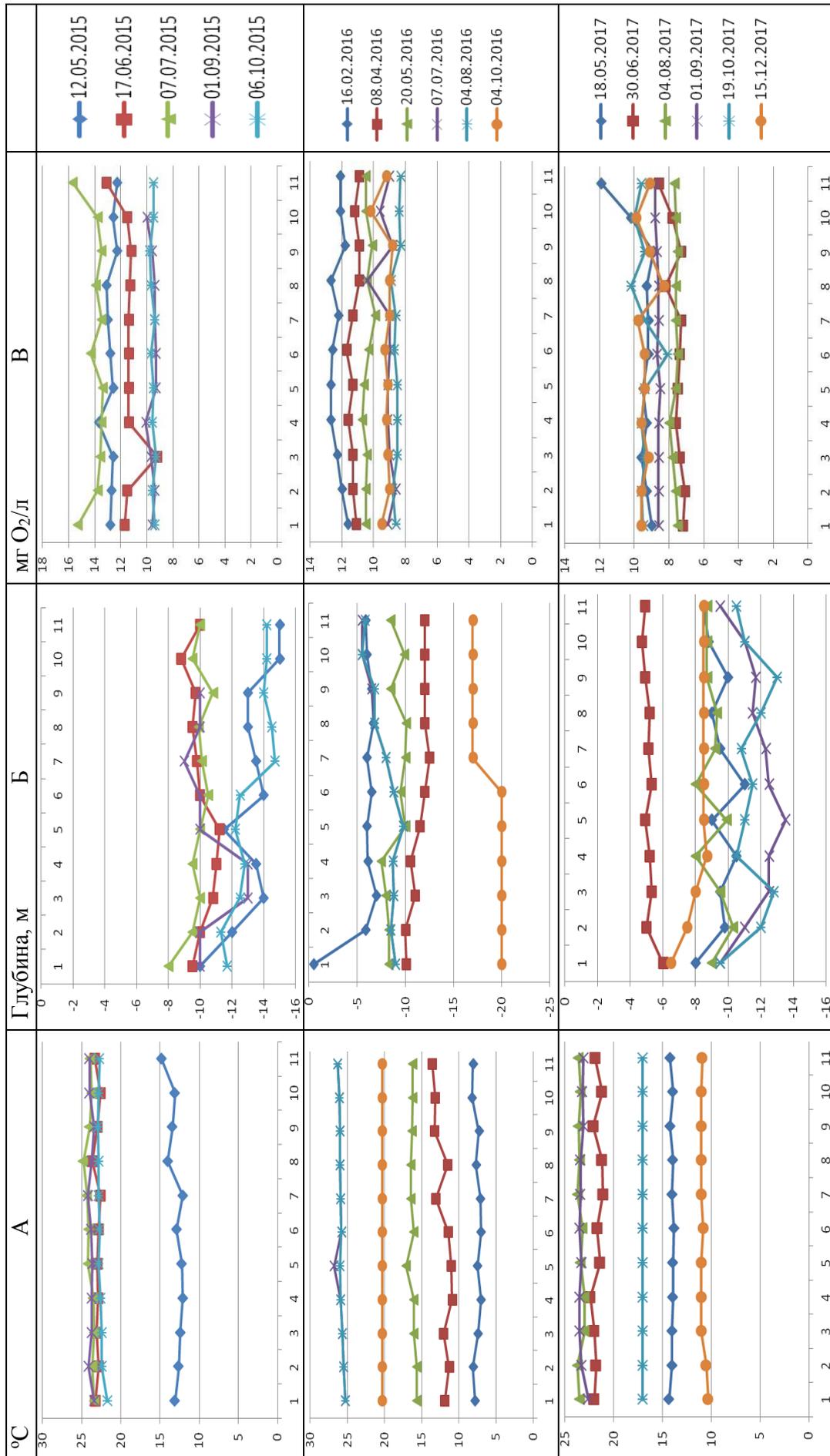


Рис. 3. Динамика температуры воды (А, °С), показателя прозрачности воды (Б, глубина, м) по диску Секки и концентрации растворённого кислорода (В, мг О₂/л) в поверхностном слое в 2015-2017 гг. на полигонах (цифры по горизонтали), поименованных в табл. 1

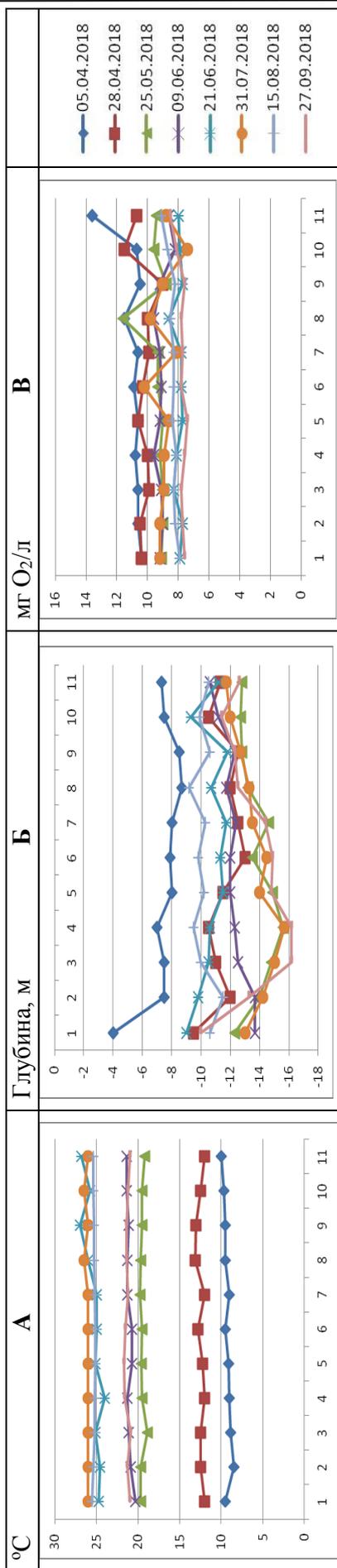


Рис. 4. Динамика температуры воды (А, °С), показателя прозрачности воды (Б, глубина, м) по диску Секки и концентрации растворённого кислорода (В, мг О₂/л) в поверхностном слое в 2018 г. на полигонах (цифры по горизонтали), поименованных в табл. 1

Прозрачность воды, измеряемая глубиной видимости белого диска (Секки), в исследуемых акваториях изменялась от 0,5 до 16 м (рис. 2–4). Наименьшие значения этого показателя наблюдались в акваториях против пгт Коктебель и Курортное (25.04.2012 г., 19.06.3013 г., 24.06.2014 г., 16.02.2016 г.). В целом имеет место тенденция снижения прозрачности в акваториях против посёлков, что, очевидно, связано с загрязняющим воздействием селитебных территорий, расположенных на побережье.

Концентрация растворённого кислорода в поверхностном слое воды (рис. 2–4) колебалась в пределах 7–16 мг О₂/л, (обычно в течение года – от 8 до 12 мг О₂/л). В летнее время эти значения соответствовали 110–140% насыщения. Впродолжение одного и того же дня пробоотбора концентрация кислорода в поверхностном слое от станции к станции менялась незначительно на всём протяжении от пгт Коктебель до пгт Курортное. На мелководных участках акватории, дно которых покрыто макроводорослями, в летнее время наблюдалось значительное повышение концентрации кислорода в придонном слое по сравнению с поверхностным (табл. 2).

Таблица 2.

Концентрация растворённого кислорода в поверхностном слое и у дна на мелководных участках акватории, заросших макроводорослями

Станция (согласно табл. 1)	Дата	t°, °C	Концентрация растворённого кислорода в поверхностном слое воды*, мг О ₂ /л	Глубина до дна, м	Концентрация растворённого кислорода в придонном слое воды*, мг О ₂ /л	% увеличения концентрации растворённого кислорода в придонном слое воды
3	04.08.17	23,0	<u>7,8</u> 110%	10	<u>8,9</u> 125%	14
8	01.09.17	23,4	<u>8,6</u> 121%	9	<u>9,2</u> 129%	7
8	15.08.18	25,3	<u>8,5</u> 124%	7	9,3 136%	9
9	01.09.17	23,1	<u>8,7</u> 122%	8,5	9,2 129%	6
9	21.06.18	27,0	<u>7,7</u> 117%	6	<u>8,9</u> 135%	16
9	27.09.18	21,4	<u>7,6</u> 103%	2,5	<u>9,7</u> 131%	28
10	20.05.16	16,2	9,1 112%	3,5	<u>12,7</u> 156%	40
10	04.08.17	23,4	<u>7,6</u> 107%	3,5	<u>10,1</u> 142%	33
10	27.09.18	21,2	<u>8,1</u> 110%	2,5	<u>12,4</u> 168%	53
11	20.05.16	16,2	<u>9,5</u> 117%	5	<u>12,7</u> 156%	34
11	01.09.17	23,1	<u>8,8</u> 124%	2,5	<u>9,4</u> 132%	7
11	09.06.18	21,4	<u>8,6</u> 116%	1,5	<u>12,1</u> 164%	41

* В знаменателе – проценты насыщения кислородом воды на соответствующих станциях отбора проб

Показатели перманганатной окисляемости в щелочной среде, или химического потребления кислорода (ХПК) на исследуемой акватории (рис. 5–6) колебались в пределах 1,2 мг О/л (28.04.2018 г., ст. № 8; близкое значение – 1,5 мг О/л – наблюдалось тогда же на ст. № 4) до 9,2 мг О/л (11.10.2013 г., ст. № 10). Последнее значение окисляемости логично связать с воздействием стоков со станции аэрации пгт

Курортное, причём, с возможно возникшей здесь нештатной ситуацией. Основной же массив значений ХПК лежит в «коридоре» 2–7 мг О/л.

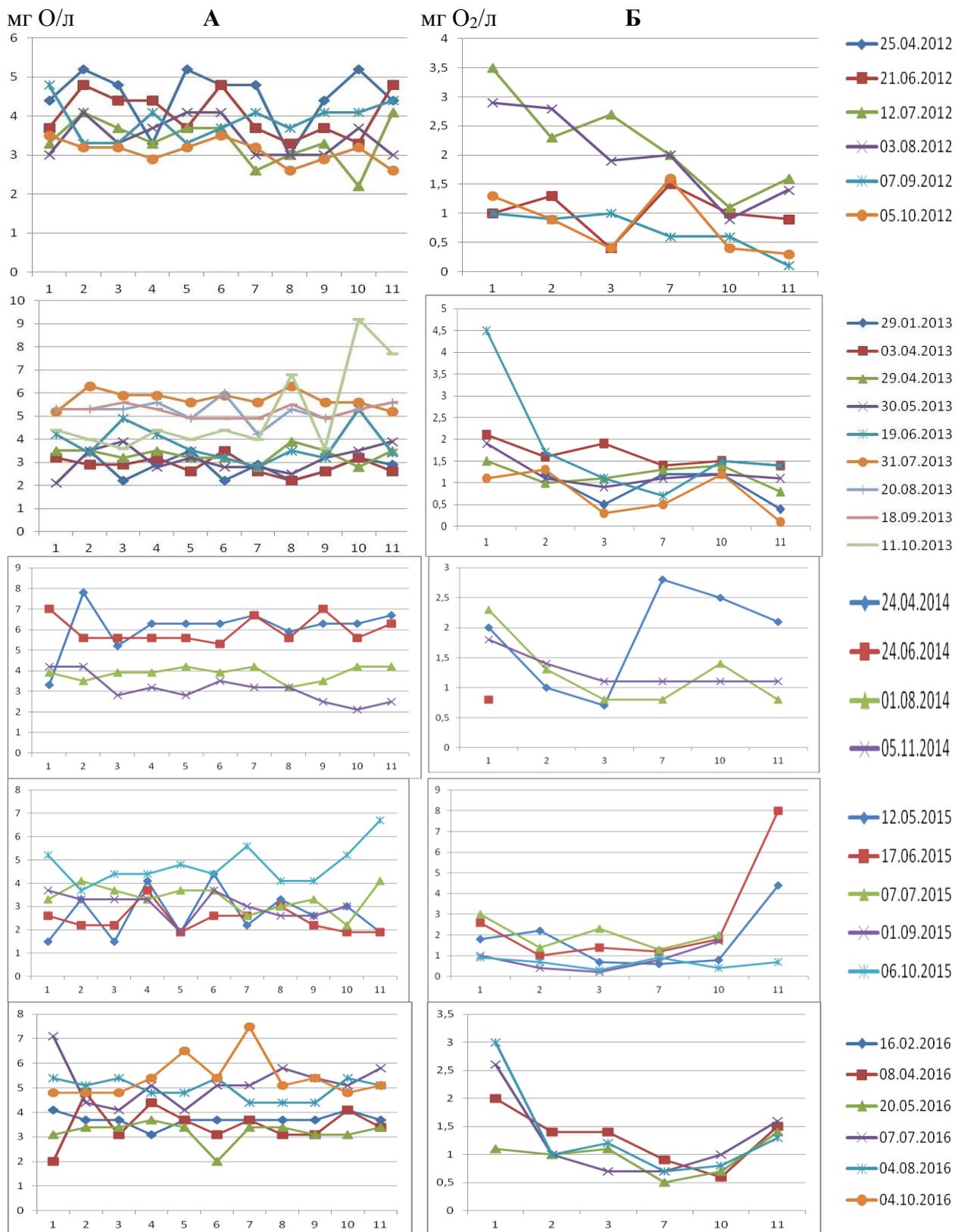


Рис. 5. Химическое потребление кислорода (перманганатная окисляемость, **А**, мг О/л) и биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅, **Б**, мг О₂/л) в 2012-2016 гг. на стационарных полигонах (цифры по горизонтали), поименованных в табл. 1

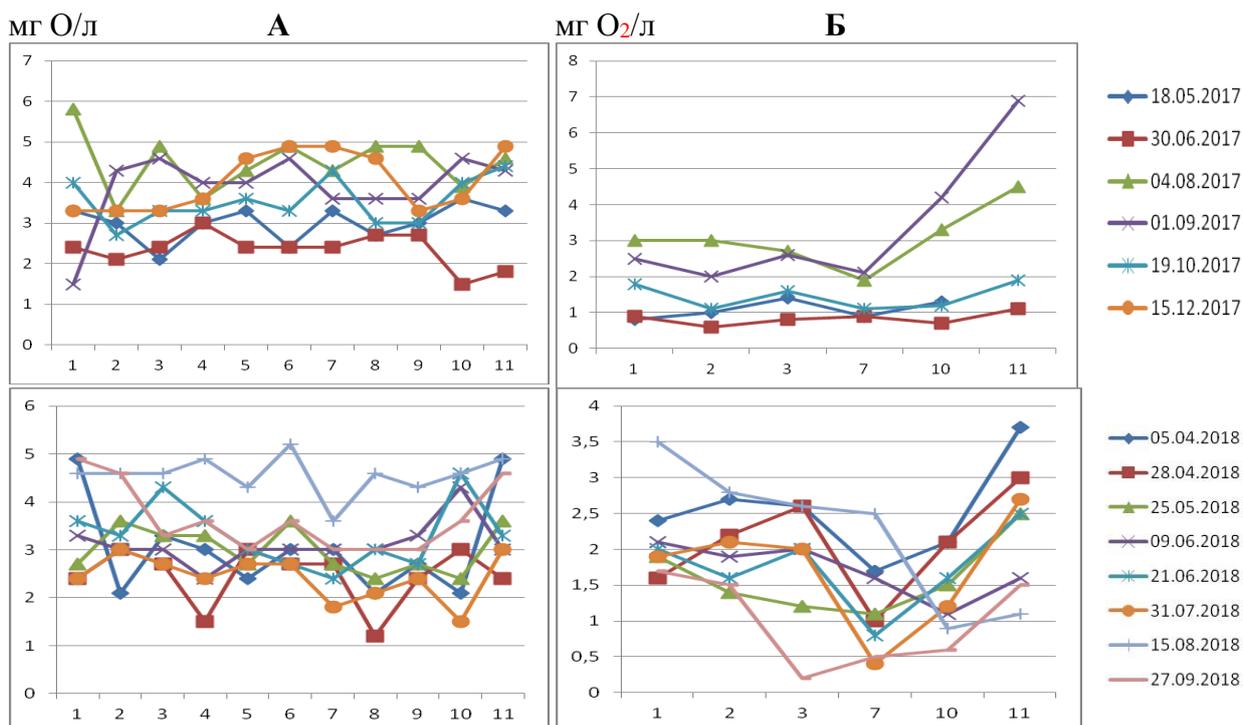


Рис. 6. Химическое потребление кислорода (перманганатная окисляемость, **А**, мг О/л) и биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅, **Б**, мг О₂/л) в 2017-2018 гг. на полигонах (цифры по горизонтали), поименованных в табл. 1

Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) за исследуемый период изменялись от 0,2 до 8 мг О₂/л. Последнее значение имело место 17.06.2015 г. на станции № 11 (против устья р. Отузки, пгт Курортное); близкое к этому значение БПК₅ (7 мг О₂/л) было отмечено 01.09.2017 г. на той же станции. Данные наших исследований свидетельствуют о загрязняющем эффекте прибрежных селитебных территорий.

Обсуждение

От года к году температурный режим исследуемой акватории менялся мало, в целом соответствуя климатической норме. Так, например, температура поверхностных слоёв в весенне-летний период 2017 г. в целом была на 3–4 °С ниже соответствующих значений в 2016 г. и на 1–2 °С ниже среднеголетних значений (Трощенко и др., 2015); однако в 2018 г. температурный режим уже практически «вернулся» к таковому 2016 г.

Как уже отмечалось, имеет место тенденция снижения прозрачности в акваториях против посёлков, что, очевидно, связано с загрязняющим воздействием селитебных территорий, расположенных на побережье. В отдельные даты отбора проб наблюдалось повышение значений ХПК вблизи селитебных зон, что, по-видимому, связано с нештатными ситуациями в их коммунальном хозяйстве.

Уровни концентрации растворённого кислорода в продолжение наших наблюдений практически не отличались от таковых в разные годы в те же месяцы (Смирнова и др., 2006, Ковригина и др., 2009, 2010, Трощенко и др., 2018). В зонах влияния селитебных территорий, в частности, против пгт Курортное, иногда в весенний

и летний период наблюдалось увеличение концентрации растворённого кислорода по сравнению с акваторией заповедной (рис. 2–4).

Величины биохимического потребления кислорода БПК₅ в период исследований в целом не высоки и мало отличаются от таковых, полученных другими исследователями (Ковригина и др., 2010, Троценко и др., 2018). Кривые величин этого показателя свидетельствуют о наличии загрязняющего эффекта (преимущественно недоочищенными коммунальными стоками) со стороны селитебных территорий (пгт Коктебель и Курортное), причём, в некоторые годы (2015, 2016, 2018) эти кривые имеют достаточно выраженный U-образный характер: подъёмы в крайних точках, соответствующие акваториям, прилегающим к посёлкам. К тому же отношение показателей БПК₅ к ХПК, являющееся показателем чистоты (либо загрязнённости) акватории (Скопинцев, 1975), впродолжение наших исследований редко превышает 1, и те немногочисленные случаи, когда это отношение превышает 1, также относятся в основном к акваториям, прилегающим к посёлкам.

По показателям растворённого кислорода ни на одной из исследованных станций не наблюдалось выхода за пределы требований к составу и свойствам морской воды для рекреационного водопользования (Санитарно-эпидемиологические требования..., 2010); в отдельных случаях (рис. 5Б, 2013 и 2015 гг., рис. 6Б, 2017 г.) имело место превышение этих требований по БПК₅, (4 мг О₂/л). Стоит отметить, однако, что в 1950–60-х годах величины окисляемости морской воды были 1–1,5 мг О/л (Скопинцев, 1975).

В 2003–2009 гг. (Смирнова, 2009), а также в 2010 г. наблюдалось прогрессирующее нарастание показателей окисляемости, что говорило об увеличении концентрации органических веществ в воде на фоне уменьшения биомассы моллюсков-фильтраторов, заиления дна и придонных поверхностей. С 2011г. наблюдается тенденция к снижению значений ХПК (окисляемости) в теплое время года в водах заповедника, в зимне-весенний период имеет место даже приближение их к величинам 2,5–3 мг О/л, характерным для открытого моря.

В целом всё сказанное свидетельствует об относительном экологическом благополучии заповедной акватории за период наблюдений.

Для оценки межгодовой динамики экологического благополучия акватории заповедника по контролируемым показателям нами предпринято следующее (табл. 3):

Таблица 3.

Расчёт сумм баллов, отражающих экологическое благополучие акватории в годы исследований

Средние значения показателей в летний период	Годы исследований						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<u>Прозрачность,* м</u> баллы	<u>8,2</u> 3	<u>7,9</u> 2	<u>7,2</u> 1	<u>10,9</u> 5	<u>11,4</u> 6	<u>8,6</u> 4	<u>12,8</u> 7
<u>Концентрация кислорода,* мг О₂/л</u> баллы	<u>9,1</u> 5	<u>9,2</u> 6	<u>8,8</u> 3	<u>11,2</u> 7	<u>9,0</u> 4	<u>8,0</u> 1	<u>8,6</u> 2
<u>ХПК,** мг О/л</u> баллы	<u>3,6</u> 5	<u>5,0</u> 3	<u>4,9</u> 4	<u>3,4</u> 6	<u>5,2</u> 2	<u>3,6</u> 5	<u>3,3</u> 7
<u>БПК₅,** мг О₂/л</u> баллы	<u>1,3</u> 6	<u>1,3</u> 6	<u>1,2</u> 7	<u>1,5</u> 5	<u>1,3</u> 6	<u>2,4</u> 3	<u>1,6</u> 4
Сумма баллов	19	17	15	23	18	16	20

* *Большее количество баллов соответствует большему значению показателя*

** *Большее количество баллов соответствует меньшему значению показателя*

- для показателей прозрачности, концентрации растворённого кислорода, ХПК и БПК₅ рассчитаны средние значения за летний сезон (в дни, когда температура морской воды превышала 19 °С);

- каждому показателю мы поставили в соответствие определённое количество баллов в диапазоне от 1 до 7 (по числу лет исследований); большему количеству баллов соответствует более благополучная ситуация;

- суммируя баллы по каждому году исследования получаем некую интегральную оценку экологического благополучия, позволяющую сравнивать разные годы с точки зрения экологической ситуации, развивающейся впродолжение года.

Наилучшим годом, с точки зрения экологического благополучия вод акватории заповедника, был 2015 (23 балла), хорошие показатели демонстрирует также год 2018 (20 баллов). Наименьшая сумма баллов (15) получена для 2014 г.

Заключение

Температурный режим исследуемой акватории менялся мало, в целом соответствуя климатической норме. Имеет место тенденция снижения прозрачности в акваториях против посёлков, что, очевидно, связано с загрязняющим воздействием селитебных территорий, расположенных на побережье. В зонах влияния этих территорий, в частности, против пгт Курортное, иногда в весенний и летний период наблюдалось увеличение концентрации растворённого кислорода по сравнению с акваторией заповедной. Также в отдельные даты отбора проб наблюдалось повышение значений ХПК вблизи селитебных зон, что, по-видимому, связано с нештатными ситуациями в их коммунальном хозяйстве.

Величины биохимического потребления кислорода БПК₅ в период исследований в целом не высоки. Кривые величин этого показателя свидетельствуют о наличии загрязняющего эффекта (преимущественно недоочищенными коммунальными стоками) со стороны селитебных территорий (пгт Коктебель и Курортное), причём, в некоторые годы (2015, 2016, 2018) эти кривые имеют достаточно выраженный U-образный характер (подъёмы в крайних точках, соответствующие акваториям, прилегающим к посёлкам). Отношение показателей БПК₅ к ХПК впродолжение наших исследований редко превышает 1. Немногочисленные случаи, когда это отношение превышает 1, также относятся в основном к акваториям, прилегающим к посёлкам.

По показателям растворённого кислорода ни на одной из исследованных станций не наблюдалось выхода за пределы «Требований к составу и свойствам морской воды для рекреационного водопользования». В отдельных случаях имело место превышение этих требований по БПК₅. Величины окисляемости за исследуемый период имели тенденцию к снижению в акватории заповедника, а в зимне-весенний сезон даже приближались к значениям регистрируемым в 2003 г. (Смирнова и др., 2006).

Наилучшим годом, с точки зрения экологического благополучия вод акватории заповедника, был 2015, хорошие показатели демонстрирует также год 2018. Наихудшие показатели получены для 2014 г. В целом результаты наших исследований свидетельствуют о тенденции улучшения экологического состояния заповедной акватории.

Список литературы

1. Ковригина Н.П., Бобко Н.И. Особенности распределения гидрохимических показателей на акватории Карадагского заповедника в летне-осенний период 2004 года // *Летопись природы*: Т. XXI, 2004 год. – Симферополь, СОНАТ – 2006. – С. 30–40.
2. Ковригина Н.П., Троценко О.А., Щуров С.В. Особенности пространственного распределения гидролого-гидрохимических показателей прибрежной акватории Карадага в современный период (2005–2006 гг.) // *Карадаг – 2009: Сборник научных трудов, посвящённых 95-летию Карадагской научной станции и 30-летию Карадагского природного заповедника Национальной академии наук Украины*. – Севастополь: ЭКОСИ–Гидрофизика, 2009. – С. 446–461.
3. *Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях*. Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 725 с.
4. *Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения*. СанПиН 2.1.5.2582-10. – М.: 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/57/57909/>
5. Скопинцев Б.А. Формирование современного химического состава вод Черного моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 335 с.
6. Смирнова Ю.Д., Глибина Н.А., Кондратьева Е.Н., Заклецкий А.А. Исследования экологического состояния акватории Карадагского природного заповедника и прилегающих районов // *Летопись природы*: Т. XX, 2003 год. – Симферополь, СОНАТ – 2004. – С. 30–35.
7. Смирнова Ю.Д., Глибина Н.А., Кондратьева Е.Н., Заклецкий А.А., Марченко В.С., Смирнов Д.Ю. Гидрохимические и гидробиологические исследования в акватории Карадагского природного заповедника в 2004 г. // *Летопись природы*: Т. XXI, 2004 год. – Симферополь, СОНАТ – 2006. – С. 40–50.
8. Смирнова Ю.Д., Алексеева В.Е., Кондратьева Е.Н. Исследование узкой прибрежной зоны акватории КаПриЗ в 2007 г. (гидрохимические, микробиологические показатели, состояние сообществ донных моллюсков) // *Летопись природы Карадага*: Т. XXIV, 2007 год. – Симферополь. «Н. Оріанда». – 2009. — С. 228–233.
9. Смирнова Ю.Д. Результаты многолетних исследований узкой прибрежной зоны акватории Карадагского заповедника (гидрохимия, гидробиология) // *Карадаг – 2009: Сб. научн. трудов, посвященный 95-летию Карадагской научной станции и 30-летию Карадагского природного заповедника Национальной академии наук Украины* / ред. А.В. Гаевская, А.Л. Морозова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С. 462–473.
10. Смирнова Ю.Д., Алексеева В.Е., Кондратьева Е.Н. Исследование узкой прибрежной зоны акваторий КаПриЗ в 2008 г. (гидрохимия, гидробиология) // *Карадагский природный заповедник. Летопись природы*: Т. XXV. 2008 год. – Симферополь: Н. Оріанда. – 2010. – С. 295–300.
11. Смирнова Ю.Д., Кондратьева Е.Н., Смирнов Д.Ю. Мониторинговые исследования узкой прибрежной зоны моря Карадагского заповедника // *Заповедники Крыма. Биоразнообразие и охрана природы в Азово-Черноморском регионе. Материалы VII Международной научно-практической конференции* (Симферополь, 24–26 октября 2013 г.). – Симферополь, 2013. – С. 388–394.
12. Троценко О.А., Ковригина Н.П., Лисицкая Е.В., Капранов С. В., Еремин И.Ю., Родионова Н.Ю. Гидролого-гидрохимическая ситуация и состояние меропланктона на взморье Карадага (2017 г.) // *Труды Карадагской научной станции им. Т.И.Вяземского – природного заповедника РАН*. – 2018, № 2 (6). – С. 47–62.

13. Троценко О.А., Субботин А.А., Ерёмин И.Ю. Изменчивость параметров термохалинной структуры вод в прибрежной зоне Карадагского природного заповедника по данным многолетних исследований // 100 лет Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского: сборник научных трудов. – Симферополь: Н. Орианда – 2015. – С. 748–752.

**RESULTS OF HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL MONITORING OF
AQUATORY OF THE KARADAG NATURE RESERVE AND ADJACENT NEAR-
SHORE SHALLOW WATERS IN 2012-2018**

Maltsev V.I., Smirnova Yu.D., Kandratyeva E.N.

T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS, Kurortnoe, Feodosia, Russian Federation

e-mail: maltsev1356@gmail.com, julia.karadag@gmail.com, celenakd@mail.ru

The article summarizes and analyzes the results of hydrological and hydrochemical monitoring of the aquatory of the Karadag Nature Reserve and adjacent aquatories opposite the nearest residential areas (totally 11 stations) during 2012–2018. Temperature of surface water varied from 8 °C in winter to 26 °C in July-September. The transparency of water estimated with the Secchi disk varied from 0.5 to 16 m; generally, there is a tendency of transparency reduction in the waters opposite the settlements of Koktebel and Kurortnoye (Crimea). The concentration of dissolved oxygen in the surface layer of water ranged from 7 to 16 mg O₂/l, (usually from 8 to 12 mg O₂/l). In shallow water areas if the bottom is covered with macroalgae in the summer there was a significant increase of the oxygen concentration in the bottom layer compared to the surface. Permanganate chemical oxygen demand (COD) were in the range of 1.2–9.2 mg/l, the main array of values lies in the "corridor" 2–7 mg/l. The values of biochemical oxygen demand (BOD₅) varied from 0.2 to 8 mg O₂/l, the curves of BOD₅ indicate the presence of a polluting effect from residential areas. In general, the monitoring data shows the relative environmental well-being of the protected aquatory. The best year in terms of the ecological well-being of the waters of the reserve was 2015, good performance also shows the year 2018. The worst hydrochemical parameters were obtained for 2014. In general, the results of our research indicate a tendency of the ecological status of the protected aquatory to be improved.

Key words: Karadag reserve, reserved aquatory, temperature, transparency, dissolved oxygen, COD, BOD₅.

Поступила в редакцию 27.10.2018 г.

УДК 574.5:574.64

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛЛЮТАНТАХ В ПОДКОЖНОМ ЖИРЕ ЧЕРНОМОРСКИХ КИТООБРАЗНЫХ

Логоминова И. В.¹, Малахова Л. В.², Малахова Т. В.², Артов А.М.¹,
Коростелева А.В.³, Постникова А.Н.³

¹ФГБУН «Кардагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН»,
г. Феодосия, пгт. Курортное, Российская Федерация,

²ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Российская Федерация

³АНО «Центр изучения, спасения и реабилитации морских млекопитающих «Безмятежное
море», Москва, Российская Федерация

e-mail: logominova@rambler.ru, malakh2003@list.ru, t.malakhova@imbr-ras.ru,
aartov06@gmail.com, sereneseadolphins@gmail.com

Представлены данные о содержании хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорированных бифенилов (ПХБ) в подкожном жировом слое черноморских дельфинов - афалин, белобочек и морских свиней (азовок), выброшенных на крымское побережье в 2017 г. Во всех исследованных пробах обнаружены α -, β - и γ -ГХЦГ в интервале концентраций от 0,003 до 0,264 (Σ ГХЦГ от 0,036 до 0,319); гексахлорбензол – от 0,12 до 8,14; п,п'-ДДТ и его метаболиты п,п'-ДДЭ и п,п'-ДДД – от 0,08 до 146,95 (Σ ДДТ от 1,27 до 163,18); а также шесть конгенов полихлорбифенилов (по IUPAC: 28, 52, 101, 138, 153 и 180) – от 0,004 до 11,28 (Σ ПХБ₆ от 0,42 до 27,04) мкг·г⁻¹ липидной массы. Доля п,п'-ДДЭ составляла от 44 до 90% суммы ХОП и достигала 146,95 мкг·г⁻¹ липидной массы. Максимальная концентрация ХОП и ПХБ зафиксирована в пробах подкожного жира белобочек.

Ключевые слова: морская свинья (азовка), афалина, белобочка, ГХЦГ, гексахлорбензол, ДДТ, ДДЭ, полихлорированные бифенилы, Черное море

Введение

К особо опасным загрязнителям морской среды относятся такие хлорорганические соединения (ХОС), как полихлорбифенилы (ПХБ) и хлорорганические пестициды (ХОП), среди которых наиболее распространенными являются устаревшие инсектициды гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и дихлордифенилтрихлорметилметан (ДДТ). Несмотря на запрещение в большинстве стран причерноморского региона производства и сокращение использования ХОП в сельском хозяйстве еще в 70-х годах, а ПХБ в промышленности – с начала 90-х годов прошлого века, они по-прежнему загрязняют акваторию Чёрного моря. Одним из механизмов «выноса» ХОС из водной среды является извлечение их морскими организмами (Малахова и др., 2016, Никонова и др., 2017, Поликарпов, Егоров, 1986, Malakhova et al, 2014). Аккумуляции ХОС гидробионтами способствуют их гидрофобные и липофильные свойства, а также высокая устойчивость ПХБ и ХОП к разложению в условиях окружающей среды. В морских экосистемах происходит передача ХОС по пищевой цепи (Romero-Romero et al, 2017, Sun et al, 2017).

Верхним звеном трофической цепи в Черном море, как во всем Мировом океане, являются китообразные. Вопрос о загрязнении ХОС морских млекопитающих впервые был поднят в семидесятых годах 20-го столетия (George, Frear, 1966, Sladen et al, 1966). В середине 80-х годов прошлого века в морях, омывающих Европу, отмечалось особенно сильное загрязнение. Тогда у ластоногих и китообразных была зарегистрирована экстремально высокая концентрация п,п'-ДДТ и его метаболитов до 500 мкг·г⁻¹ и ПХБ - до 2530 мкг·г⁻¹ (Бобовникова и др., 1986).

Накапливающиеся в подкожно-жировой клетчатке ХОС не оказывают на организмы прямого токсичного действия, поскольку слой подкожного жира не

участвует активно в метаболизме. Однако, при быстрой потере подкожного жира («аккумулятора энергии»), нередко встречающейся у морских млекопитающих в периоды интенсивного расходования энергии – размножения и при нехватке кормовых ресурсов, большое количество ХОС, накопленных в жировых тканях, активно вовлекаются в обменные процессы и вызывают отравление организмов животных.

Определение ХОС позволяет оценить патогенные эффекты инкорпорированных соединений, также, в связи с кумуляцией токсических веществ дельфины используются в качестве интегральных биоиндикаторов состояния морских экосистем и антропогенного загрязнения акваторий (Биркун мл. и др., 1993).

Впервые исследования содержания ХОП у трех видов черноморских китообразных были проведены в 90-ых годах XX-го века (Биркун мл. и др., 1993). Содержание ХОП было определено в подкожном жире у павших животных, обнаруженных при обходах побережья Крыма – у 19 морских свиней (азовок), 2 афалин и 2 белобочек. Исследования выявили содержание ХОП, сравнимое с таковым у дельфинов экологически неблагополучных морей.

С 90-ых годов и до настоящего времени загрязнению ХОС черноморских китообразных было посвящено еще ряд исследований (Gaina, 2010, Pora et al., 2008, Tanabe et al., 1997, Weij et al., 2010). в которых определялись концентрации ХОС в подкожном жире и других органах трех видов дельфинов.

В 2017 г. на крымском побережье было зарегистрировано значительное количество выбросов дельфинов (Логоминова и др., 2017). Среди обнаруженных животных преобладали морские свиньи (75,1%), из них 30% были детеныши, но также были обнаружены афалины (11,5%) и белобочки (6,5%). Точные причины выбросов животных удалось определить в единичных случаях. Одной из причин гибели животных могли быть инфекционные заболевания, которые часто наблюдаются у ослабленных животных, в организмах которых накоплена чрезвычайно высокая концентрация ПХБ (Hall et al., 2006). Во время выездов на места выбросов животных проводились отборы проб подкожно-жировой клетчатки для исследований.

Целью данной работы являлось определение содержания хлорорганических загрязнителей в подкожном жире черноморских китообразных, выброшенных на крымское побережье в 2017 г.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись пробы подкожного жира морской свиньи (азовки) *Phocoena phocoena relicta* Abel, 1905, афалины *Tursiops truncatus ponticus* Varabash, 1940 и белобочки *Delphinus delphis ponticus* Varabash-Nikiforov, 1935, обнаруженных в 2017 г. на черноморском побережье Крыма. Материал для исследования отбирался в ходе работы сети регистрации данных о китообразных и мониторинга контрольного участка побережья и акватории (РИМС-сети) на черноморском побережье Крыма (Логоминова и др., 2017). Описание животных, районы и даты отбора проб представлены в таблице 1.

Образцы подкожного жира отбирали на спине животных, за спинным плавником. У особи №6, кроме спинного подкожного жира, отобрали пробу брюшного жира (проба №6а). Образцы до анализа были заморожены и хранились при -20°C. Возраст определялся по морфологическим показателям.

ХОС определяли методом, описанным в работе (Muir et al., 2003). с некоторыми изменениями. Пробы подкожного жира (ворвани), массой около 200 мг, измельчали, смешивали с раствором внутреннего стандарта ПХБ 119 и заливали смесью гексана и ацетона (1:1). Жир азовок практически полностью растворялся в экстрагенте.

Таблица 1.

Данные об исследованных китообразных

№ особи	Дата отбора проб	Вид	Пол	Возраст	Размер, м	Район отбора
1	24.06.2017	Морская свинья (азовка)	♀	новорожденная, около 1-2 мес.	1,00	п. Веселое, г. Судак
2	11.07.2017	Морская свинья (азовка)	♀	около 3-4 мес.	1,10	Капсельская бухта, г. Судак
3	18.07.2017	белобочка	♀	1,5-2 года	1,45	г. Керчь
4	20.08.2017	белобочка	♂	около 8-10 лет	1,75	г. Судак
5	15.12.2017	белобочка	не опр.*	не опр.	не опр.	Капсельская бухта, г. Судак
6	30.08.2017	афалина	♂	1,5-2 года	2,20	п. Новый Свет
6а**	30.08.2017	афалина	♂	1,5-2 года	2,20	п. Новый Свет
7	10.12.2017	афалина	♂	1,5-2 года	2,00	г. Севастополь

Примечание: * – не определяли; ** – проба жира с брюшной части особи №6.

У афалин и белобочек остаток после растворения жира взвешивали, определяя таким образом нерастворимую часть пробы. Далее часть экстракта для отделения целевых аналитов от липидов пропускали через колонку с флорисилом, дезактивированным водой (1,5% по массе). Аналиты из колонки элюировали гексаном. Другая часть экстракта была использована для определения массовой доли жиров экстракционно-весовым методом согласно ГОСТ 7636–85. Анализы проводили в двух повторностях.

Концентрацию ХОС определяли на газовом хроматографе Хроматэк Кристалл 5000 с микро-ЭЗД и капиллярной колонкой CR-5 (длина 30 м, диаметр 0,32 мм, слой фазы 0,5 мкм) в ЦКП «Спектрометрия и хроматография» ФГБУН ИМБИ. Расчет количественного содержания ХОС проводили методом градуировки. В качестве стандартных образцов использовали аттестованные ГСО α -, β - и γ -изомеров ГХЦГ, гексахлорбензола (ГХБ), п,п'-ДДТ и его метаболитов п,п'-ДДЭ и п,п'-ДДД (далее ДДТ, ДДЭ и ДДД), а также стандартный раствор фирмы Sigma-Aldrich шести индикаторных конгенов ПХБ (по нумерации IUPAC): 28, 52, 101, 138, 153 и 180, рекомендованных Международным советом по изучению моря для мониторинга загрязненности морских экосистем. Полученные результаты представлены средним значением из двух повторностей и выражены в $\text{мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ сырой и липидной массы. Ошибка определения ХОС не превышала 20%.

Пример фрагмента хроматограммы гексанового экстракта ворвани особи №3, полученного по вышеописанному методу, показан на рис. 1.

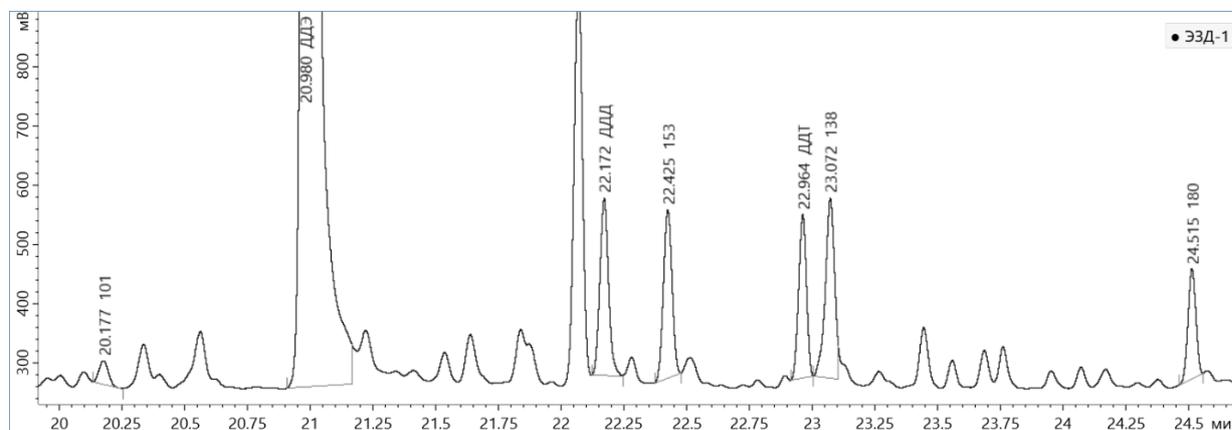


Рис. 1. Фрагмент хроматограммы гексанового экстракта подкожно-жировой клетчатки белобочки №3, полученной на ГХ Хроматэк-Кристалл 5000.2 с ДЭЗ

Для подтверждения идентификации искомых ХОС, а также для получения дополнительной информации о загрязняющих веществах в пробах, экстракты проб были проанализированы на газовом хроматографе Хроматэк-Кристалл 5000.2 с масс-спектрометрическим детектором (ГХ/МС) с электронной ионизацией. Анализ проводили в режиме сканирования по полному ионному току, идентификацию ХОС проводили путем сравнения времен удерживания и полученных масс-спектров с референтными спектрами библиотеки NIST'08.

Результаты и их обсуждение

Жирность образцов значительно отличалась. Исключительно высокой она была в подкожном сале азовки. У особи №1 жирность составляла 97,3%, у №2 – 93,6%, чем, очевидно, объясняется его особая мягкость. При этом жир азовок №1 и 2 отличался невысоким содержанием влаги – 2 и 6%, соответственно. В пробах белобочки № 3, 4 и 5 содержание липидов составляло 45, 49 и 81%, влаги – 45, 45 и 7% соответственно. В спинном подкожном жире афалины №6 содержание жира было ниже, чем в брюшной части и равнялось 57 и 76%, у афалины №7 – 67%, а влага в этих пробах составила 11, 6 и 7% соответственно. Такое соотношение жира и влаги в пробах дельфинов, дает характеристику упитанности дельфинов и в целом свидетельствует об их состоянии до гибели. Известно, что содержание жира в подкожно-жировой клетчатке здоровой черноморской белобочки в среднем составляло 84, афалины – около 86, морской свиньи (азовки) – 95% (Драгунов, Касинова, 1951). На основании этих данных можно предположить, что особи белобочки №3 и 4 были истощены.

Во всех пробах подкожно-жировой клетчатки обнаружены следующие ХОП: β - и γ -изомеры ГХЦГ, ГХБ, п,п'-ДДТ и его метаболиты п,п'-ДДД и п,п'-ДДЭ (табл. 2).

Таблица 2.

Концентрация ХОП в подкожном слое жира дельфинов, выброшенных на крымское побережье в 2017 г.

№ особи	Концентрация ХОП, мкг·г ⁻¹ сырой массы / липидной массы*								
	α -ГХЦГ	β -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	Σ ГХЦГ	ГХБ	п,п'-ДДЭ	п,п'-ДДД	п,п'-ДДТ	Σ ДДТ
Морская свинья (азовка)									
1	<u>0,003</u> 0,003	<u>0,027</u> 0,028	<u>0,005</u> 0,006	<u>0,035</u> 0,036	<u>0,29</u> 0,30	<u>0,85</u> 0,88	<u>0,30</u> 0,31	<u>0,07</u> 0,08	<u>1,23</u> 1,27
2	_*_*	<u>0,042</u> 0,046	<u>0,008</u> 0,009	<u>0,050</u> 0,055	<u>0,43</u> 0,47	<u>1,71</u> 1,90	<u>0,58</u> 0,64	<u>0,18</u> 0,20	<u>2,49</u> 2,75
Белобочка									
3	<u>0,011</u> 0,023	<u>0,120</u> 0,264	<u>0,014</u> 0,031	<u>0,144</u> 0,319	<u>3,68</u> 8,13	<u>66,45</u> 146,95	<u>5,40</u> 11,95	<u>1,93</u> 4,28	<u>73,79</u> 163,18
4	<u>0,003</u> 0,007	<u>0,100</u> 0,207	<u>0,005</u> 0,009	<u>0,108</u> 0,223	<u>3,95</u> 8,14	<u>65,50</u> 134,84	<u>1,60</u> 3,28	<u>1,22</u> 2,52	<u>68,32</u> 140,64
5	<u>0,004</u> 0,005	<u>0,040</u> 0,049	-	<u>0,044</u> 0,054	<u>0,13</u> 0,16	<u>1,30</u> 1,60	<u>0,72</u> 0,88	<u>0,15</u> 0,19	<u>2,17</u> 2,67
Афалина									
6	<u>0,005</u> 0,005	<u>0,046</u> 0,047	<u>0,007</u> 0,008	<u>0,058</u> 0,059	<u>0,63</u> 0,65	<u>1,30</u> 1,34	<u>0,83</u> 0,86	<u>0,14</u> 0,14	<u>2,28</u> 2,34
6a	<u>0,008</u> 0,011	<u>0,071</u> 0,106	<u>0,009</u> 0,013	<u>0,088</u> 0,130	<u>0,92</u> 1,37	<u>2,33</u> 3,47	<u>0,58</u> 0,86	<u>0,20</u> 0,30	<u>3,12</u> 4,63
7	<u>0,004</u> 0,005	<u>0,067</u> 0,088	<u>0,004</u> 0,005	<u>0,074</u> 0,098	<u>0,09</u> 0,12	<u>4,16</u> 5,47	<u>0,76</u> 1,00	<u>0,29</u> 0,38	<u>5,20</u> 6,85

Примечание: * верхняя цифра – содержание ХОП в сырой массе подкожного жира, нижняя цифра – содержание ХОП в липидной массе, ** – не обнаружено.

В целом концентрация ХОП в пробах подкожного жира дельфинов уменьшалась в ряду: п,п'-ДДЭ >> п,п'-ДДД > ГХБ > п,п'-ДДТ > β-ГХЦГ > γ-ГХЦГ > α-ГХЦГ. Максимальная концентрация всех ХОП обнаружена в пробах белобочки №3 и 4, минимальная – в пробе новорожденной азовки №1.

Во всей выборке доминирующим хлорпестицидом был ДДЭ, концентрация которого изменялась от 0,88 до 146,95 мкг·г⁻¹ липидной массы, что составляло от 44 до 90% от суммы ХОП. Наибольшее содержание ДДЭ определено в пробах белобочки №3 и 4, у остальных исследованных особей концентрация была ниже в среднем в 30 раз. По-видимому, такая значительная разница в степени загрязненности определяется особенностями питания и физиологического состояния (истощением организма) белобочек №3 и 4.

Сравнение полученных результатов с данными 1990-х гг. показало, что в подкожном жире у белобочек №3 и 4 содержание п,п'-ДДЭ было на порядок выше, чем у черноморских белобочек в 1990 г., когда в их жире максимальная концентрация п,п'-ДДЭ составляла 14,41 мкг·г⁻¹ (Биркун мл. и др., 1993). В то же время, концентрация п,п'-ДДЭ у белобочки №5 оказалась на порядок ниже, чем у дельфинов этого вида в 1990 г.

В атлантических прибрежных районах Испании в 1994-1996 гг. загрязненность ДДЭ в жире белобочек была ниже в 7 раз, чем у особей №3 и 4. Однако в межматериковом Средиземном море концентрация п,п'-ДДЭ в тот период была сопоставима с загрязненностью особей №3 и №4 и составила в среднем 24,68±31,22, при максимальной 130,40 мкг·г⁻¹ липидной массы (Borrell et al., 2001).

В пробах подкожного жира морской свиньи №1 и №2 концентрация ∑ДДТ была ниже почти на два порядка, чем у белобочки (табл. 2), и составляла в среднем 1,86 мкг·г⁻¹ сырой массы. Такая загрязненность оказалась в среднем в 50 раз ниже содержания ∑ДДТ в жире черноморских азовок, выброшенных на побережье в 1990 г., максимальное значение которого достигало 243,75 мкг·г⁻¹ (Биркун мл. и др., 1993). и исследованных в 1997 г., максимальное значение которого достигало 180 мкг·г⁻¹ сырой массы (Tanabe, 1997). Также, уровень загрязненности ∑ДДТ в нашем исследовании оказался в среднем в 27 раз ниже, чем у молодых азовок, обнаруженных на побережье в 1998 г., максимальное значение которого в жире достигало 81,709 мкг·г⁻¹ липидной массы (Weij et al., 2010).

Сходное снижение концентрации ∑ДДТ в подкожном жире отмечено нами и для афалины – уровень загрязнения в настоящем исследовании в среднем на порядок ниже, чем у афалин, выброшенных на крымское побережье в 1990 г., максимальное значение которого достигало 65,61 мкг·г⁻¹ (Биркун мл. и др., 1993).

По-видимому, значительное снижение концентрации ДДТ в подкожном жире азовки и афалины определяется понижением в настоящее время содержания ДДТ в объектах питания этих видов китообразных.

Интервал концентрации ГХБ в пробах составил 0,12-8,14 мкг·г⁻¹ липидной массы (табл. 2). Также, как и для ДДТ с метаболитами, максимальные значения ГХБ (8,13 и 8,14 мкг·г⁻¹ липидной массы), резко отличающиеся от значений в других пробах, обнаружены в пробах белобочек №3 и №4. Концентрация ГХБ в подкожном жире азовки оказалась существенно ниже и составляла в среднем 0,39 мкг·г⁻¹ липидной массы, что было сопоставимо с данными 1998 г., когда содержание ГХБ в ворвани взрослых особей морских свиной изменялось в диапазоне от 0,49 до 0,93, а детенышей – от 0,40 до 0,77 мкг·г⁻¹ липидной массы (Tanabe et al., 1997). Полученные нами данные о содержании ГХБ в пробах афалин (интервал 0,09-0,92 мкг·г⁻¹ сырой массы) также сравнимы с данными 1990 года (интервал 0,08-0,39 мкг·г⁻¹) (Биркун мл. и др., 1993). Известно, что с 1990 г. существует ограничение и сокращение глобального производства и использования ГХБ (UNEP 2001). Однако из полученных данных можно заключить, что ГХБ продолжает загрязнять Черное море.

В сумме ХОП наименьшие концентрации зарегистрированы для ГХЦГ. Концентрация его трех изомеров изменялась в диапазоне 0,035–0,144 мкг·г⁻¹ сырой массы (0,036–0,319 мкг·г⁻¹ липидной массы). Среди изомеров доминировал β-ГХЦГ, доля которого составляла в среднем 85%. Крайне высокая концентрация ГХЦГ была обнаружена в подкожном жире морских свинок (данные 1993 г.), выброшенных на турецкое побережье, составляющая в среднем 9,25 мкг·г⁻¹ сырой массы (Tanabe et al., 1997), в пробах, выброшенных на побережье Крыма в 1990 г. морских свинок (в среднем 16,69 мкг·г⁻¹) и афалинах (в среднем 6,91 мкг·г⁻¹) (Биркун мл. и др., 1993). Весьма высока была концентрация ГХЦГ и у белобочек, выброшенных в 1990 году на побережье Крыма (составляла в среднем 1,75 мкг·г⁻¹) (Биркун мл. и др., 1993). По сравнению с этими данными, в 2017 г. концентрация ∑ГХЦГ в азовках уменьшилась почти в 200 раз, у афалин – почти в 100 раз, у белобочек – почти в 18 раз. Сниженный уровень загрязненности, подтверждает тот факт, что ГХЦГ в Черном море в настоящее время поступает в значительно меньшем количестве, чем в конце прошлого века.

Второй группой ХОС по уровню загрязнения жира после триады ДДТ были ПХБ. Во всех пробах обнаружены ПХБ 52, 101, 138, 153, 180 (табл. 3).

Таблица 3.
Концентрация конгенов ПХБ в подкожном слое жира дельфинов, выброшенных на крымское побережье в 2017 г.

№ особи	Концентрация конгенов ПХБ, мкг·г ⁻¹ сырой массы / липидной массы*						
	28	52	101	153	138	180	∑ПХБ ₆
Морская свинья (азовка)							
1	<u>0,004</u>	<u>0,11</u>	<u>0,08</u>	<u>0,12</u>	<u>0,08</u>	<u>0,02</u>	<u>0,41</u>
	0,004	0,12	0,10	0,12	0,08	<u>0,02</u>	<u>0,42</u>
2	**	<u>0,13</u>	<u>0,16</u>	<u>0,23</u>	<u>0,18</u>	<u>0,04</u>	<u>0,73</u>
		0,14	0,18	0,25	0,20	<u>0,04</u>	0,81
Белобочка							
3	-	<u>0,98</u>	<u>0,86</u>	<u>5,10</u>	<u>3,61</u>	<u>1,68</u>	<u>12,23</u>
		2,16	1,89	11,28	7,99	3,72	27,04
4	<u>0,011</u>	<u>0,72</u>	<u>0,68</u>	<u>4,87</u>	<u>4,08</u>	<u>1,23</u>	<u>11,60</u>
	0,022	1,48	1,41	10,03	8,40	2,54	23,88
5	<u>0,017</u>	<u>0,08</u>	<u>0,08</u>	<u>0,13</u>	<u>0,10</u>	<u>0,02</u>	<u>0,43</u>
	0,021	0,09	0,10	0,16	0,13	0,03	0,53
Афалина							
6	<u>0,019</u>	<u>0,11</u>	<u>0,13</u>	<u>0,26</u>	<u>0,20</u>	<u>0,04</u>	<u>0,76</u>
	0,034	0,18	0,23	0,45	0,351	0,08	1,33
6а	<u>0,025</u>	<u>0,11</u>	<u>0,19</u>	<u>0,31</u>	<u>0,31</u>	<u>0,04</u>	<u>0,99</u>
	0,037	0,16	0,28	0,46	0,47	0,07	1,47
7	<u>0,005</u>	<u>0,11</u>	<u>0,23</u>	<u>0,72</u>	<u>0,57</u>	<u>0,15</u>	<u>1,79</u>
	<u>0,006</u>	0,14	0,30	0,95	0,75	0,20	2,35

Примечание:

* верхняя цифра – содержание конгенов ПХБ в сырой массе подкожного жира, нижняя цифра – содержание конгенов ПХБ в липидной массе, ** – не обнаружено.

Концентрация ∑ПХБ₆ изменялась в широком диапазоне от 0,42 мкг·г⁻¹ в пробе от новорожденной азовки до 27,04 мкг·г⁻¹ липидной массы в пробе от белобочки №3. Минимальная концентрация определена для трихлорбифенила 28, максимальная – гексахлорированных бифенилов 153 и 138. Сумма концентрации данных конгенов вместе с ПХБ 180 изменялась от 0,22 до 22,99 мкг·г⁻¹ липидной массы, при этом их минимальная концентрация наблюдалась в пробах детенышей азовок (табл. 3).

Известны данные по содержанию ПХБ в пробах подкожного жира азовки Черного моря в 1993 г. Тогда концентрация суммы ПХБ изменялась в диапазоне 47–160 мкг·г⁻¹ липидной массы. Максимальная концентрация была определена для ПХБ 138,

153 и 180, их доля в сумме ПХБ составляла 41%, что соответствует 18-68 мкг·г⁻¹ липидной массы (Tanabe et al., 1997).

На рис. 2 показана доля каждого обнаруженного конгенера ПХБ в пробах жира. Как видно, преобладающими конгенерами, как и в конце прошлого века, в сумме ПХБ были гексахлорбифенилы 153 и 138. Их доля составляла в среднем 35 и 27% соответственно (рис. 2).

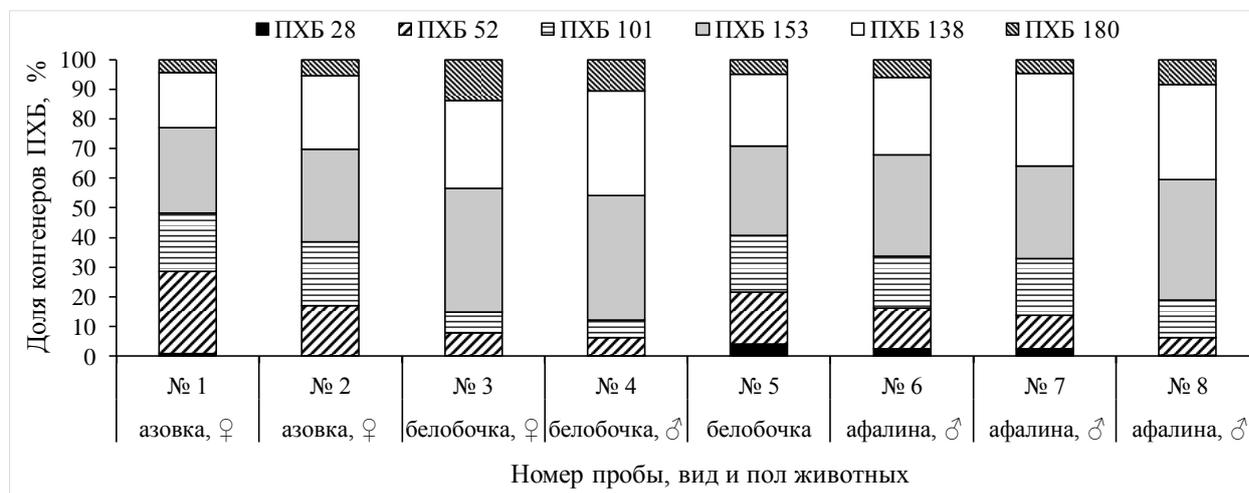


Рис. 2. Процентный вклад шести конгенеров ПХБ в сумму концентрации $\sum\text{ПХБ}_6$ в подкожном жире китообразных Черного моря в 2017 г.

Сравнение содержания конгенеров ПХБ 138, 153 и 180 в жире черноморских азовок-детенышей в 1993 г. (Tanabe et al., 1997). с уровнем их концентрации в особях детенышей азовок №1 и 2 показывает более низкий уровень загрязненности ПХБ в 2017 г. (рис. 3). По-видимому, снижение уровня загрязнения хлорорганическими токсикантами компонентов экосистем Черного моря (Малахова и др., 2006). сказывается и на уменьшении содержания ПХБ в тканях молодых азовок.

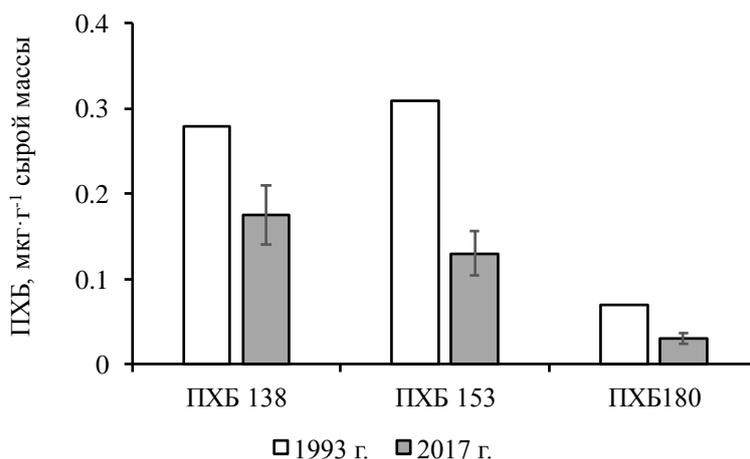


Рис. 3. Средняя концентрация конгенеров ПХБ 138, 153 и 180 в подкожном жире детенышей черноморских азовок в 1993 (Tanabe et al., 1997) и 2017 гг. (настоящее исследование). Вертикальные отрезки показывают погрешность измерения.

Относительно двух других видов черноморских дельфинов такой вывод сделать нельзя. Концентрация $\sum\text{ПХБ}_6$ в подкожном жире афалины превышает в среднем почти в 5 раз содержание $\sum\text{ПХБ}$ в афалинах Черного моря, определенное в 2008 г., которое тогда составляло 0,37 мкг·г⁻¹ липидной массы (Pora et al., 2008). Также, наши данные относительно содержания конгенеров ПХБ сравнимы с данными исследований 2007-

2010 гг. (Gaina, 2010) в котором определенные концентрации конгенов ПХБ у самцов черноморской афалины превышают наши данные в среднем в несколько раз.

В последнем исследовании (Gaina, 2010) приведены данные и по конгенам ПХБ белобочек; концентрации преобладающих конгенов ПХБ 153,138 для самцов - в среднем 0,49 ПХБ 153 $\text{мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ и 0,33 $\text{мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ ПХБ 138, и для самок – ПХБ 153 в среднем 1,04 $\text{мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ и ПХБ138 – 1,231 $\text{мкг}\cdot\text{г}^{-1}$. Эти концентрации в 3-10 раз ниже полученных нами для белобочек №3 и 4; в то же время в 3–10 раз выше для белобочки №5.

Нормированных значений по уровню загрязненности тканей морских млекопитающих не установлено. Однако отмечено, что высокая концентрация ПХБ в ворвани морской свиньи ($\sum\text{ПХБ}_{25}=27,6 \text{ мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ липидной массы) снижает их устойчивость к инфекционным заболеваниям (Jepson et al., 2005). Высокие концентрации ПХБ в подкожном жире белобочек №3 и 4, как и ДДТ и ГХБ, сочетанные с низким содержанием липидов позволяют сделать предположение об их гибели от инфекционного заболевания. Не исключено, что инфекционным агентом мог служить морбилливирус; по данным исследования (Birkun et al., 1999) концентрация $\sum\text{ДДТ}$ в подкожном жире двух белобочек, погибших от морбилливирусной инфекции, была в 50-100 раз выше, чем у зубатых китообразных Северного моря, Северной Атлантики и Балтийского моря.

Высокие концентрации всех ХОС, кроме ГХЦГ, в пробах подкожного жира упомянутых двух белобочек по сравнению с остальными исследованными нами животными, связаны, на наш взгляд, прежде всего, с выбором объектов питания. Указанные высокие концентрации ХОС позволяют говорить о сохраняющемся загрязнении экосистем Черного моря, как минимум, очагом.

Выводы

Концентрация ХОС в пробах подкожного жира дельфинов Черного моря в 2017 г., выброшенных на берег Крыма уменьшалась в ряду: p,p' -ДДЭ > $\sum\text{ПХБ}_6$ > p,p' -ДДД > ГХБ > p,p' -ДДТ > β -ГХЦГ > γ -ГХЦГ > α -ГХЦГ. Максимальные концентрации ХОС обнаружены в подкожном жире взрослых белобочек, минимальная – в пробе ворвани новорожденной азовки. Сравнение с данными конца XX века показало существенное снижение концентрации ДДТ и ГХЦГ в подкожном жировом слое азовки и афалины. В то же время, концентрации ГХБ у всех трех видов черноморских китообразных не изменились. Содержание ПХБ в ворвани детенышей азовки снизилось по сравнению с данными 1993 г., существенно не изменилось у белобочки и афалины. Концентрации метаболитов ДДТ – ДДЭ и ДДД, а также ГХБ и ПХБ в жире отдельных особей находятся на уровнях, которые могут приводить к снижению устойчивости морских млекопитающих к инфекционным заболеваниям.

Работа подготовлена по темам государственных заданий ФГБУН ИМБИ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер регистрации АААА-А18-118020890090-2 и ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН» «Адаптивные и согласованные со средой методы обработки гидроакустической информации морскими млекопитающими», номер - АААА-Ф16-116022510085-1.

Список литературы

1. Биркун А.А. мл., Никитина В.Н, Кривохижин С.В., Демченко В.Д., Давидюк Е.И. Хлорорганические пестициды в жире черноморских дельфинов // Ветеринария. – 1993. – №6. – С.50–52.
2. Бобовникова Ц.И., Вирченко Е.П., Дибцева А.В., Яблоков А.В., Солнцева Г.Н.,

- Пастухов В.Д. Водные млекопитающие – индикаторы присутствия хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в водной среде // Гидробиологический журнал. – 1986. – Т. 22. – №2. – С. 63–66.
3. Драгунов А.М., Касинова И.Е. Весовой и химический состав дельфинов Черного моря // Рыбное хозяйство. – 1951. – №11. – С. 58–60.
 4. Логомина И.В., Артов А.М., Коростелева А. В., Постникова А. Н. Итоги работы сети регистрации и мониторинга выбросов китообразных на побережье Крыма в 2017 году // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2017. – № 2(4). – С. 55–69.
 5. Малахова Л.В., Малахова Т.В., Егоров В.Н., Гулин С.Б., Сидоров И.Г., Игнатов Е.И. Хлорорганические углеводороды в компонентах севастопольских бухт в начале XXI века // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2016. – №1. – С. 66–71.
 6. Никонова Л.Л., Малахова Л.В., Нехорошев М.В., Рябушко В.И. Хлорорганические соединения в гонадах и половых продуктах двустворчатого моллюска мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam., культивируемого у берегов Крыма (Черное море) // Вода: химия и экология. – 2017. – № 3. – С. 40–45.
 7. Поликарпов Г.Г., Егоров В.Н. Морская динамическая радиохемозология. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 151 с.
 8. Birkun A.A., Kuiken, T., Krivokhizhin S., Haines D.M., Osterhaus A.D.M.E., van de Bildt M.W.G., Joiris C.R., Siebert U. Epizootic of morbilliviral disease in common dolphins (*Delphinus delphis ponticus*) from the Black Sea // Veterinary Record. – 1999. – № 144. – P. 85–92.
 9. Borrell A., Cantos G., Pastor T., Aguilar A. Organochlorine compounds in common dolphins (*Delphinus delphis*) from the Atlantic and Mediterranean waters of Spain // Environmental Pollution. – 2001. – № 114(2). – P. 265–274.
 10. Gaina N. Morphological and functional research regarding the reproduction of the Black Sea dolphins. Summary of the PHD Thesis. University of Agricultural Science and Veterinary Medicine. Cluj-Napoca Doctoral School, Faculty of Veterinary Medicine. – Cluj-Napoca, 2010. – 32 p.
 11. George, J. L., Frear D.E.H. Pesticides in the Antarctic // Journal of Applied Ecology (supplement). – 1966. – P. 155–167.
 12. Hall A.J., Hugunin K., Deaville R., Law R.J., Allchin C.R., Jepson P.D. The risk of infection from polychlorinated biphenyl exposure in harbor porpoise (*Phocoena phocoena*): a case-control approach // Environmental Health Perspectives. – 2006. – №114. –P. 704–711.
 13. Jepson P.D., Bennet P.M., Deaville R., Allchin C.R., Baker J.R., Law R.J. Relationships between polychlorinated biphenyls and health status in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded in the United Kingdom // Environmental Toxicology and Chemistry. – 2005. – №24. – P. 238 - 248.
 14. Malakhova L., Giragosov V., Khanaychenko A., Malakhova T., Egorov V., Smirnov V. Partitioning and level of organochlorine compounds in the tissues of the Black Sea Turbot at the South-Western Shelf of Crimea // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2014. – №14. – P. 993–1000. doi: 10.4194/1303-2712-v14_4_19.
 15. Muir D., Savinova T., Savinov V., Alexeeva L., Potelov V., Svetochev V. Bioaccumulation of PCBs and chlorinated pesticides in seals, fishes and invertebrates from the White Sea, Russia // Science of the Total Environment. – 2003. – № 306 (1–3). – P. 111–131.
 16. Popa O. M., Trif A., Marin N., Ursu N. Organochlorine pesticides in the Black Sea dolphins // Lucrări Științifice Medicină Veterinară. – 2008. – Т. 41. – P. 768–773.

17. Romero-Romero S., Herrero L., Fernández M., Gómara B., Acuña J. L. Biomagnification of persistent organic pollutants in a deep-sea, temperate food web // *Science of the Total Environment*. – 2017. – № 605. – P. 589–597.
18. Sladen W. J. L., Menzie C. M., Reichel W. L. DDT residues in Adelie penguins and a crabeater seal from Antarctica // *Nature*. – 1966. – № 210. – P. 670–673.
19. Sun Y.X., Hu Y.X., Zhang Z.W., Xu X.R., Li H.X., Zuo L.Z., Zhong Y., Sun H., Mai B.X. Halogenated organic pollutants in marine biota from the Xuande Atoll, South China Sea: Levels, biomagnification and dietary exposure // *Marine pollution bulletin*. – 2017. – №118(1-2). – P. 413–419.
20. Tanabe S., Madhusree B., Amaha A.O., Tatsukawa R., Miyazaki N., Ozdamar E., Aral O., Samsun O., Ozturk B. Persistent organochlorine residues in harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) from the Black Sea // *Marine Pollution Bulletin*. – 1997. – №34(5). – P. 338–347.
21. Tanabe, S., Madhusree, B., Amaha, A.O., Tatsukawa, R., Miyazaki, N., Ozdamar, E., Aral, O., Samsun, O., Ozturk, B. Isomer-specific analysis of polychlorinated biphenyls in harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) from the Black Sea // *Marine Pollution Bulletin*. – 1997. – № 34(9). – P. 712–720.
22. UNEP 2001. Final Act of the Plenipotentiaries on the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. United Nations Environment Program Chemicals. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.pop.int
23. Weij L., Das K., Neels H., Blust R., Covaci A. Occurrence of anthropogenic and naturally-produced organohalogenated compounds in tissues of Black Sea harbour porpoises // *Marine pollution bulletin*. – 2010. – № 60(5). – P. 725–731.

NEW DATA ON ORGANOCHLORINE POLLUTANTS IN THE SUBCUTANEOUS FAT OF THE BLACK SEA CETACEANS

Logomonova I.V.¹, Malachova L.V.², Malachova T.V.², Artov A.M.¹, Korosteleva A.V.³,
Postnikova A.N.³

¹*T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS,
Kurortnoe, Feodosia, Russian Federation,*

²*The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of the RAS,
Sevastopol, Russian Federation,*

³*Center for the Study, Rescue and Rehabilitation of Marine Mammals "Serene Sea",
Moscow, Russian Federation*

*e-mail: logominova@rambler.ru, malakh2003@list.ru, t.malakhova@imbr-ras.ru,
aartov06@gmail.com, sereneseadolphins@gmail.com*

The data on the content of organochlorine pesticides (OCPs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in the subcutaneous fat layer of the Black Sea dolphins - bottlenose dolphins, white stallions and porpoises (Azovka) thrown on the Crimean coast in 2017 are presented. In all studied samples, α -, β -, and γ -HCH were detected in the concentration range from 0.003 to 264 (Σ HCH from 0.036 to 0.319); hexachlorobenzene - from 0.12 to 8.14; p, p'-DDT and its metabolites p, p'-DDE and p, p'-DDD - from 0.08 to 146.95 (DDT from 27 to 163.18); and six polychlorinated biphenyls congeners (according to IUPAC: 28, 52, 101, 138, 153, and 180) - from 0.004 to 11.28 (Σ PHB6 from 0., 42 to 27.04) $\mu\text{g g}^{-1}$ lipid mass. The proportion of n, p'-DDE ranged from 44 to 90% the total OCP and reached 146.95 $\mu\text{g g}^{-1}$ lipid mass. The maximum concentration of OCPs and PCBs was recorded in the samples of subcutaneous fat of the common dolphins (*Delphinus delphis ponticus* Barabash-Nikiforov, 1935).

Keywords: Common dolphin, bottlenose dolphin, harbour porpoise, hexachlorobenzene, DDT, DDE, polychlorinated biphenyls, Black Sea

Поступила в редакцию 05.11.2018 г

УДК 574.3:582.632.2(477.75)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА МЕСТООБИТАНИЙ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Корсакова С.П., Корженевский В.В.

ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», пгт Никита,
г. Ялта, Российская Федерация,
e-mail: korsakova2002@mail.ru

Приводятся результаты исследования климатогенных изменений экологического режима местообитаний *Quercus pubescens* Willd. на высотном профиле в условиях Южного берега Крыма. В результате современного потепления климата ЮБК в начале XXI века факторы термо- и омброрежима для дуба пушистого на высотах 100-200 м над уровнем моря сместились в зону пессимума, что может послужить отправной точкой для сукцессионных изменений на этих высотах. Произошел сдвиг зоны оптимума климатических факторов на высоты 400 м над уровнем моря. При сохранении тенденции роста температур к концу XXI века на ЮБК ожидается смещение климатических оптимумов произрастания *Q. pubescens* на высоты до 600 м над уровнем моря. Данный подход может быть использован при анализе вероятных изменений экологических условий местообитаний для конкретных видов растений при прогнозируемых изменениях климата, разработке мероприятий по оптимизации ландшафтов.

Ключевые слова: местообитание, высотный профиль, *Quercus pubescens* Willd., изменение климата, экологические шкалы, Южный берег Крыма.

Введение

Изучение динамики ландшафтообразующих процессов, связанных с изменением климата, является одной из актуальных проблем современной экологии. В экологических условиях, приближенных к экотопическому пределу толерантности растительных организмов, даже небольшие изменения экологических факторов могут вызвать существенные трансформации фитосистем (Волков, Влкова, 2013).

Крымские леса находятся на границе ареала своего распространения в экстремальных условиях (Экология Крыма..., 2003), поэтому особую актуальность приобретают вопросы моделирования и прогнозирования пространственно-временных распределений экологических условий местообитаний аборигенных видов как необходимой составляющей пространственной оценки биоразнообразия региона.

Дуб пушистый (*Quercus pubescens* Willd.) является основной лесобразующей породой Южного берега Крыма (ЮБК), которая формирует ценные южнобережные ксерофитные лесные ассоциации, поднимающиеся местами до 750 м над уровнем моря. Леса занимают склоны различной экспозиции, крутизной до 45° с сухими, реже свежими коричневыми и коричнево-бурыми почвами мощностью 20-80 см, подстилаемыми известняками, глинистыми сланцами, песчаниками, кристаллическими породами (Кочкин, 1967). Произрастая в жестких аридных условиях, сообщества дуба пушистого выполняют важные для региона экологические и санитарно-гигиенические функции.

Цель работы – выявить климатогенные изменения условий местообитаний *Q. pubescens* и определить величины смещения экологических оптимумов, произошедшие в результате современного потепления климата ЮБК и ожидаемые в XXI веке.

Материалы и методы исследования

Регион исследований охватывает Западный южнобережный субтропический и Западный лесной среднегорный районы южного макросклона Главной гряды Крымских

гор (Климатический атлас Крыма, 2000). Первый район занимает узкую приморскую полосу до 200-300 м над уровнем моря и характеризуется засушливым субтропическим климатом средиземноморского типа с сухим жарким летом и умеренно-теплой влажной зимой. Второй район простирается от 300 до 1200 м над уровнем моря, климат изменяется от полусушливого в нижней до влажного в верхней части, от умеренно-жаркого до умеренно-прохладного, с очень мягкой и умеренно-мягкой зимой (Важов, 1977).

В работе были использованы данные изучения растительных сообществ на южном макросклоне Главной гряды Крымских гор, проведенные в 1976-1977 гг. на высотном мониторинговом профиле: заповедник «Мыс Мартьян» – Никитский хребет – Никитская яйла (Голубев, 1985). Через каждые 25 м были заложены учетные площадки, установлены формы рельефа, состав горных пород, выполнены полные геоботанические описания растительности, в которых зафиксирован состав сообществ и участие видов в сложении растительного покрова (Плугатарь, Корженевский, 2017). Нами выбраны три учетные площадки, расположенные в среднегорном районе на высотах 400, 600 и 800 м, а также в южнобережном субтропическом – на высотах 100 и 200 м над уровнем моря (рис. 1).



Рис. 1. Схема мониторингового профиля на южном макросклоне Главной гряды Крымских гор

Для определения экологической толерантности *Q. pubescens* использованы 100-балльные шкалы экологических факторов базы данных «Экодата», созданной в лаборатории флоры и растительности Никитского ботанического сада (Корженевский, 1990, 1999). Данная база содержит унифицированную информацию о размещении видов вдоль градиентов факторов-условий и факторов-ресурсов (Корженевский, Плугатарь, 2016). В основе шкал лежат идеи Л.Г. Раменского и Д.Н. Цыганова (Раменский и др., 1956; Цыганов, 1983).

Степень расхождения между экологическим оптимумом данного вида и экологическими условиями, реально существующими в конкретном анализируемом местообитании оценивали с помощью коэффициента удовлетворенности условий среды (D), который вычисляли для каждого фактора по формуле:

$$D_i = |L_i - O_i|, \quad (1)$$

где D_i – разница значений экологического фактора L_i в анализируемых местообитаниях с оптимальным значением данного фактора;

O – оптимальное значение данного фактора (Злобин и др., 2013).

Моделирование текущего состояния климатогенной динамики экологических условий местообитаний и ожидаемых в XXI веке по среднему климатическому сценарию изменений климата RCP4.5 (Корсакова, 2018a; <http://voeikovmgo.ru/ru/izmenenie-klimata-v-rossii-v-xxi-veke?id=613>) осуществлено путем статистических расчетов зависимостей экотопических факторов от пространственно-распределенных характеристик территории (высоты над уровнем моря, экспозиции и крутизны склона). В расчетах использованы результаты приведения температур и осадков к данным агрометеорологической станции Никитский сад (Плугатарь и др., 2015).

Для экологической оценки местообитаний использовали данные о терморегиме (средняя месячная температура июля и сумма активных температур воздуха выше 10 °С), омброрегиме (аридность-гумидность климата), криорегиме (температура самого холодного месяца), континентальности и увлажнения (индекс сухости М.И. Будыко (Григорьев, Будыко, 1959)).

Показатель омброрегима определяли как разность между годовым количеством осадков и испаряемостью, рассчитанной по формуле Н.Н. Иванова-Г.Н. Высоцкого (Иванов, 1954).

Расчет годового радиационного баланса осуществлен по фактическим данным актинометрических наблюдений агрометеорологической станции Никитский сад, а также расчетным путем по формуле Э.Г. Коломыц (Коломыц, 2003), которая позволяет определить величину B для ЮБК с достаточной точностью (до 10 % по нашим данным):

$$B = 378,8 \cdot t - 6,667 \cdot t^2 - 3180 \quad (2)$$

где: t – температура июля, °С.

Оценку континентальности климата проводили с помощью комплексного коэффициента Н.Н. Иванова (Иванов, 1959), рассчитанного по формуле:

$$k = \frac{(A_{\Gamma} + A_{\Sigma} + 0,25 \cdot D_0)}{(0,36 \cdot \varphi + 14)} \cdot 100, \quad (3)$$

где: A_{Γ} – годовая амплитуда температуры воздуха, °С; A_{Σ} – суточная амплитуда температуры воздуха, °С; D_0 – дефицит влажности воздуха, гПа; φ – широта; $0,36\varphi$ – характеризует линейную зависимость всех трех компонентов от широты; 14 – сумма всех компонентов на экваторе.

Оценку трансформации температур воздуха за счет перераспределения рельефом инсоляции проводили с учетом особенностей радиационного режима склонов различной крутизны и экспозиции на территории Южного берега Крыма. Поправочные коэффициенты для склонов южной, юго-восточной, юго-западной, восточной, западной, северо-восточной, северо-западной и северной экспозиций крутизной 10, 20 и 30° были рассчитаны Д.И. Фурса (Фурса, 1986) по фактическим данным прямой солнечной радиации, приходящей на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности.

Обработку полученных данных проводили с помощью программы MS Excel 2010, включающей стандартные методы математической статистики для анализа рядов наблюдений.

Результаты и их обсуждение

Экологическая толерантность *Q. pubescens* с указанием минимальных, оптимальных и максимальных значений градаций градиентов факторов в конкретных цифровых значениях приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Экологическая толерантность *Q. pubescens* на Южном берегу Крыма и экологические факторы, лимитирующие его развитие

Факторы условия и факторы ресурсы	Минимум	Оптимум	Максимум
Освещение, %	15,4	33,6	60,0
Средняя температура июля, °С	19,6	22,1	24,5
Сумма активных температур воздуха выше 10 °С	2983	3605	4227
Аридность-гумидность, мм	-111	422	911
Средняя температура февраля °С,	-1,1	6,3	13,1
Континентальность, %	136	151	169
Индекс сухости	2,6	1,8	1,2

На основе гипотезы об экологической индивидуальности видов и приуроченности к определенным местообитаниям (Раменский, 1971; Миркин, Наумова, 2012) можно считать, что генетически детерминированные и филогенетически приобретенные границы толерантности будут попадать при изменениях экологических условий, как в зону оптимума, так и в зону пессимума. Данный подход позволяет проанализировать происходящую климатогенную динамику смещения точки оптимального значения вдоль вектора в одну или другую сторону на градиентах факторов-условий и факторов-ресурсов, получить информацию о тенденции использования ресурса, оценке степени напряженности природно-климатических процессов.

Результаты положения *Q. pubescens* в экологическом пространстве местообитаний: средняя месячная температура июля (1), сумма активных температур воздуха выше 10°С (2), аридность-гумидность (3), средняя месячная температура февраля (4), континентальность (5) и индекс сухости (6), в текущих и ожидаемых условиях изменений климата представлены в виде лепестковых диаграмм – экограмм (рис. 2).

Анализ экологической амплитуды исследуемого вида по ряду факторов позволил установить, что с начала XXI столетия (2001–2017 гг.) в результате роста температур критическими для *Q. pubescens* на ЮБК являются термо- и омброрежим на высотах 100–200 м над уровнем моря. Оптимальные условия складываются на высотах около 400 м (рис. 2).

В ходе исследования была также проанализирована динамика изменений относительной благоприятности условий среды, в которых произрастает вид и ожидаемых при изменении климата по сценарию RCP4.5. Были выполнены расчеты коэффициентов удовлетворенности условий среды на высотах от 100 до 800 м над уровнем моря за периоды: 1981–2000, 2001–2017, 2041–2060 и 2081–2099 гг. Коэффициент удовлетворенности среды (D) – разница значений экологического фактора в анализируемом местообитании с оптимальным значением данного фактора для конкретного вида.

Коэффициент D по своему содержанию оценивает степень благоприятствования условий произрастания для того или иного вида и является мерой экологического дискомфорта популяции: чем выше значение этого коэффициента, тем в среднем условия местообитания менее соответствуют экологии изучаемого вида растения [13]. Значения рассчитанного коэффициента удовлетворенности условиями среды *Q. pubescens* для наглядности представлены в графическом виде (рис. 3).

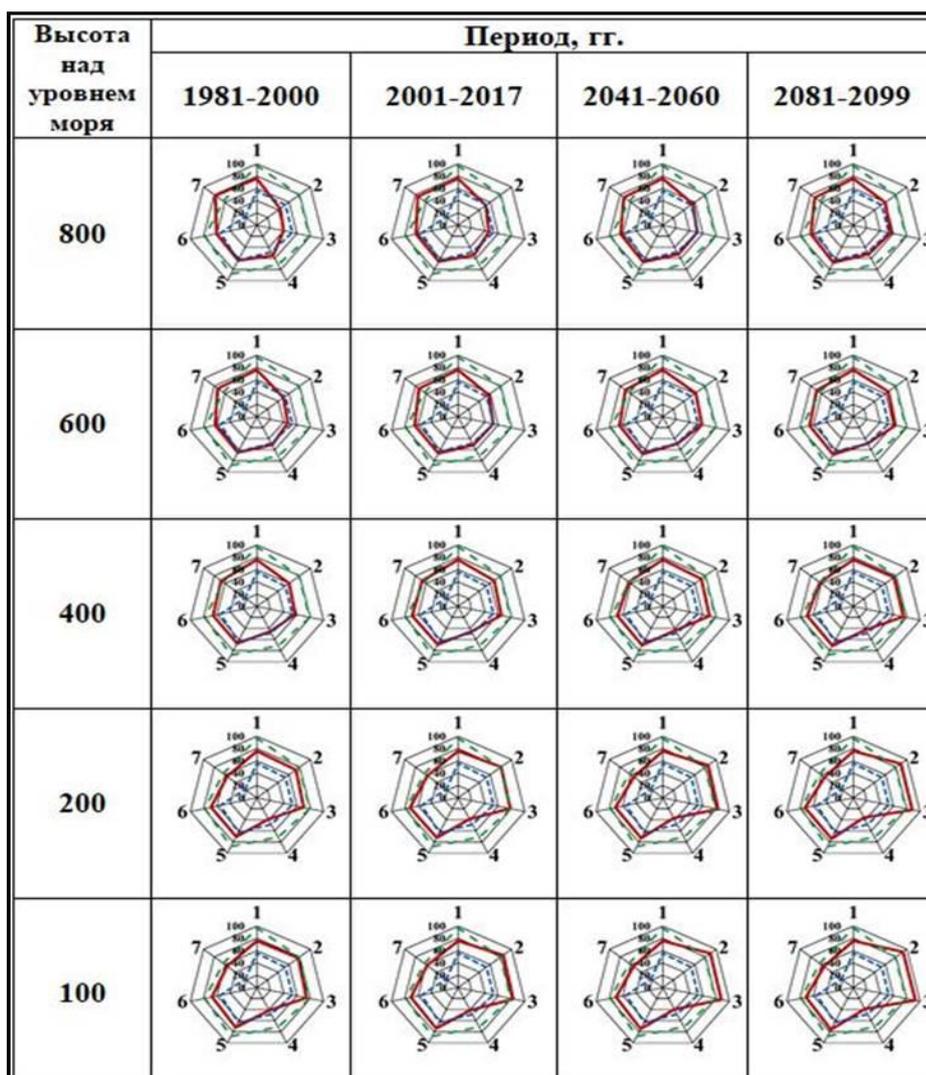


Рис. 2. Графическая модель экологического диапазона *Q. pubescens* по амплитудной экологической шкале факторов-условий и факторов-ресурсов на южном макросклоне Главной гряды Крымских гор в условиях изменения климата по сценарию RCP4.5 (градиенты факторов среды: синий – минимальное, зеленый – максимальное, красный – оптимальное значение)

Проведенные исследования позволяют судить о том, что основными лимитирующими факторами для *Q. pubescens* на ЮБК в условиях изменения климата являются характеристики термо- и гидрорежима, особенно это касается высот 100-200 м над уровнем моря.

За исследуемый период с 1981 по 2099 гг. (рис. 3) на ЮБК ожидается смещение климатических факторов из зоны оптимума, характерных для развития *Q. pubescens*, с 200 до 600 м над уровнем моря. Тенденции трансформации экофакторов местообитаний указывают на наиболее вероятные направления эколого-фитоценотической экспансии вида, на пути адаптогенеза. Однако, сложность прогнозирования возможных темпов трансформации растительности и сукцессионных перестроек фитоценозов заключается в том, что изменение каждого экологического фактора преломляет и трансформирует действие других факторов, специфичных для каждого местообитания, поэтому реакция растительности на изменения климата может быть прогнозируема лишь в самых общих чертах (Волков, 2002).

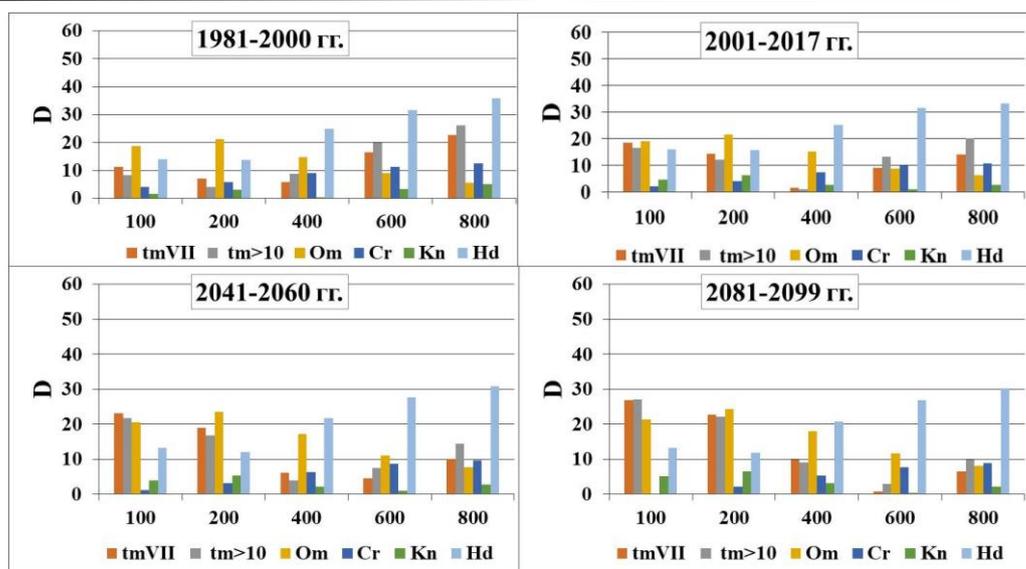


Рис. 3. Анализ степени расхождения между экологическим оптимумом *Q. pubescens* и экологическими условиями местообитаний на южном макросклоне Главной гряды Крымских гор в условиях изменения климата по сценарию RCP4.5 (tmVII – термофактор; tm>10 – термофактор; Om – омброфактор; Cr – криофактор; Kn – континентальность; Hd – увлажнение)

Выводы

Анализ экологических амплитуд исследуемого вида по ряду факторов позволил установить, что в результате роста температур, с начала XXI столетия границы толерантности *Q. pubescens* по факторам термо- и омброрежима на высотах 100-200 м над уровнем моря находятся в зоне пессимума. Оптимальные условия складываются на высотах около 400 м. Это может послужить отправной точкой для сукцессионных изменений на высотах около 100-200 м над уровнем моря, что требует более детальных мониторинговых исследований динамики растительного покрова в связи с изменениями климата.

Анализ смещения оптимума фундаментальных ниш на факторах условий (температура июля, сумма активных температур выше 10°C) показал, что при сохранении тенденции роста температур к концу XXI века на ЮБК ожидается смещение климатических оптимумов произрастания *Q. pubescens* с 200 до 600 м над уровнем моря.

Таким образом, моделирование потенциальных ареалов отдельных видов на региональном уровне в пределах исследуемой территории может представлять практический интерес. Основой для этого могут служить полученные пространственные прогнозы экологических условий местообитаний растений. Учитывая, что кроме использованных в работе шести факторов среды не исключается воздействие других (в частности, эдафических), при анализе пригодности локального участка для произрастания некоторого вида более целесообразно определять участки территории, где вид произрастать не может. Это участки, где величина одного из рассмотренных экотопических факторов не пересекается с интервалом толерантности вида по данному фактору. Подобным образом могут быть получены карты экотопических ограничений для каждого вида.

Данный подход может быть использован при анализе вероятных изменений экологических условий местообитаний для конкретных видов растений при прогнозируемых изменениях климата, разработке мероприятий по оптимизации ландшафтов.

Список литературы

1. *Важов В.И.* Агроклиматическое районирование Крыма // Труды Государственного Никитского ботанического сада. – 1977. – Т. 71. – С. 92–120.
2. *Волков И.В., Волкова И.И.* Временная трансформация некоторых высокогорных фитоценозов долины Актру (Республика Алтай) в результате изменения климата // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2013. – № 4 (24). – С. 152–161.
3. *Волков И.В.* Введение в экологию высокогорных растений. – Томск: Из-во ТГПУ, 2002. – 171 с.
4. *Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова (ГГО).* Раздел «Изменения климата в России в 21 веке (модели СМIP 5)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://voeikovmgo.ru/ru/izmenenie-klimata-v-rossii-v-xxi-veke?id=613>. (дата обращения 10.07.2018).
5. *Голубев В.Н., Корженевский В.В.* Методические рекомендации по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма. – Ялта, ГНБС, 1985. – 37 с.
6. *Григорьев А.А., Будыко М.И.* Классификация климатов СССР // Известия АН СССР. – 1959. – № 3. – С. 13–19.
7. *Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А.* Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: монография. – Сумы: Университетская книга, 2013. – 439 с.
8. *Иванов Н.Н.* Об определении величин испаряемости // Известия Всесоюзного географического общества. – 1954. – Т. 86. – № 2. – С. 189–196.
9. *Иванов Н.Н.* Пояса континентальности земного шара // Известия Всесоюзного Географического общества. – 1959. – Т. 91, Вып. 5. – С. 410–423.
10. *Климатический атлас Крыма.* Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма» / под ред. И.В. Ведь. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. – 120 с.
11. *Коломыц Э.Г.* Региональная модель глобальных изменений природной среды. – М.: Наука, 2003. – 371 с.
12. *Корженевский В.В.* Новый способ графического выражения зависимости видового богатства и комплексных градиентов среды // Экология. – 1999. – № 3. – С. 216–219.
13. *Корженевский В.В.* Об одном простом способе интерпретации экологических шкал // Экология. – 1990. – № 6. – С. 60–63.
14. *Корженевский В.В., Плугатарь Ю.В.* Крымские леса *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmb. на градиентах факторов среды // Природа, нация, туризм и ООПТ. Материалы международной юбилейной научной конференции, посвященной 20-летию Ричинского реликтового национального парка (15-19 октября 2016 г., Гудаута) – Гудаута: Ричинский реликтовый национальный парк, 2016. – С. 113–119.
15. *Корсакова С.П.* Оценка будущих изменений климата на Южном берегу Крыма // Экосистемы. – 2018а. – Вып. 15 (45). – С. 151–165.
16. *Кочкин М.А.* Почвы, леса и климат горного Крыма и пути их рационального использования // Труды Государственного Никитского ботанического сада. – 1967. – Т. 38. – 368 с.
17. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Современное состояние основных концепций науки о растительности. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. – 488 с.
18. *Плугатарь Ю.В., Корженевский В.В.* Организация долгосрочного мониторинга на Главной гряде Крымских гор. I. Растительный покров // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2017. – Вып. 8. – С. 26–60.
19. *Плугатарь Ю.В., Корсакова С.П., Ильницкий О.А.* Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 164 с.

20. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1971. – 333 с.
21. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
22. Фурса Д.И. Погода, орошение и продуктивность винограда. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 200 с.
23. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. – 196 с.
24. Экология Крыма. Справочное пособие / Под ред. Н.В. Багрова и В.А. Бокова. – Симферополь: Крымское учебно-педагогическое государственное издательство, 2003. – 360 с.

ASSESSMENT ECOLOGICAL REGIME OF THE PLANTS HABITAT UNDER CLIMATE CHANGE

Korsakova S.P., Korzhenevsky V.V.

*Of the Order of the Red Banner Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the
Russian Academy of Sciences, Nikita, Yalta, Russian Federation*

e-mail: korsakova2002@mail.ru

The results study of climatogenic changes in the ecological regime of habitats *Quercus pubescens* wild on a high-rise profile in the conditions of the Southern coast of the Crimea are presented. As a result of the modern climate warming in the early 21st century, the thermo- and ombroregime factors for fluffy oak at altitudes of 100-200 m above sea level have shifted to the pessimum zone, which can serve as a starting point for succession changes at these altitudes. There was a shift of the zone optimum climatic factors to altitude 400 m above sea level. While maintaining the trend of increase temperature by the end of the XXI century in the Southern coast of the Crimea is expected to shift the climatic optima growth *Q. pubescens* to altitudes up to 600 m above sea level. This approach can be used in the analysis of probable changes in environmental conditions of habitats for plant species in the projected climate change and development of measures to optimize the landscape.

Keywords: habitat; altitude profile, *Quercus pubescens* Willd., Climate change, ecological scales, Southern coast of the Crimea.

Поступила в редакцию 28.11.2018 г

УДК 635.054:635.925(477.75)

ДЕКОРАТИВНЫЕ ДЕРЕВЬЯ И КУСТАРНИКИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПОСЕЛКА ГОРОДСКОГО ТИПА КРАСНОГВАРДЕЙСКОЕ (РЕСПУБЛИКА КРЫМ)

Клименко Н.И.¹, Потапенко И.Л.²

¹ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», пгт Никита, г. Ялта, Российская Федерация

²ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН», пгт. Курортное, г. Феодосия, Российская Федерация
e-mail: klymenko.gnbs@mail.ru, ira_potapenko@mail.ru

Проведена дендрологическая инвентаризация зеленых насаждений поселка городского типа Красногвардейское в степном Крыму. Отмечены 40 видов и 4 декоративные формы деревьев и кустарников, относящиеся к 38 родам 23 семейств. Наиболее представлены в видовом отношении семейства: Rosaceae (5 видов), Oleaceae и Fabaceae (по 4 вида). Остальные семейства включают 1–3 вида. Четыре декоративные формы деревьев (*Acer platanoides* `Globosum`, *Picea pungens* `Glauca`, *Platycladus orientalis* `Aurea`, *Thuja occidentalis* `Columna`) отмечены единичными экземплярами. Наибольшее число видов (12, или 30,0%) имеют широкий ареал, т.е. распространены в границах нескольких флористических областей. Из Средиземноморской и Атлантическо-Североамериканской областей происходят по 8 (20,0%) видов, которые хорошо адаптированы к условиям региона. К аборигенной флоре Крыма относятся 7 (17,5%) видов растений. Более половины (65,9%) видового и формового разнообразия дендрофлоры составляют листопадные деревья (20 видов и форм, или 45,5%) и кустарники (9 видов, или 20,4%). Количество видов и форм вечнозеленых растений небольшое: хвойных деревьев 7 (15,9%), хвойный кустарник 1 (2,3%), вечнозеленых лиственных кустарников 2 (4,5%) вида. Вертикальное озеленение практически отсутствует. Почти все используемые в современном озеленении древесные растения находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии, что свидетельствует об их соответствии почвенно-климатическим условиям региона. Нами предложены 26 видов и 19 форм декоративных древесных растений, которые повысят эстетический уровень зеленых насаждений поселка и положительно повлияют на его общий архитектурный облик.

Ключевые слова: декоративные деревья и кустарники, состав дендрофлоры, поселок городского типа Красногвардейское, Степной Крым

Введение

Красногвардейское – поселок городского типа (пгт), центр Красногвардейского района и Красногвардейского сельского поселения Республики Крым. Район относится к плакорному ландшафтному уровню, который охватывает центральную часть равнинного Крыма, а также центральную и северо-восточную части Керченского полуострова. Особенности рельефа, создающие возможность беспрепятственной прокладки транспортных коммуникаций, наряду с особенностями умеренного климата, придают плакорному ландшафтному уровню, который имеет высокий потенциал для дальнейшего промышленного и сельскохозяйственного использования, общерегиональную системную ценность. В пределах территории имеются также широкие возможности для развития градостроительства. На данный момент основные виды селитебных территорий здесь – это малые города и поселения сельского типа (Современные ландшафты Крыма..., 2009). Современные населенные пункты должны быть красивыми и комфортными, а их жители пользоваться максимальными удобствами и условиями, создающими здоровую, благополучную жизнь. Неотъемлемой составляющей любого населенного пункта являются зеленые насаждения. Изучение состава зеленых насаждений проводится во многих городах Крыма – Симферополе, Севастополе, Феодосии, Судаче (Потапенко и др., 2014; 34

Репецкая, Парфенова, 2015; Коренькова, 2016; Потапенко, Клименко, Летухова, 2017). Однако эти исследования практически не затронули небольшие города и поселки, которые в настоящий момент все еще остаются вне зоны внимания в плане улучшения их «зеленой среды». Однако нет сомнения, что озеленительные работы здесь непременно будут востребованы. В связи с этим работникам зеленого строительства потребуется посадочный материал декоративных деревьев и кустарников, хорошо адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона. К сожалению, в последние годы мы наблюдаем слишком «любительский» подход к данному вопросу, необоснованное использование различных декоративных растений, которые в первые же годы после посадки высыхают, вымерзают, утрачивают декоративность. Анализ современного состояния деревьев и кустарников отдельных населенных пунктов Степного Крыма поможет разработать научно обоснованный ассортимент древесных растений для данного региона с учетом новых гибридов, форм и сортов, а также современных тенденций зеленого строительства.

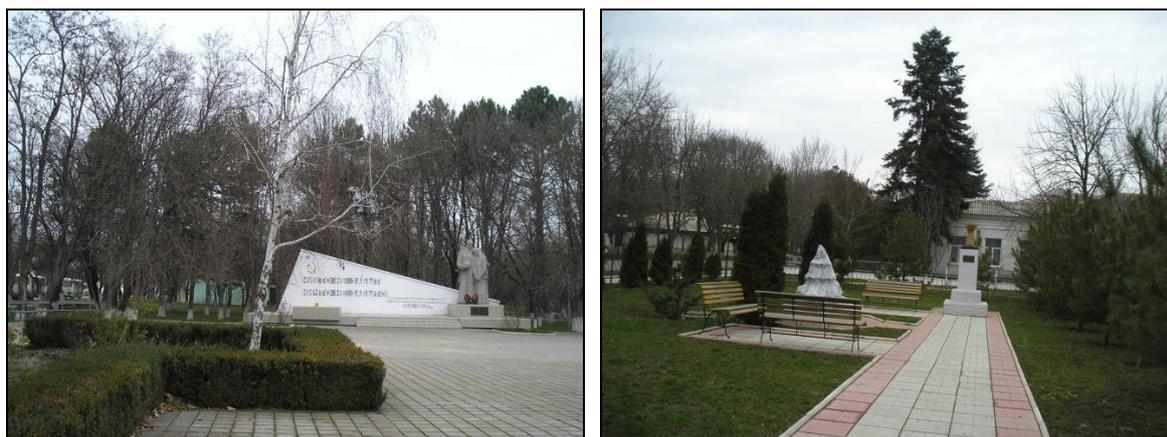
Цель настоящей работы – изучить состояние зеленых насаждений пгт Красногвардейское и предложить пути их оптимизации на основании определения видового и формового разнообразия дендрофлоры, проведения ее таксономического, ботанико-географического, биоморфологического анализа, частоты встречаемости видов и форм.

Материалы и методы

Климат района умеренный, засушливый. Среднегодовая температура воздуха колеблется от 10,0 до 10,9°C; средний из абсолютных минимумов в феврале составляет –17,6°C, среднесуточная температура июля – от 22,0 до 23,7°C, а период с температурой выше 10°C равен 185–190 дней. Средняя температура января изменяется от –0,6 до –0,9°C. Число дней со снежным покровом 20–30 в году. Количество осадков от 360 до 440 мм в год. Континентальность и засушливость климата усиливается за счет повышенного ветрового режима. В среднем за год насчитывается около 30 дней с сильным ветром, 6–9 – с пыльными бурями. Повторяемость засух (атмосферно-почвенных) в течение вегетационного периода составляет 30–50%. Почвенный покров характеризуется господством черноземов южных обычных, мицелярно-карбонатных и мицелярно-высококарбонатных слабогумусированных, сформировавшихся на лессовидных породах. Совокупность черт географического положения территории определяет ряд положительных условий для жизни людей, в том числе для градостроительства и разнообразных видов хозяйственной деятельности, прежде всего сельскохозяйственной и рекреационной (Современные ландшафты Крыма..., 2009; Агрокліматичний довідник..., 2011).

Обследование зеленых насаждений пгт Красногвардейское проведено в сентябре 2017 г. и феврале – марте 2018 г. Обследуемые объекты: парк (5 га); улицы Тельмана, Ленина, Энгельса, Чкалова, Советская, Комсомольская; зеленый массив (примерно 0,8 га) и лесополоса (примерно 0,2 га) перед автовокзалом и школой; зеленые зоны у железнодорожного и автомобильного вокзалов, средней общеобразовательной школы, детской школы искусств; сквер «Крымская весна». Фрагменты озеленения поселка приведены на рис. 1.

При обследовании зеленых насаждений определялся вид (форма) деревьев и кустарников, возраст, таксационные показатели. Систематическое положение, объем и номенклатура таксонов приняты по С.К. Черепанову (1995) и А.В. Ене (2012). Для определения видовой принадлежности деревьев и кустарников, а также их декоративных (садовых) форм были использованы справочники по декоративным древесным породам (Дендрофлора України..., 2001; Дендрофлора України..., 2002; Дендрофлора України..., 2005).



а

б

Рис. 1. Фрагменты озеленения пгт Красногвардейское: а – памятник воинам и гражданам района, погибшим в годы Великой Отечественной войны (*Betula pendula* Roth, *Buxus sempervirens* L.); б – сквер «Крымская весна» (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Thuja occidentalis* `Columna`).

Ботанико-географический анализ проведен в соответствии с ботанико-географическим делением мира (по флористическим областям) А.Л. Тахтаджяна (1978). Для частоты встречаемости вида (формы) приняты следующие условные обозначения: р – вид (форма) встречается редко (до 10 экземпляров во всех исследуемых объектах); ч – вид (форма) встречается часто (от 11 до 100 экз.) во всех объектах; м – вид (форма) массово используется в озеленении (более 100 экземпляров). При оценке частоты встречаемости *Gleditschia triacanthos* L не учитывались деревья, произрастающие в лесополосе, а лишь те, которые отмечены в поселке. Состояние растений оценивали по 4-балльной шкале (плохое, удовлетворительное, хорошее, отличное), предложенной Р.В. Галушко и Ю.С. Горак (2002).

Предложения по ассортименту декоративных деревьев и кустарников для использования в зеленых насаждениях пгт Красногвардейское основаны на результатах данной работы, собственных многолетних исследований культивируемой дендрофлоры региона (Клименко и др., 2012; 2016), а также с учетом сведений и рекомендаций других авторов (Волошин, Кормилицын, 1960; Методические рекомендации..., 1980; Тростикова, Потемкина, 2017; Бескаравайный, Григорьев, Анненков, 1963). Растения аборигенной крымской флоры предлагаются с учетом их фитоценологических характеристик в Крыму (Исиков, Плугатарь, 2017).

Результаты и обсуждение

Красногвардейское (историческое название Курман-Кемельчи) расположено в 68 км от Симферополя. На территории поселка находится железнодорожная станция Урожайная. Через поселок проходит автодорога Симферополь – Москва. По данным переписи населения 2014 г. в пгт Красногвардейское проживало 11134 человека. Достоверных сведений о времени образования Курман-Кемельчи не обнаружено. В 1874–1875 гг. недалеко от поселка прошла Лозово-Севастопольская железная дорога. Была построена станция, вскоре превратившаяся в крупный пункт сбыта пшеницы – отсюда в начале XX в. вывозилось свыше 1 млн. пудов зерна в год. В советский период Красногвардейский район был крупным промышленным центром Крыма с высоким уровнем развития промышленности: виноделия, консервно-сокового и мучного производства, маслоделия, производства строительных материалов. Строительство красногвардейской ветки Северо-Крымского канала дало новый импульс развитию сельского хозяйства в районе. С развитием промышленности и сельского хозяйства

менялась инфраструктура поселка (с 1957 г. – поселок городского типа). В нем построены: новый жилой массив, больница, поликлиника, универмаг, другие бытовые здания, заасфальтированы дороги и тротуары, выросла сеть канализации и водопровода (История городов и сел..., 1974). С развитием инфраструктуры поселка проводилось и его озеленение, большинство зеленых зон образованы в 60–80-е годы прошлого века. Следовательно, многие древесные растения имеют возраст 35–50 лет. По данным отчета сотрудников Никитского ботанического сада в 1963 году в поселке насчитывалось 15 видов древесных растений: дуб черешчатый, акация белая, ясень обыкновенный, софора японская, гледичия трехколючковая, г. безколючковая, вяз гладкий, в. мелколистный, в. шершавый, в. перистоветвистый, шелковица (вид не указан), сирень обыкновенная, тополь черный, биота восточная, ель обыкновенная. Отмечено наличие в хорошем состоянии 75–80-летних деревьев акации белой, 40–50-летних деревьев софоры японской, гледичии трехколючковой, дуба черешчатого, 35–40-летних деревьев ясеня обыкновенного (Бескаравайный, Григорьев, Анненков, 1963). В настоящий момент на территории пгт Красногвардейское нами зарегистрированы 40 видов и 4 формы древесных растений (табл. 1).

Таблица 1.

Древесные растения пгт Красногвардейское

№ пп	Вид (форма)	Семейство	Частота встречаемости	Жизненная форма	Происхождение (флористическая область)
1.	<i>Acer platanoides`Globosum`</i>	Sapindaceae	р	1	форма
2.	<i>A. pseudoplatanus</i> L.	– // –	р	1	Цб
3.	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Hippocastanaceae	ч	1	Ср
4.	<i>Berberis vulgaris</i> L.	Berberidaceae	р	2	Цб, Ср, ИТ; а
5.	<i>Betula pendula</i> Roth	Betulaceae	ч	1	Цб; а
6.	<i>Buxus sempervirens</i> L.	Buxaceae	ч	6	Ср
7.	<i>Catalpa begonioides</i> Walter	Bignoniaceae	р	1	АС
8.	<i>Celtis occidentalis</i> L.	Cannabaceae	р	1	АС
9.	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Fabaceae	р	2	АС
10.	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	р	2	ВА
11.	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decaisne	– // –	р	2	ИТ
12.	<i>Forsythia viridissima</i> Lindl.	Oleaceae	р	2	ВА
13.	<i>Fraxinus excelsior</i> L. subs. <i>excelsior</i>	– // –	ч	1	Цб, Ср; а
14.	<i>Gleditschia triacanthos</i> L.	Fabaceae	р	1	АС
15.	<i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	р	4	Цб, Ср; а
16.	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Malvaceae	ч	2	ИТ
17.	<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	ч	1	Ср, ИТ, ВА
18.	<i>Juniperus sabina</i> L.	Cupressaceae	р	5	Цб, Ср, ИТ; а
19.	<i>J. virginiana</i> L.	– // –	ч	5	АС
20.	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Oleaceae	масс	3	Цб, Ср; а
21.	<i>Maclura pomifera</i> (Rafin.) Schneid.	Moraceae	р	1	АС
22.	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt	Berberidaceae	ч	6	ОСг
23.	<i>Morus alba</i> L.	Moraceae	р	1	ВА, ИТ
24.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch	Vitaceae	р	4	АС
25.	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	Hydrangeaceae	ч	2	Ср
26.	<i>Picea pungens</i> Engelm.	Pinaceae	р	5	ОСг
27.	<i>P. p.`Glauca`</i>	– // –	р	5	форма
28.	<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe	– // –	ч	5	Ср; а
29.	<i>Platanus x hispanica</i> Mill. ex Muenckh.	Platanaceae	р	1	гибрид

№ пп	Вид (форма)	Семейство	Частота встречаемости	Жизненная форма	Происхождение (флористическая область)
30.	<i>Platanus orientalis</i> L.	–//–	р	1	Ср
31.	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	Cupressaceae	масс	5	ВА
32.	<i>P. o.</i> `Aurea`	–//–	р	5	форма
33.	<i>Prunus armeniaca</i> L.	Rosaceae	ч	1	ИТ
34.	<i>P. cerasifera</i> Ehrh.	–//–	р	1	Ср, ИТ
35.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Fabaceae	ч	1	АС
36.	<i>Salix caprea</i> L.	Salicaceae	р	1	Цб, ВА, Ср; а
37.	<i>Santolina virens</i> Mill.	Asteraceae	р	10	Ср
38.	<i>Styphnolobium japonicum</i> (L.) Schott	Fabaceae	ч	1	ВА
39.	<i>Spiraea x vanhouttei</i> (Briot) Zab.	Rosaceae	ч	2	гибрид
40.	<i>Syringa vulgaris</i> L.	Oleaceae	р	2	Ср
41.	<i>Tilia tomentosa</i> Moench.	Malvaceae	р	1	Цб, Ср
42.	<i>Thuja occidentalis</i> `Columna`	Cupressaceae	р	5	форма
43.	<i>Ulmus pumila</i> L.	Ulmaceae	р	1	Цб, ВА, ИТ
44.	<i>Yucca filamentosa</i> L.	Agavaceae	р	9	АС

Примечания к таблице. 1 – листопадное дерево, 2 – листопадный кустарник, 3 – полувечнозеленый кустарник, 4 – листопадная лиана, 5 – хвойное дерево, 6 – хвойный кустарник, 7 – вечнозеленый лиственный кустарник, 8 – вечнозеленая лиана, 9 – юкка, 10 – полукустарник; а – аборигенная флора Крыма; флористические области: АС – Атлантическо-Североамериканская, ВА – Восточноазиатская, ИТ – Ирано-Туранская, ОСг – Область Скалистых гор, Ср – Средиземноморская, Цб – Циркумбореальная.

Из таблицы 1 следует, что дендрофлора зеленых насаждений поселка включает 40 видов, относящихся к 37 родам 23 семейств. Наиболее представлены в видовом отношении семейства: Rosaceae (5 видов), Oleaceae и Fabaceae (по 4 вида). Остальные семейства включают 1–3 вида.

Из представителей семейства Rosaceae только два вида встречаются часто (*Prunus armeniaca*, *Spiraea x vanhouttei*), другие же (*Chaenomeles japonica*, *Cotoneaster horizontalis*, *Prunus cerasifera*) отмечены единично. Такое низкое флористическое разнообразие представителей данного семейства значительно снижает эстетический уровень зеленых насаждений, поскольку розоцветные являются источником красивоцветущих деревьев и кустарников. Различные их виды, декоративные формы и сорта из родов *Chaenomeles*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Malus*, *Prunus*, *Sorbus*, *Spiraea* следует применять для создания декоративных парковых композиций и уличного озеленения. Садовые розы в поселке также используются недостаточно, несмотря на разработанный перспективный сортимент парковых, полуплетистых, полиантовых и миниатюрных роз, позволяющий применять их в различных ландшафтных композициях (Городня, 2017).

Представители семейства Oleaceae – один вид дерева (*Fraxinus excelsior*) и три вида кустарников (*Forsythia viridissima*, *Ligustrum vulgare*, *Syringa vulgaris*). Представители рода ясень (*Fraxinus*) – декоративные, достаточно быстро растущие и долговечные деревья, широко используемые в озеленении городов и поселков. В пгт Красногвардейское встречаются 40–50-летние деревья, которые имеют высоту 10–12 м, диаметр ствола 40–50 см и находятся в удовлетворительном состоянии. Поэтому вполне целесообразно расширить здесь их видовое и формовое разнообразие. Различные виды, культивары и сорта родов *Syringa* и *Forsythia* также значительно улучшат эстетический облик поселка.

К представителям семейства Fabaceae относятся: робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia*), софора японская (*Styphnolobium japonicum*), гледичия трехколючковая (*Gleditschia triacanthos*) и церцис европейский (*Cercis siliquastrum*). Робиния часто

встречается в поселке. Отмечены 50–60-летние деревья в удовлетворительном состоянии и 30-летние деревья в хорошем состоянии (высота – 8 м, диаметр ствола – 45 см). Софора также встречается часто. Наибольшее количество деревьев софоры растет в парке (45 экз.), в сквере перед автовокзалом и школой (30 экз.). Гледичия в зеленых насаждениях встречается единично, но как отмечалось выше, она образует лесополосу с восточной стороны поселка. Деревья гледичии (возраст 40–50 лет) в лесополосе высажены двумя рядами (более 100 экз.), средняя высота 15 м и диаметр ствола 50–60 см. Растения находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии. Церцис встречается единично, хотя он очень декоративен, красиво цветет и хорошо смотрится в группе, линейной посадке, а также солитером, особенно во время цветения.

В зеленых насаждениях практически отсутствуют декоративные формы деревьев и кустарников. Выявленные: *Acer platanoides* `Globosum`, *Picea pungens* `Glauca`, *Platycladus orientalis* `Aurea`. *Thuja occidentalis* `Columna` представлены единичными экземплярами. Состояние вышеперечисленных растений хорошее.

Учитывая региональные климатические и почвенные условия, мы предлагаем следующие декоративные формы древесных растений для применения в различных композициях. Отличающиеся от основного вида формой, окраской и размером цветков: *Crataegus monogyna* `Rosea-plena`, *Deutzia x hybrida* `Strawberry fields`, *D. scabra* `Plena`, *Kerria japonica* `Pleniflora`, *Viburnum opulus* f. *roseum* L., *Weigela x hybrida* `Bristol Ruby`. Отличающиеся формой кроны: *Morus alba* `Pendula`, *M. a.* `Pyramidalis`, *Fraxinus excelsior* `Pendula`, *Fraxinus excelsior* f. *aurea* (Willd) Schelle, *Styphnolobium japonicum* `Pendula`, *Robinia pseudoacacia* `Umbraculifera`, *Taxus baccata* `Fastigiata`, *T. b.* `Stricta`. Отличающиеся формой, окраской и размерами листьев: *Berberis thunbergii* `Purpurea`, *B. vulgaris* `Atropurpurea`, *Sambucus nigra* f. *laciniata*, *S. n.* `Black Lace`, *Viburnum lantana* var. *variegatum* Weston. Эти растения произрастают в зеленых насаждениях населенных пунктов региона, некоторые испытаны в дендрологической коллекции Степного отделения Никитского ботанического сада, в парке Карадагской научной станции. Все достаточно хорошо переносят как летнюю засуху, так и периодически повторяющиеся низкие зимние температуры, при этом в полной мере проявляя свои декоративные качества.

Из 44 видов и форм древесных растений в поселке массово произрастают только плоскочеточник восточный (*Platycladus orientalis*) и бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*), на которые приходится только 4,5% разнообразия дендрофлоры. Растения плоскочеточника высажены во всех обследуемых зеленых зонах: в парке, на улицах, в скверах. Бирючина практически повсеместно используется для живых изгородей. Из нее, например, сформирован зеленый бордюр в парке и у здания школы. Часто используются 14 видов деревьев и кустарников, что составляет (31,8%) видового и формового разнообразия дендрофлоры поселка.

Деревья, часто используемые в озеленении.

Можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana*) часто встречается в насаждениях поселка (около 50 экз.) как одиночными растениями, так и в виде рядовой посадки (ул. Советская), где растения имеют довольно солидный возраст (50–60 лет), находятся в хорошем состоянии, достигают высоты 8–9 м, 20–25 см в диаметре. Сосна крымская (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) также встречается как в рядовой посадке, так и отдельными деревьями (всего около 40 экз.). В парке сосны высажены двумя рядами: 30–40-летние деревья (20 экз.) в хорошем состоянии, имеют в среднем высоту 12 м, диаметр ствола 30–35 см, диаметр кроны 4 x 5 м; 30–50-летние деревья (15 экз.) также находятся в хорошем состоянии, имеют в среднем высоту 14 м, диаметр ствола – 35–40 см, диаметр кроны 6 x 6 м.

Конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*) встречается одиночно и в виде рядовых посадок (более 40 экз.), все деревья в хорошем и удовлетворительном состоянии. Повреждение растений каштановой минирующей молью незначительное. В парке деревья (21 экз.) в возрасте 45 лет достигают высоты 14–17 м, диаметра ствола 25–35 см, диаметра кроны 5 x 8 м. Хорошо смотрится ряды каштанов, особенно во время цветения, у стелы воинам и жителям района, погибшим в годы Великой отечественной войны.

Робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia*) также встречается часто (более 40 экз.) – на улицах, в парке, но практически везде отдельными деревьями. Больше всего робинии на ул. Ленина: 30-летние деревья (12 экз.) со средней высотой 8 м, диаметром ствола 30–35 см и диаметром кроны 6 x 7 м в удовлетворительном состоянии.

Софора японская (*Styphnolobium japonicum*) на улицах встречается редко, но является доминирующей породой в других зеленых зонах поселка (всего более 60 экз.). Самые мощные деревья софоры (более 30 экз.) находятся в зеленом массиве недалеко от автовокзала: возраст 40–50 лет, высот 12–14 м, диаметр ствола 35–40 см, все в хорошем и удовлетворительном состоянии. В парке также много деревьев софоры (45 экз.). Здесь они в возрасте 40–50 лет достигают высоты 12 м, диаметр ствола 30–40 см, диаметр кроны 9 x 10 м, все в хорошем состоянии.

Береза повислая (*Betula pendula*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* subs. *excelsior*), орех грецкий (*Juglans regia*), абрикос обыкновенный (*Prunus armeniaca*) встречаются реже (по 25–30 экз.). Как правило, это – одиночные деревья на улицах, ясени и березы также произрастают в парке и сквере. На ул. Ленина высажены молодые 4-х летние деревья березы (10 экз.) 2,5 м высоты, все в хорошем состоянии.

Кустарники, часто используемые в озеленении.

Вечнозеленые кустарники: самшит обыкновенный (*Buxus sempervirens*) и магония падуболистная (*Mahonia aquifolium*) встречаются одиночными растениями, в виде небольших групп, бордюров. Состояние растений хорошее и удовлетворительное. У самшита есть незначительные повреждения самшитовой огневкой. Листопадные кустарники: гибискус сирийский (*Hibiscus syriacus*), чубушник венечный (*Philadelphus coronarius*), спирея Ван-Гутта (*Spiraea x vanhouttei*), различные формы и сорта садовых роз используются во всех исследуемых объектах в виде отдельных растений, групп, живых изгородей. Все растения находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии. Наибольшее число (28, или 63,6%) видов и форм представлены единичными экземплярами, следовательно, не играют существенной роли в зрительном и эмоциональном восприятии зеленых насаждений поселка.

Более половины (65,9%) видового и формового разнообразия дендрофлоры составляют листопадные деревья (20 видов и форм, или 45,5%) и кустарники (9 видов, или 20,4%). Все же их применение может быть расширено. Целесообразно высаживать здесь: кельрейтерию метельчатую (*Koelreuteria paniculata* Laxm.), акацию клейкую (*Robinia viscosa* Vent), ясень маньчжурский (*Fraxinus ornus* L.), боярышник полумягкий (*Crataegus submollis* Sarg.), сливу Писсарда (*Prunus cerasifera* var. *pissardii* Bail.), яблоню Недзвецкого (*Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne), что подтверждается как нашими исследованиями, так и рекомендациями других авторов (Методические рекомендации..., 1980).

Видовой состав хвойных растений значительно беднее: деревьев 7 (15,9%) видов и форм, кустарник (*Juniperus sabina*) 1 (2,3%), хотя именно хвойные выполняют важную роль в формировании и восприятии культурного ландшафта, особенно в зимнее время. Можно разнообразить ассортимент такими видами, как пихты испанская и греческая (*Abies pinsapo* Boiss., *A. cephalonica* Loudn.), лжетсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), можжевельник обыкновенный (*Juniperus*

communis L.), тис ягодный (*Taxus baccata* L.), которые прошли многолетнее испытание в дендрологической коллекции Степного отделения Никитского ботанического сада. Как отмечалось выше, в поселке отмечены только 2 вида вечнозеленых лиственных кустарников: самшит (*Buxus sempervirens*) и магония (*Mahonia aquifolium*), а также полувечнозеленый кустарник (*Ligustrum vulgare*), характеристика которых приведена выше. Вертикальное озеленение практически отсутствует. Вечнозеленая лиана (*Hedera helix*) произрастает в нескольких местах на территории школы и не создает необходимого декоративного эффекта. Листопадная лиана (*Parthenocissus quinquefolia*) также встречается редко. По нашему мнению, следует увеличить долю хвойных деревьев и кустарников в зеленых насаждениях поселка, что значительно повысит его эстетическую привлекательность и улучшит микроклимат. Применение вечнозеленых лиственных кустарников в значительной мере ограничивается низкими зимними температурами. Для вертикального озеленения можно использовать испытанные в Степном Крыму камписис укореняющийся (*Campsis radicans* (L.) Seem.), глицинию китайскую (*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet), адаптированные виды и сорта р. *Lonicera*, *Clematis*.

Ботанико-географический анализ показал, что наибольшее число видов (12, или 30,0%) имеют широкий ареал, т.е. распространены в границах ареала нескольких флористических областей. Например: *Fraxinus excelsior*, *Hedera helix*, *Ligustrum vulgare*, *Tilia tomentosa* относятся к циркумбореально-средиземноморской флоре. Из Атлантическо-Североамериканской области происходят 8 (20,0%) видов, которые хорошо адаптированы к условиям региона. Из Средиземноморской области происходят 8 (20,0%) видов, которые также хорошо адаптированы. Однако при дальнейшей интродукционной работе следует учитывать тот факт, что растения средиземноморской флоры, как правило, недостаточно морозостойкие. Доля видов, происходящих из других флористических областей незначительна. Только 7 (17,5%) видов древесных растений, произрастающих в пгт Красногвардейское, относятся к аборигенной крымской флоре. Их применение может быть расширено привлечением таких видов, как: каркасы (*Celtis australis* L., *C. glabrata* Steven ex Planch.), вязы (*Ulmus glabra* Huds., *U. laevis* Pall., *U. minor* Mill.), рябины (*Sorbus aucuparia* L., *S. domestica* L., *S. torminalis* (L.) Crantz, *S. umbellata* (Desf.) Fritsch), липы (*Tilia cordata* Mill., *T. dasystyla* Steven, *T. euchlora* C.Koch.), скумпия (*Cotinus coggygria* Scop), испытанные в разные годы в Степном Крыму. Эти растения аборигенной крымской флоры обладают необходимыми экологическими свойствами, при этом они декоративны, долговечны, физиономически соответствуют природному ландшафту.

Выводы

1. Дендрофлора пгт Красногвардейское включает 40 видов и 4 формы, относящихся к 38 родам 23 семейств. Наиболее представлены в видовом отношении семейства: Rosaceae (5 видов), Oleaceae и Fabaceae (по 4 вида). Остальные семейства включают 1–3 вида. Отмечены четыре декоративные формы деревьев: *Acer platanoides* `Globosum`, *Picea pungens* `Glauca`, *Platycladus orientalis* `Aurea`. *Thuja occidentalis* `Columna`, которые представлены единичными экземплярами. Из 44 видов и форм древесных растений массово произрастают только 2 (4,5%), часто используются 14 (31,8 %) видов и форм деревьев и кустарников. Остальные 28 (63,7%) видов и форм встречаются редко.

2. Наибольшее число видов (12, или 30,0%) имеют широкий ареал, т.е. распространены в границах нескольких флористических областей. Из Средиземноморской и Атлантическо-Североамериканской областей происходят по 8 (20,0 %) видов, которые хорошо адаптированы к условиям региона. Только 7 (17,5%)

видов относятся к аборигенной флоре Крыма. Более половины (65,9%) видового и формового разнообразия составляют листопадные деревья (20 видов и форм, или 45,5%) и кустарники (9 видов, или 20,4%). Доля вечнозеленых растений низкая: хвойных деревьев 7 (15,9%), хвойный кустарник 1 (2,3%); вечнозеленых лиственных кустарников 2 (4,5%) вида. Вертикальное озеленение практически отсутствует.

3. В настоящее время видовой состав декоративных деревьев и кустарников значительно выше (более, чем на 60%), чем в 1963 году. Практически все используемые в современном озеленении пгт Красногвардейское древесные растения находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии, что свидетельствует об их соответствии почвенно-климатическим условиям региона, правильному подбору ассортимента. Предложенные выше виды и декоративные формы деревьев и кустарников повысят эстетический уровень зеленых насаждений поселка и положительно скажутся на его общем архитектурном облике.

Список литературы

1. *Агрокліматичний довідник по автономній республіці Крим (1986–2005 рр.)* / за редакцією в. о. начальника ЦГМ в АРК О.І. Прудка та к. геогр. н. Т.І. Адаменко. – Довідкове видання. – Т. 1. – Симферополь: ЦГМ в АРК, 2011. – 121 с.
2. *Бескаравайный М.М., Григорьев А.Г., Анненков А.А.* Годовой отчет за 1963 г. по теме 4 «Разработка дендрологических основ паркового строительства в поселках совхозов и колхозов древесных и кустарниковых пород для их озеленения». Никитский ботанический сад, Ялта, 43 с. Рукопись.
3. *Волошин М.П., Кормилицын А.М.* Закладка сельских парков и озеленение поселков, совхозов и колхозов. – Симферополь: Крымиздат, 1960. – 98 с.
4. *Галушко Р.В., Горак Ю.С.* О результатах интродукции древесных растений в Евпаторийском дендропарке // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2002. – Вып. 84. – С. 53–57.
5. *Городня Е.В.* Биологические особенности представителей рода *Rosa* L. коллекции Ботанического сада им. Н.В. Багрова Таврической академии Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского: автореф. дис... на соиск. учен. степени канд. биол. наук. – Ялта: ГБУ РК «Никитский ботанический сад – национальный научный центр», 2017. – 22 с.
6. *Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й куці. Голонасінні* / за ред. М.А. Кохна, С.І. Кузнецова. – К.: Вища школа, 2001. – 207 с.
7. *Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й куці. Покритонасінні. Частина І: довідник* / за ред. М.А. Кохна. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 448 с.
8. *Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й куці. Покритонасінні. Частина ІІ: довідник* / за ред. М.А. Кохна, Н.М. Трофименко. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 716 с.
9. *Ена А.В.* Природная флора Крымского полуострова. – Симферополь: Н. Орианда, 2012. – 231 с.
10. *Исиков В.П., Плугатарь Ю.В.* Дикорастущие деревья и кустарники Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. – 324 с.
11. *История городов и сел УССР. Крымская область. Красногвардейский район* [предс. редкол. Л. Д. Солодовник]. – Киев: Главная редакция Украинской советской энциклопедии АН УССР, 1974. – С. 331–357.
12. *Клименко Н.И., Плугатарь Ю.В., Мороз С.А.* Древовидные интродуценты в степном Крыму // Биоразнообразие и устойчивое развитие / М-лы II Междунар. науч.-практич. конф. (12–16 сентября 2012, г. Симферополь). – Симферополь: ТНУ им. В.И. Вернадского, 2012. – С. 369–371.

13. Клименко Н.И., Плугатарь Ю.В., Клименко О.Е. Основные древесные паркообразующие породы в озеленении степного Крыма // Охрана, восстановление и изучение степных экосистем в XXI веке / М-лы Междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 90-летию со дня основания заповедника «Хомутовская степь» (24–26 августа 2016 г., Донецк). – Донецк: Донецкий ботанический сад, 2016. – С. 111–113.
14. Коренькова О.О. Роль фитонцидноактивных древесно-кустарниковых пород в садово-парковых композициях на примере ПКИО им. Ю.А. Гагарина (г. Симферополь) // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Сер. «Биология. Химия». – 2016. – Т. 2 (68), № 4. – С. 37–43.
15. Методические рекомендации по подбору деревьев и кустарников для озеленения степного и предгорного Крыма / составил А.Г. Григорьев, ред. Н.К. Секуров. – Ялта: ГНБС, 1980. – 27 с.
16. Потепенко И.Л., Клименко Н.И., Летухова В.Ю. Декоративные древесные растения в зеленых насаждениях Юго-Восточного Крыма (на примере г. Судак) // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2. – С. 113–119.
17. Потепенко И.Л., Летухова В.Ю., Розенберг О.Г., Диордиенко Е.В. Декоративные древесные растения г. Феодосии // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия "Биология, химия". – 2014. – Т. 27 (66). – № 5 (Спецвыпуск). – С. 119–132.
18. Репецкая А.И., Парфенова М.А. Сквер 70-летия Великой Отечественной войны (Севастополь): современное состояние и проектные предложения // Экосистемы. – 2015. – Вып. 1. – С. 41–52.
19. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий / науч. ред. Е.А. Позаченюк. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.
20. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 248 с.
21. Тростикова О.А., Потемкина Н.В. Проблемы озеленения сельского поселения во втором степном агроклиматическом районе Крыма // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3(65). – С. 216–219.
22. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. – СПб: Мир и семья, 1995. – 992 с.

ORNAMENTAL TREES AND SHRUBS IN GREEN SPACES OF THE URBAN-TYPE SETTLEMENT KRASNOGVARDEYSKOE (REPUBLIC OF CRIMEA)

Klymenko N.I.¹, Potapenko I.L.²

¹Of the Order of the Red Banner Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nikita, Yalta, Russian Federation

²T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of RAS, Kurortnoe, Feodosia, Russian Federation

e-mail: klymenko.gnbs@mail.ru, ira_potapenko@mai.ru

Dendrological inventory of green spaces of the urban-type settlement Krasnogvardeyskoe in the steppe Crimea was carried out. We noted 40 species and 4 decorative forms of trees and shrubs belonging to 38 genera of 23 families. The most representative families are: Rosaceae (5 species), Oleaceae and Fabaceae (4 species each). Other families include 1–3 species. Four decorative forms of trees (*Acer platanoides* `Globosum`, *Picea pungens* `Glauca`, *Platycladus orientalis* `Aurea`, *Thuja occidentalis* `Columna`) are represented by single plants. The greatest number of species (12, or 30.0%) has a wide origin, i.e. distributed on the territory of several floristic regions. There are 8 (20.0%) species from the Mediterranean and the Atlantic-North American floristic regions that are well adapted to the conditions of the region. Only 7 (17.5%) species belong to the aboriginal flora of the Crimea. More than half (65.9%) of the species and form diversity are deciduous trees (20 species and forms, or 45.5%) and shrubs (9 species, or 20.4%). The proportion of evergreen plants is low: coniferous trees 7

(15.9%), coniferous shrubs – 1 (2.3%), evergreen deciduous shrubs 2 (4.5%). Vertical landscaping is practically absent. Almost all arboreal plants used are in good and satisfactory state in modern greenery of Krasnogvardeyskoe that indicates their corresponding with the soil and climatic conditions of the region. We have proposed 26 species and 19 forms of ornamental arboreal plants to increase the greenery aesthetic level of the settlement and positively affect its overall architectural appearance.

Key words: ornamental trees and shrubs, composition of dendroflora, urban-type settlement Krasnogvardeyskoe, steppe Crimea

Поступила в редакцию 16.07.2018 г.

УДК 504.055

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОГО ФОНА ПАРКОВ И СКВЕРОВ Г. СИМФЕРОПОЛЬ

Алексашкин И.В., Колесникова Е.Я., Дубас В.В., Зайцева Е.С.

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь,
Российская Федерация
e-mail: aligor@rambler.com*

С каждым годом, перед мировым сообществом все более остро встает проблема негативного воздействия радиации на окружающую среду. Это обусловлено непрерывным ростом количества радиоактивных веществ как природного, так и техногенного происхождения, вследствие чего экологические системы Земли испытывают все большее влияние ионизирующего излучения.

Данная работа посвящена оценке радиационного фона основных и часто посещаемых парков и скверов города Симферополь. Для реализации поставленной цели были проведены замеры мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, в результате чего по полученным усредненным значениям методом интерполяции построены карты.

Основной задачей авторов было не только проведение радиометрической съёмки территорий и составление радиоэкологических карт, но и выявление факторов негативного влияния ионизирующих излучений в определённых дозах на здоровье человека и природные сообщества, а также выявление доказательств, свидетельствующих о неизбежности существования ионизирующих излучений в живой природе.

Ключевые слова: радиация; радиационный фон; радиоэкологическое картирование; гамма-излучение; плотность потока; экспозиционная доза.

Введение

Парки, скверы и другие зоны города являются потенциальными природными источниками радиации, которые создают около 70 процентов суммарной дозы, получаемой человеком от всех возможных источников. Так как, превышение радиационного фона всегда пагубно влияет на здоровье человека, радиоэкологический мониторинг среды является актуальным во все времена.

Целью данной статьи является оценка радиационного фона парковой зоны города и построение на основе полученных данных карт.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучение природных условий исследуемых территорий;
2. Проведение радиометрической съёмки территорий;
3. Анализ радиационного фона зон отдыха города;
4. Выявление факторов воздействия ионизирующих излучений на здоровье человека;
5. Составление радиоэкологических карт на основании оценки.

Объектом исследования являются парки и скверы города Симферополь, а предметом – радиационный фон территорий парков и скверов города по мощности экспозиционной дозы гамма-излучения. Основными методами являются методы радиометрической съёмки, математико-статистический и картографический методы.

Существующие насаждения общего пользования г. Симферополя представлены 95 объектами зеленого строительства общей площадью 24048 га, в том числе: парки общегородского значения - 5 (площадь 101.72 га), парки районного значения – 5 (площадь 26,31 га), скверы – 75 (площадь 78.72 га), бульвары 2 (площадь 1,12 га), набережные – 1 (площадь – 3,68 га), рощи – 7 (площадь – 28.93 га).

Материалы и методы

Показатели интенсивности потока гамма-излучений фиксировались с помощью сцинтилляционного радиометра СРП-68-01. Данный измерительный прибор используется как радиометр для контроля внешней среды. Нижний предел дискриминации γ -излучения от 15 до 35 кэВ. Дискриминатор служит для отделения импульсов, амплитуда которых меньше некоторого заданного порога (шумы), и нормализации по амплитуде и форме импульсов, превышающих этот порог. Погрешность измерений $\leq \pm 10\%$. Кроме того, контрольно-измерительные приборы СРП-68-01 используются для контроля продуктов сельского хозяйства и различных химикатов, для поиска радиоактивных руд по их гамма-излучению и для радиометрической съемки местности.

Для проведения радиометрической съемки были выбраны часто посещаемые места отдыха г. Симферополя (рис. 1), а именно: Детский парк; парк им. Ю.А. Гагарина; ботанический сад Таврической академии им. Н.В. Багрова; сквер им. К.А. Тренёва; парк культуры и отдыха им. Т.Г. Шевченко.

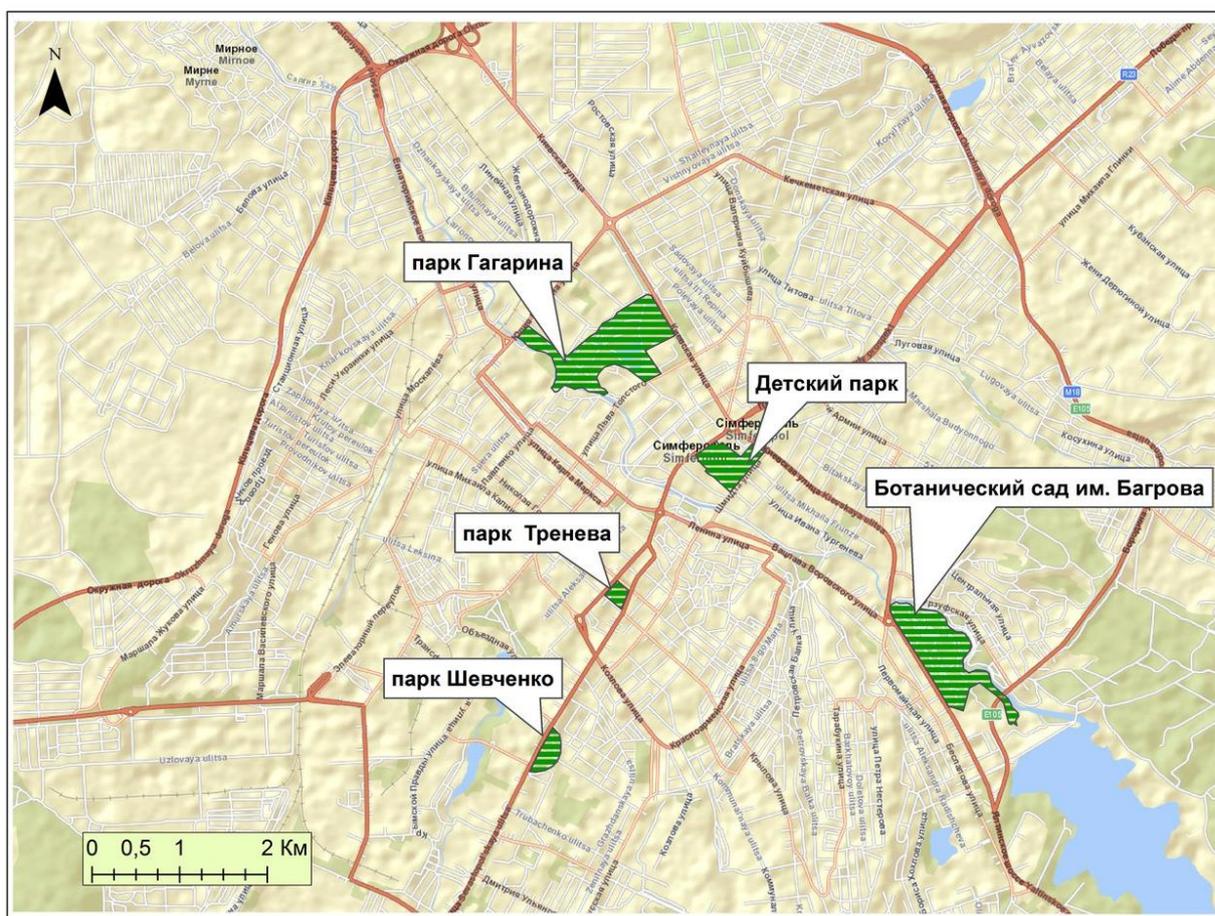


Рис. 1. Исследуемые территории города Симферополь

Данные радиометрической съемки представлены в виде средних арифметических значений по каждой исследуемой точке в виде таблицы 1. На основе полученных данных построены карты распределения гамма-излучения на территории парков и скверов г. Симферополя.

Таблица 1.

Оценка радиационного фона по гамма-излучению

Зона радиоактивного заражения	Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения в мкР/час	Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения в мкЗв/час	Цвет на карте
Умеренное А	7–13	0,07–0,13	
Сильное Б	13,1–19	0,131–0,19	
Опасное В	20,1–30	0,201–0,3	
Чрезвычайно опасное Г	30,1 и выше	0,301 и выше	≥ПДК

Интерполяция – это способ нахождения промежуточных значений величины по уже имеющемуся набору известных значений. Многим, кто сталкивается с научными расчетами часто приходится оперировать наборами значений, полученных экспериментальным путем или методом случайной выборки. Далее, как правило, на основании этих наборов данных требуется построить функцию, на которую могли бы с достаточной точностью попадать и другие значения набора данных. Данная задача называется аппроксимацией кривой. Разновидной аппроксимации, при которой кривая построенной функции проходит точно через имеющиеся точки данных, называется интерполяцией (Козлов В.Ф., 1991).

Для распределения территориального размещения точек измерений на карты исследуемых территорий была наложена сетка. В данной выборке точки расставлялись по правильной геометрической системе – в углах квадратов. Как пример представлена карта Ботанического сада им. Н. В. Багрова (рис. 2) (Методические указания к лабораторным работам..., 2009). Именно в этих узловых точках (40 точек) производился анализ.

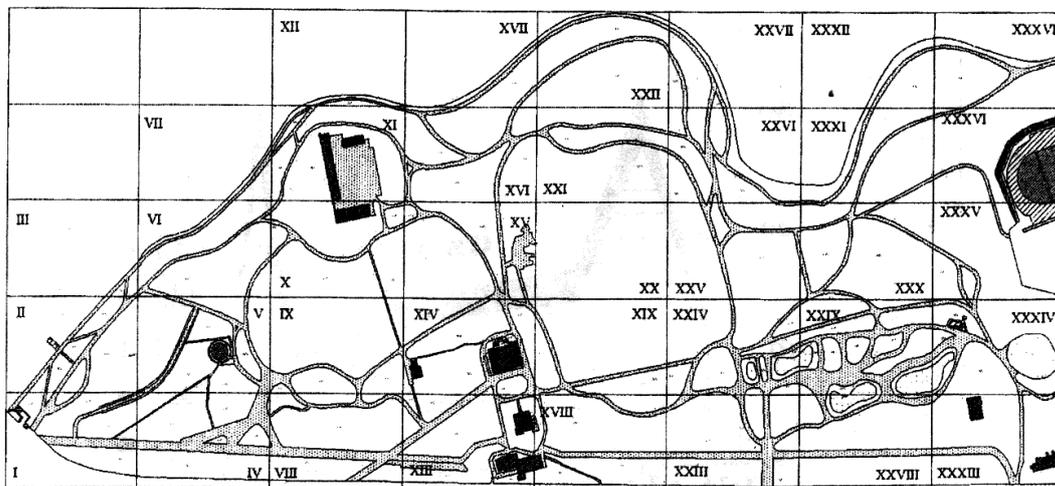
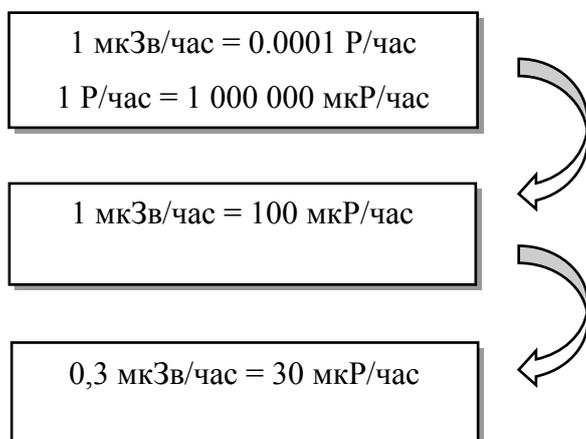


Рис.2. Точки измерений экспозиционной дозы в Ботаническом саду КФУ им. Н.В. Багрова

По степени заражения и возможным последствиям внешнего облучения на зараженной местности принято выделять четыре зоны: умеренного (зона А), сильного (зона Б), опасного (зона В) и чрезвычайно опасного (зона Г) заражения. Размеры зон заражения и уровни радиации на местности являются основными показателями степени опасности радиоактивного поражения людей.

Какой уровень радиации считается безопасным для человека? Данный вопрос имеет следующие ответы: доза получаемого человеком облучения в месте его проживания должна быть не больше 1 мЗв/год. Мощность эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения на открытых участках должна находиться в пределах 0,3 мкЗв/час,

если выше, то на ней объявляется чрезвычайная экологическая ситуация (Методические рекомендации по дозиметрическому контролю, 1990). Так как оценка радиационного фона по гамма-излучению проводилась в единицах - микрорентген в час (мкР/час), необходимо перевести значения ПДК – 0,3 мкЗв/час (система СИ) в мкР/час.



Таким образом, можно сделать вывод, что мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытых участках должна находиться в пределах 30 мкР/час - это безопасный уровень радиации для человека (СанПиН 2.6.1.2523-09).

Результаты съемки и обсуждение

В качестве опорного контрольного пункта была выбрана территория за Детским парком, расположенная в лесных насаждениях. В этот же день была проведена радиометрическая съемка в Детском парке, с расстоянием между точками измерения приблизительно 20-25 метров. В данном парке значительных отклонений от нормы не наблюдалось, в среднем значение интенсивности потока фотонного излучения колебалось от 7 до 11 мкР/час. Самая высокая интенсивность (15-17 мкР/час) наблюдалась около нового асфальтного покрытия детских велодорожек и расположенных рядом указательных знаков (рис. 3). Для интерполяции полученных данных использовался метод естественной окрестности (ArcMap 10.4.1.).

Далее съемка проводилась в парке им. Ю.А. Гагарина. Непосредственно через парк протекает река Салгир, не глубокая, обладающая небольшими каскадами по всей протяженности. Вдоль реки проходит набережная, местами через реку «перебегают» небольшие мостики. Именно к этим мостикам ведут ступеньки из плит, интенсивность над которыми достигает значения свыше 25-29 мкР/час. В то время как общая интенсивность в парке колеблется около 7-9 мкР/час. Интенсивность потока фотонного излучения над плитами превышает норму, предположительно из-за происхождения известняка, который, возможно, в начале 1960-х годов был завезен из не самого безопасного карьера (рис. 4).

Позже была проведена радиометрическая съемка территории ботанического сада КФУ им. Н.В. Багрова. Средние показатели мощности дозы не превышали 14 мкР/час, что является нормой. Самая высокая интенсивность (23-24 мкР/час) наблюдалась около фасада Воронцовского дома (рис. 5).

В сквере им. К.А. Тренева максимальные значения интенсивности потока гамма-излучения не превышали 12 мкР/час. А средние значения колебались от 8 до 9 мкР/час, что является самыми низкими и безопасными показателями относительно других парков и скверов, расположенных в г. Симферополь (рис. 6).

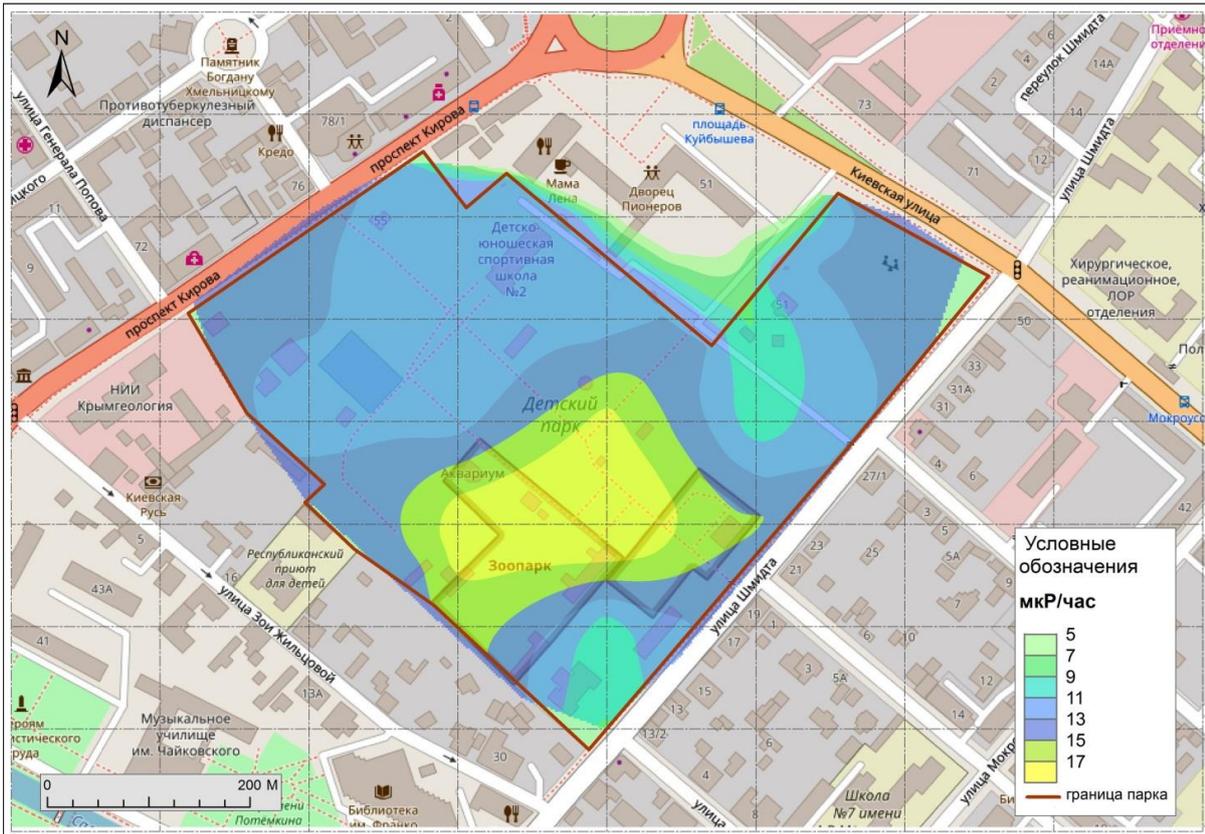


Рис. 3. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в Детском парке

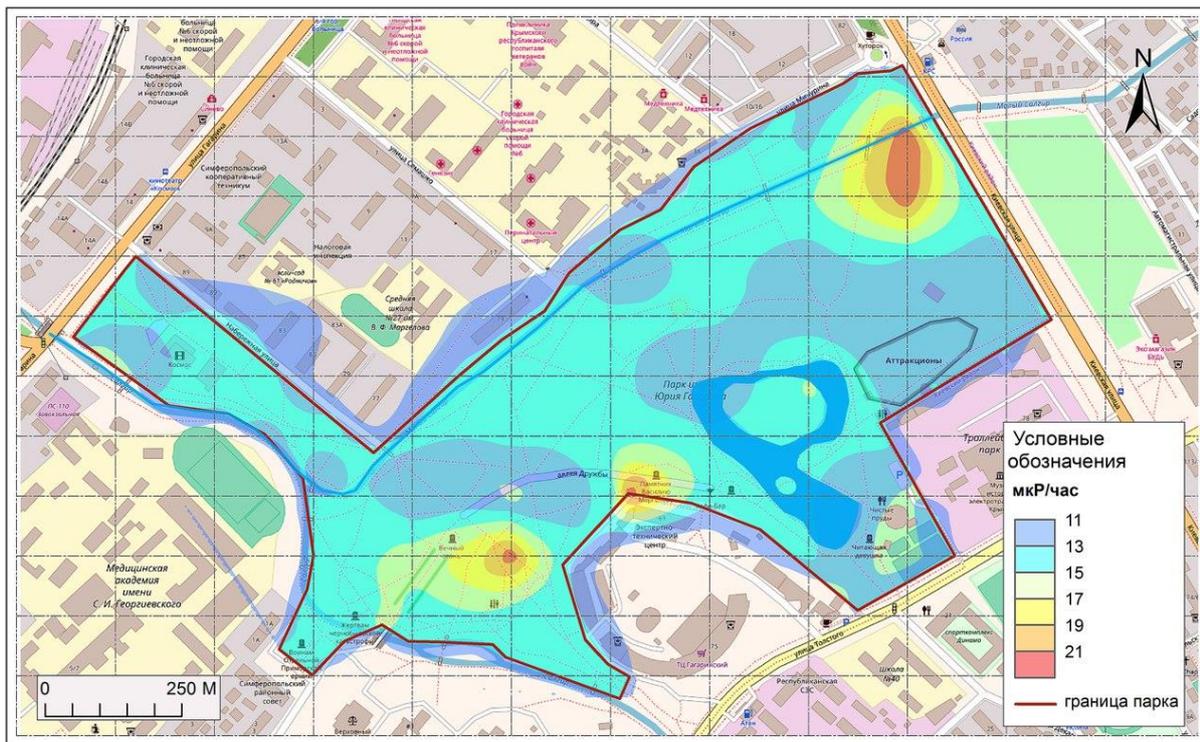


Рис. 4. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в парке им. Ю. А. Гагарина

В парке им. Т. Г. Шевченко наблюдался резкий скачок показателей в районе центральной колоннады со стороны улицы Севастопольской и памятника Тарасу Шевченко, который установлен перед ней (рис. 7).

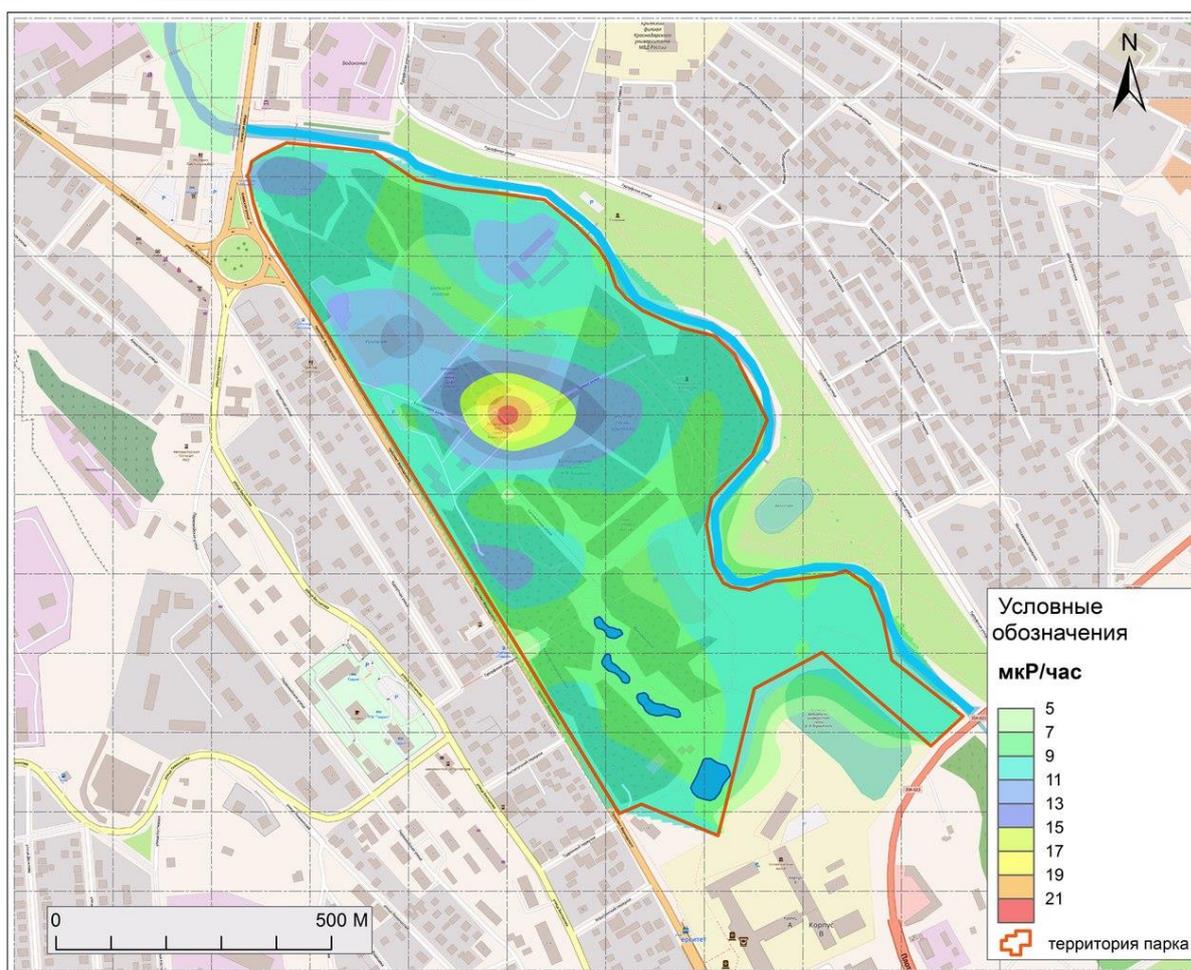


Рис. 5. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, Ботанический сад им. Н.В. Багрова

Там интенсивность потока гамма-излучения достигала 21 мкР/час, в то время как по всему парку показания прибора колебались от 5 до 8 мкР/час (рис.8). Дело в том, что такие материалы как гранит, иногда могут иметь повышенные значения радиационного фона, это материал магматического происхождения, есть небольшая вероятность того, что он может содержать радиоактивные элементы, которые разлагаются на альфа, бета и гамма частицы излучения. Технически: нужно обратить внимание на гамма излучение, поскольку альфа и бета частицы не проникают далеко и поглощаются самим материалом, а гамма лучи проникают значительно глубже.

Выводы

Изучение радиоактивности строительных материалов, а также создаваемого ими фона является актуальным в наши дни, так как в составе строительных материалов могут присутствовать уран 238, торий 232, калий 40 и другие радионуклиды, конечным продуктом распада некоторых из них является радон 222. Повышенное содержание радионуклидов свойственно калиевым и полевым шпатам, минералам глины и др.

Довольно сильно излучают магматические породы кислотного и щелочного состава (гранит, кварцевый диорит и т. д.), осадочные глины, особенно морские глубоководные. В меньшей степени — основные и ультраосновные породы (перидотит, габбро и др.).

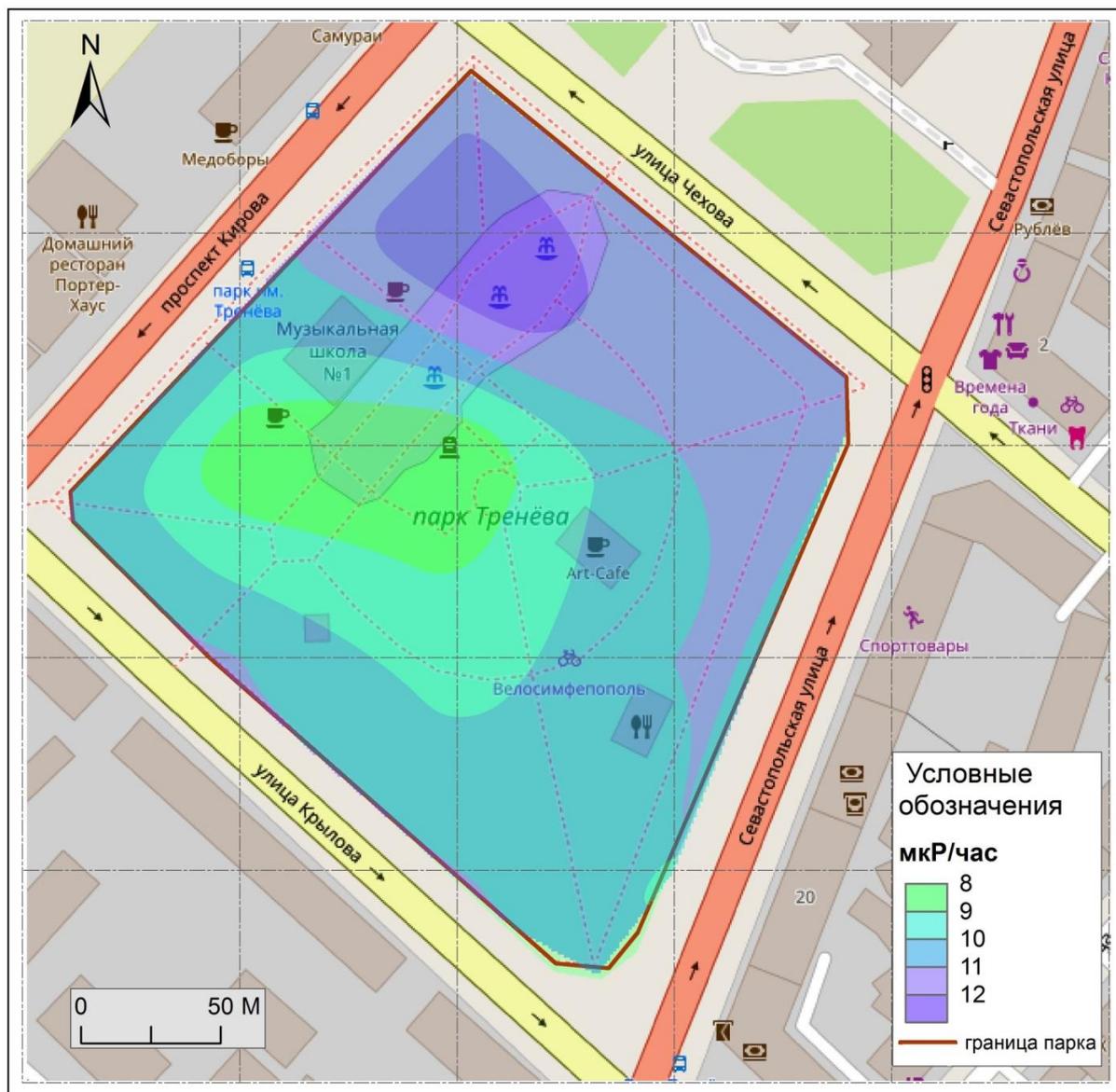


Рис. 6. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, сквер им. К. А. Тренева



Рис. 7. Центральная колоннада и памятник Тарасу Шевченко

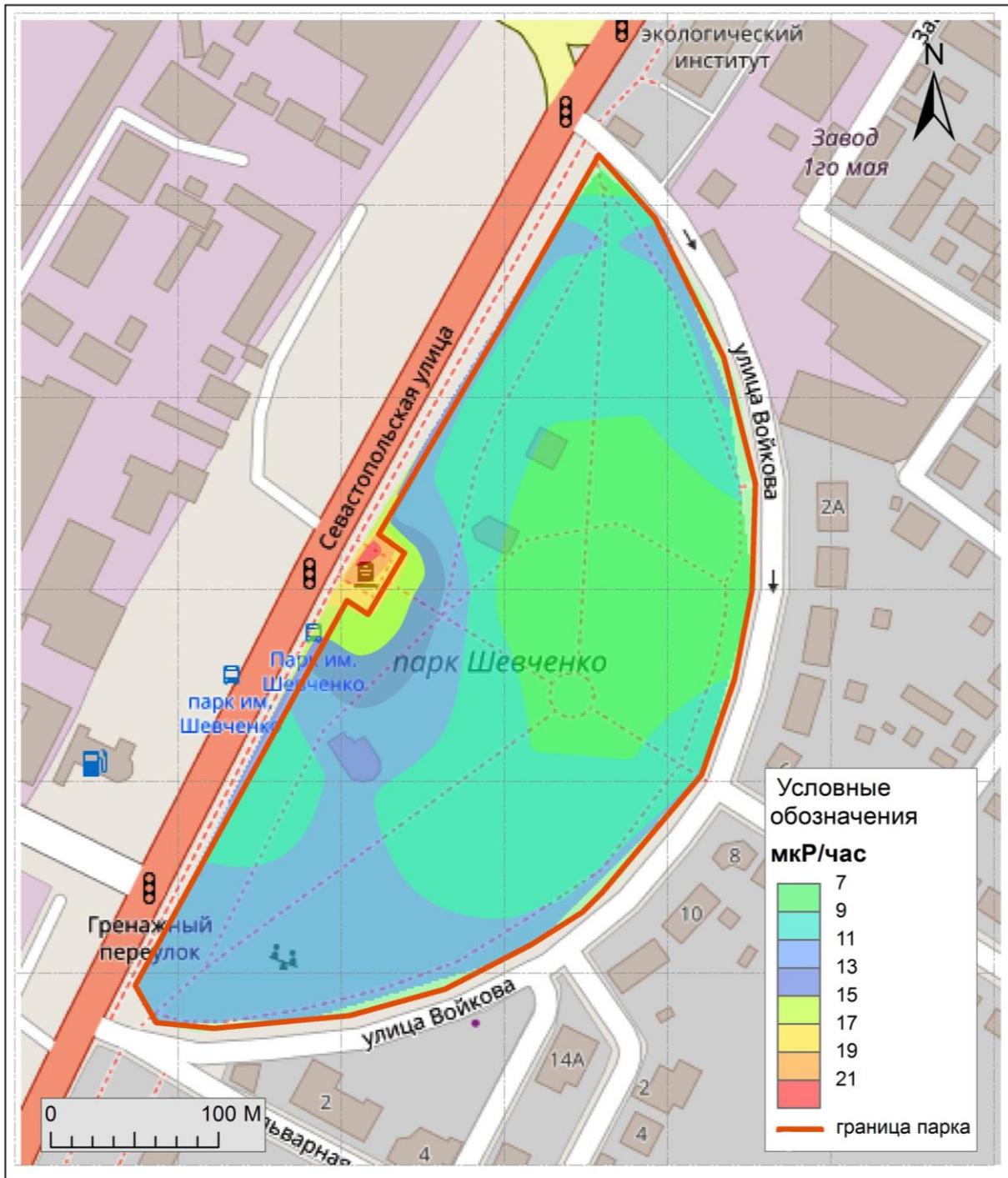


Рис. 8. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в парке им. Т. Г. Шевченко

В ходе проведения радиометрической съемки парков и скверов города Симферополя, а также оценив радиационный фон по мощности экспозиционной дозы гамма-излучения можно выявить следующие закономерности:

1. максимальная мощность экспозиционной дозы не превышает 30 мкР/час;
2. распределение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения связано с происхождением гранитных плит, а также с искусственно созданными насыпями;
3. материалы, из которых сделаны искусственные бассейны для каскада прудов, плиты для ступенек и памятники предположительно были в свое время привезены из

карьеров Украины, с существующей вероятностью отсутствия соответствующей проверки. Так как интенсивность около них достигает значений около 25–29 мкР/час.

Как известно особенно сильно излучает гранит. Уровень его излучения составляет в среднем 25–30 мкР/ч, такие показатели прибора можно было наблюдать как раз около гранитных плит памятников и ступенек. То есть, излучение от гранита хоть и превышено, но не критично. Примечательно, что при нагревании радиоактивность гранита возрастает за счет интенсификации выделения из гранита радона. Об этом нужно помнить при установке памятников в парковых зонах города и облицовке зданий.

Подводя итог проведенной работы можно сделать вывод, что радиационный фон парков и скверов города Симферополя находится в пределах допустимых значений. Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытых участках не превышает 0,3 мкЗв/час (30 мкР/час). В то же время наблюдались незначительные отклонения – скачки показателей мощности экспозиционной дозы в парке им. Ю. А. Гагарина и в парке культуры и отдыха имени Т. Г. Шевченко.

Список литературы

1. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности / В.Ф. Козлов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.
2. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Радиоэкология» / Алексашкин И.В., Горбунов Р.В. – Симферополь: ТНУ им. В.И. Вернадского, 2009. – 36 с.
3. Методические рекомендации по дозиметрическому контролю / Академия наук УССР, Министерство здравоохранения СССР; А. Косинов, М. Коваль, А.А. Адаменко и др. – К.: Здоровье, 1990. – 40 с.
4. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)». Введ. 2009-09-01 постановлением Главного государственного санитарного врача РФ №47 от 07.07.2009. – 70 с.

ASSESSMENT OF THE RADIATION BACKGROUND OF PARKS AND SQUARES OF SIMFEROPOL

Aleksashkin I.V., Kolesnik E.Y., Dubas V.V., Zaitseva E.S.

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

e-mail: aligor@rambler.com

Every year, the world community is faced with the problem of the negative impact of radiation on the environment. This is due to the continuous increase in the amount of radioactive substances of both natural and man-made origin, as a result of which the earth's ecological systems are increasingly influenced by ionizing radiation.

This work is devoted to the assessment of the radiation background of the main and frequently visited parks and squares of the city of Simferopol. To achieve this goal, the power of the exposure dose of gamma radiation was measured, resulting in the obtained average values by interpolation maps were built.

The main task of the authors was not only to conduct radiometric survey of territories and preparation of radioecological maps, but also to identify the factors of the negative impact of ionizing radiation in certain doses on human health and natural communities, as well as to identify evidence of the inevitability of the existence of ionizing radiation in nature.

Key words: radiation; background radiation; radioecological mapping; gamma radiation; flux density; exposure dose.

Поступила в редакцию 24.09.2018 г.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ, ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 549(447.9)

СУЛЬФАТЫ КАРАДАГА. ОБЗОР НАХОДОК И НОВЫЕ ДАННЫЕ

Тищенко А.И.¹, Касаткин А.В.², Шибяев Е.А.³

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

²Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН, г. Москва, Российская Федерация

³ООО Фирма «ВЕСС», г. Севастополь, Российская Федерация

e-mail: TischenkoAlex@rambler.ru

В статье описаны находки шести новых для Карадага минералов класса сульфатов – алюминита, роценита, сидеронатрита, ссомольнокита, тенардита, фельшёбаниита. Приводится морфологическое описание минералов, данные их диагностики и парагенезисов.

Ключевые слова: Карадаг; сульфаты; алюминит; роценит; сидеронатрит; ссомольнокит; тенардит, фельшёбаниит.

Введение

Несмотря на разнообразие минерального мира Карадага, сульфаты здесь в минералогической литературе описываются относительно редко и, как правило, весьма кратко. Всего ранее было отмечено пять минеральных видов – алунит, барит, гипс, натроярозит и ярозит.

Алунит $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$ указан в гидротермальных прожилково-вкрапленных сульфидных рудах Карадага (Шнюков и др., 1997). Сведений о его морфологии, химическом составе, особенностях парагенезиса в указанной работе не приведены.

Находка барита $BaSO_4$ описана в ущелье Гяур-Бах, где минерал образует зеленоватые перисто-лучистые сростки и кристаллы (Двойченко, 1914; Шкабара, 1951).

Гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ распространен в составе комплекса минералов, которые развиваются при окислении глинисто-сидеритовых конкреций, сульфидной минерализации в гидротермальных жилах, рассеянной сульфидной вкрапленности в вулканогенных породах (Тищенко, 2015).

В зонах окисления гидротермальной сульфидной минерализации натроярозит обнаружен в кварц-пирит-кальцит-цеолитовой жиле в вулканических породах хребта Карагач (Шкабара, 1951).

Ярозит $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ в виде микрокристаллических корок охристо-желтого цвета найден в липаритах г. Святая (Тищенко, 2015). Здесь предполагается его гипогенный генезис.

Методика исследований

Весной и осенью 2016–2018 гг., при проведении локальных маршрутов преимущественно по осыпям береговых склонов Карадага, были собраны гипергенные минералы, которые образуют сезонные образования на поверхности горных пород. Среди таких минералов нами впервые для Карадага констатированы алюминит, роценит, сидеронатрит, ссомольнокит, тенардит и фельшёбаниит. Также несколько расширена география находок минералов группы ярозита.

Краткие сведения о находке некоторых из указанных минералов были нами опубликованы ранее в тезисной форме (Тищенко и др., 2017).

Собранный материал изучен в лабораториях Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН (г. Москва) и Департамента наук о земле университета Падуи (г. Падуа, Италия) с применением рентгеновского (порошковая и монокристаллическая рентгенография) и микронзондового анализов, инфракрасной спектроскопии.

Результаты исследований

Алюминит $\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ обычно встречается в корах выветривания и зонах окисления рудных и нерудных (сера) месторождений, где является продуктом воздействия на алюмосиликаты сульфатных растворов, образующихся при разрушении пирита или марказита. Относительно редок в пещерах (Unspecified Caves, Venezuela; Cottonwood Cave, New Mexico, USA и др.) и как продукт сублимации вулканических возгонов (вулкан Кудрявый, остров Итуруп, Курильские острова, Россия).

В Крыму впервые минерал найден в Горностаевском проявлении серы на Керченском полуострове (Сребродольский, 1970). Здесь, в неогеновых глинах, алюминит образует белые клубнеобразные желваки, почковидные и округлые плотные или рыхлые скопления размером до 3 см, ассоциирует с гипсом, ярозитом, серой.

Также на Керченском полуострове, рыхлые конкреции алюминита наблюдались вместе с гипсом и натроярозитом в неогеновых глинах береговых обнажений у с. Юркино (Chukanov, 2005), вместе с гипсом и мелкими бледно-желтыми прозрачными кристаллами самородной серы в новом карьере глин в 5 км к северу от пгт. Ленинское (сбор И.Е. Руденко 2017 г., аналитические данные авторов).

Алюминит в ассоциации с бассанитом, гипсом, баритом, пиритом отмечен в зоне дробления терригенно-карбонатных пород копсельской свиты, которые обнажаются в береговых обрывах восточнее мыса Алчак у Судака (Грицик, Кульчечкая, 1990). Здесь уже предполагается низкотемпературный гидротермальный генезис минерала.

На Карадаге алюминит найден нами в 2016 г. В береговых обрывах восточнее биостанции, в которых обнажены среднеюрские дислоцированные флишеидные толщи аргиллитов с прослоями песчаников и алевролитов, распространены глинисто-карбонатные конкреции, их сростки и конкреционные прослои. На поверхности и по трещинам некоторых конкреций развиты гипсовые корки разной мощности (до первых сантиметров), которые пропитаны участками бурым гётитом и горчично-желтым ярозитом. В трещинах и на поверхности некоторых глинисто-карбонатных конкреций и гипсовых корок наблюдается развитие агрегатов алюминита снежно-белого цвета, которые на имеют тонковолокнистое или микрокристаллическое строение (рис. 1).

По данным микронзондового анализа, алюминит содержит (мас. %, содержание H_2O по стехиометрии): Al_2O_3 28.42, SO_3 23.80, H_2O 46.71, сумма 98.93. Он отвечает эмпирической формуле $\text{Al}_{1.9}(\text{S}_{1.03}\text{O}_4)(\text{OH})_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Волновые числа максимумов полос в ИК-спектре: 417, 493, 520, 586, 605 (пл), 630 (пл), 691, 780 (пл), 820 (пл), 902, 982, 1093, 1115 (пл), 1655 (пл), 1685, 2187, 2511, 3200 (пл), 3281, 3375, 3443, 3589 cm^{-1} .

Вероятно, здесь алюминит является продуктом взаимодействия алюмосиликатной части (гидрослюды, монтмориллонит) глинисто-карбонатных конкреций с сульфатными растворами, которые образуются при разрушении пирита, рассеянная мелкая вкрапленность которого наблюдается как в конкрециях, так и самих породах, вмещающих конкреции.



Рис. 1. Снежно-белые агрегаты алюминита в ассоциации с гипсом на поверхности глинисто-сидеритовой конкреции. Образец 6,0x5,5x3,5 см.

Натроярозит $\text{NaFe}^{3+}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ широко распространен в зоне окисления рудной (пирит) минерализации, более редок как продукт сублимации вулканических возгонов, процессов спелеогенного и техногенного минералообразования. В Крыму минерал отмечался неоднократно (Тищенко, 2015), на Карадаге – довольно давно (Шкабара, 1951) и без приведения данных о его химическом составе.

Нами натроярозит найден на Карадаге также в составе гипергенных минералов, развивающихся по глинисто-сидеритовым конкрециям в меланжированных алевролитах (средняя юра) береговых обрывов к востоку от биостанции и как продукт окисления сульфидной минерализации в метавулканитах района Кузьмичевых Камней (береговые склоны хребта Карагач).

По трещинам окисленных глинисто-сидеритовых конкреций натроярозит образует микрокристаллические горчично-желтые плотные агрегаты, ассоциирует с гипсом и алюминитом (рис. 2).



Рис. 2. Желтый натроярозит в ассоциации с гипсом в трещинах и на поверхности окисленной глинисто-карбонатной конкреции. Образец 6,0x3,8x2,6 см.

Минерал содержит, (мас. %, содержание H_2O по стехиометрии): Na_2O 7.15, Fe_2O_3 48.64, SO_3 34.10, H_2O 11.33 сумма 101.22; эмпирическая формула $\text{Na}_{1.10}\text{Fe}_{2.91}\text{S}_{2.03}\text{O}_8(\text{OH})_6$. Для натроярозита (образец из Музея природы Карадага), который образует корку в смеси с гипсом на поверхности конкреционного сидерита из алевролитов у биостанции, нами определен его химический состав. Минерал содержит (мас. %, содержание H_2O по стехиометрии): Na_2O 6.04, K_2O 1.12, Fe_2O_3 45.33, Al_2O_3

2.14, SO₃ 33.49, H₂O 11.21 сумма 99.33; эмпирическая формула Na_{0.94}K_{0.11}Fe_{2.74}Al_{0.21}S_{2.02}O₈(OH)₆.

В осыпях у Кузьмичевых Камней, в глыбах вулканогенных пород, обычны цеолит-кальцитовые жилы, некоторые из которых несут сульфидную (пирит) вкрапленность. В зоне их окисления, натроярозит развит в виде мелкозернистых горчично-желтых корок или порошковатых агрегатов. Минерал содержит (мас. %, содержание H₂O по стехиометрии): 1) Na₂O 6.42, K₂O 0.77, Fe₂O₃ 48.70, SO₃ 31.50, H₂O, 10.85 сумма 98.24; эмпирическая формула Na_{1.03}K_{0.08}Fe_{3.04}S_{1.96}O₈(OH)₆; 2) Na₂O 6.69, K₂O 0.87, Fe₂O₃ 48.43, SO₃ 33.56, H₂O 11.22, сумма 100.77; эмпирическая формула Na_{1.04}K_{0.09}Fe_{2.92}S_{2.02}O₈(OH)₆. Появление натроярозита при окислении таких жил неудивительно, учитывая развитие преимущественно натровых цеолитов (анальцим, мезолит) в ассоциации с кальцитом и пиритом. Как правило, пирит в таких жилах покрыт бурой коркой гётита или замещается гётитом полностью.

Роценит Fe²⁺SO₄·4H₂O является преимущественно продуктом окисления пирита и марказита в условиях аридного климата. Редкий в Крыму сульфат, известен на Качи-Кальоне, районе мыса Фиолент и в окрестностях Алушты (Тищенко, 2015). Нами небольшая примесь роценита установлена в агрегатах сидеронатрита бухты Актинометрическая (см. ниже). Минерал содержит (мас. %, содержание H₂O по стехиометрии): FeO 31.74, SO₃ 35.38, H₂O 31.82, сумма 98.94; эмпирическая формула Fe_{1.00}S_{1.00}O₄·4H₂O. Основные линии рентгенограммы [d, Å]: 6.86, 5.42, 4.52, 3.41, 3.20, 3.01, 2.56, 2.41, 2.28, 1.92 соответствуют роцениту.

Сидеронатрит Na₂Fe³⁺(SO₄)₂(OH)·3H₂O - малораспространенный минерал зоны окисления в условиях аридного климата богатых железом рудных и нерудных (уголь) местонахождений. Изредка сидеронатрит встречается как продукт осаждения из термальных источников.

Очень редкий в Крыму минерал (Тищенко, 2015). Найден в зоне окисления сульфидных конкреций из темно-серых аргиллитов с обильным углефицированным детритом, образующих прослой в мощной толще кварцитовидных песчаников верхней юры в береговых обрывах мыса Чобан-Кале. Здесь минерал образует рыхлые корочки бледно-желтого цвета, состоящие из спутанно-игольчатых агрегатов.

На Карадаге сидеронатрит найден в осыпях береговых склонов хребта Карагач у Кузьмичевых Камней (2017 г.) и бухты Актинометрическая (2018 г.). Минерал образует порошковатые выцветы желтого цвета в ассоциации с гипсом (Кузьмичевы Камни) и роценитом (бух. Актинометрическая) на поверхности породы, с обильной окисленной сульфидной (преобладает пирит) вкрапленностью (рис. 3).



Рис. 3. Выцветы сульфатов желтого (сидеронатрит) и белого (гипс) цвета на поверхности ожезненной породы. Образец 6,0x3,5x3,2 см. Кузьмичёвы Камни.

Минерал содержит (мас. %, содержание H₂O по стехиометрии): Na₂O 17.12, Fe₂O₃ 21.98, SO₃ 43.25, H₂O 17.15, сумма 99.50; эмпирическая формула Na_{2.03}Fe_{1.01}S_{1.99}O_{8.00}(OH)·3H₂O. Основные линии рентгенограммы крымского минерала [d, Å]: 10.24, 6.86, 5.94, 4.95, 3.60, 3.41, 3.18, 3.05, 2.71, 2.41, 2.04, 1.98, 1.92, 1.78, 1.58 аналогичны эталонному сидеронатриту.

Ссомольнокит FeSO₄·H₂O является минералом зоны окисления сульфидных месторождений. Образуется также в рудных отвалах в сильно кислотных и засушливых условиях.

Редкий в Крыму минерал (Тищенко, 2015). Найден в Бешуйском месторождение угля, где минерал в тонких трещинах смоляно-черного гагата образует корки, состоящие из тонкопластинчатых прозрачных кристаллов размером до 0.5 мм.

На Карадаге найден в 2017 г. на береговых склонах западной части Коктебельской бухты в виде рыхлых, снежно-белых порошковатых агрегатов на поверхности и по трещинам горной породы, содержащей мелкую рассеянную сульфидную вкрапленность (рис. 4).



Рис. 4. Белый порошковатый агрегат ссомольнокита на породе. Образец 2,7x2,1x1,4 см.

По данным микрозондового анализа минерал содержит (мас. %, содержание H₂O по стехиометрии): FeO 41.40, SO₃ 49.03, H₂O 10.87, сумма 101.30; эмпирическая формула Fe_{0.96}S_{1.02}O₄·H₂O. Основные линии рентгенограммы крымского минерала [d, Å]: 4.80, 3.43, 3.29, 3.10, 2.58 и 2.52 соответствуют ссомольнокиту.

Тенардит Na₂SO₄ является широко распространенным минералом современного и ископаемого галогенеза. Обычен как продукт дегидратации мирабилита, известен в зонах гипергенеза в виде эфемерных солевых корок и выцветов. Изредка встречается как гипогенный минерал (нефелиновые сиениты Вишнёвых гор, Южный Урал, Россия), как продукт деятельности фумарол в районах современного вулканизма (Везувий, Италия; Гавайские острова, США), как продукт пещерного минералообразования (Кунгурская Ледяная пещера, Пермский край, Россия; Tausoare Cave, Rodnei Mts., Romania и др.).

В Крыму тенардит широко распространен в составе комплекса минералов галогенеза (соленые озера Керченского полуострова и Присивашья); гипергенных водорастворимых новообразований в солончаках и лессовидных суглинках Степного Крыма; обычен в составе легкорастворимых соляных выцветов, образующихся в результате инсоляции и испарения вод в местах выхода на поверхность малодебитных сульфатных, гидрокарбонатно-сульфатных и гидрокарбонатно-натриевых источников (Предгорный и Горный Крым); отмечен в составе полиминеральных корок белого

цвета, которые кристаллизуются из вод грязевых вулканов Керченского полуострова (Тищенко, 2015).

На Карадаге тенардит обнаружен в 2016 г. в осыпях вулканогенных пород берегового обрыва хребта Карагач в окрестностях Кузьмичёвых Камней (рис. 5).



Рис. 5. Порошковатые агрегаты тенардита белого цвета на поверхности и по трещинам миндалекаменной вулканогенной породы. Образец 4,7x4,2x2,3 см.

Тенардит образует порошковатые агрегаты белого цвета на поверхности и по трещинам в миндалекаменной вулканогенной породы. По данным микрозондового анализа содержит (мас. %) Na_2O 43.50; SO_3 56.15, сумма 99.65; эмпирическая формула $\text{Na}_{2.00}\text{S}_{1.00}\text{O}_4$.

Фельшёбаниит $\text{Al}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ является минералом зоны окисления рудных месторождений, нерудных месторождений и пород, несущих сульфидную вкрапленность.

В Крыму минерал описан как базальюминит и известен на Керченском полуострове (Тищенко, 2015): в окрестностях с. Маяк, в зоне окисления глин среднего сармата (миоцен) в виде белых, порошковатых налетов толщиной до 3 мм на гипсовой кайме карбонатных конкреций; в зоне окисления Чекур-Кояшского месторождения серы в виде белых мелоподобных масс с полураковистым изломом (свежий) или белых глиноподобных агрегатов (выветрелый); на мысе Тархан базальюминит найден в чокракских отложениях в виде мелоподобных агрегатов в зоне окисления предположительно нескрытой серной минерализации; в Чокракской структуре базальюминит обнаружен в виде порошковатых масс белого цвета, выполняющих каверны в кавернозных органогенно-детритовых известняках; в виде округлых белых мучнистых конкреций размером до нескольких сантиметров в ассоциации с «розами» гипса найден в береговых обрывах у с. Юркино.

На Карадаге фельшёбаниит обнаружен в 2017 г. в осыпях вулканогенных пород берегового обрыва хребта Карагач в окрестностях Кузьмичёвых Камней, в окисленной глинисто-сидеритовой конкреции из аргиллитов средней юры (рис. 6).

В трещине конкреции наблюдается зональная полиминеральная корка. На черную корку оксидов марганца нарастает светло-бурая корка микрокристаллического гётита. Снежно-белые сферолиты и сферолитовые корки фельшёбаниита нарастают в свою очередь на корку гётита.

По данным микрозондового анализа крымский минерал содержит (мас. %, содержание H_2O по стехиометрии, среднее из двух анализов) Al_2O_3 45.08, SO_3 18.53, H_2O 36.42, сумма 100.03; эмпирическая формула $\text{Al}_{3.94}\text{S}_{1.03}\text{O}_4(\text{OH})_{10}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$.



Рис. 6. Ржаво-бурая корка гётита в ассоциации со снежно-белым фельшбаниитом на поверхности сидеритовой конкреции. Образец 7,0x5,2x4,2 см.

Основные линии рентгенограммы крымского минерала [d,Å(I,%)]: 9.37(100), 4.67(50), 3.67(25), 5.91(25), 6.81(20), 5.30(20), 3.43(20), 2.27(20), 1.88(20), 7.34(15), 2.19(15) соответствуют эталонному фельшбанииту.

Выводы

Гипергенные сульфаты – довольно многочисленная группа минералов, представляющая интерес и с точки зрения геохимии природных процессов. Многие сульфаты в зоне гипергенеза представлены сезонными и нестойкими в обычных атмосферных условиях образованиями, появляющимися лишь в строго определенных климатических условиях в зависимости от степени влажности среды и характера циркуляции вод.

Изученные нами минералы являются продуктами взаимодействия кислых растворов, образующихся при окислении сульфидов (пирит), с вмещающими породами и минеральными образованиями (глинисто-карбонатные конкреции) и формируются на испарительном геохимическом барьере.

Учитывая, что одной из научных задач является наиболее полное изучение составных частей природного комплекса Карадагского заповедника, в том числе и его минерального разнообразия, сбор и изучение таких минералов будет продолжен нами и в дальнейшем, что может привести, в том числе, и к увеличению числа минералов, известных на Карадаге.

Список литературы

1. Грицик В.В., Кульчецкая А.А. Первая находка бассанита в Горном Крыму // Минералог. журнал. – 1990. – Т. 12. – №4. – С. 89–91.
2. Двойченко П.А. Минералы Крыма // Записки Крымского Общества Естествоиспытателей. Симферополь, 1914. – Т. 4. – 208 с.
3. Сребродольский Б.И. Алюминит из Горностаевского серопроявления (Керченский полуостров) // Минералог. сб. Львов. ун-та. – 1970. – № 24. – Вып. 4. – С. 434–437.
4. Тищенко А.И. Минералы Крыма. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2015. – 304 с.
5. Тищенко А.И., Касаткин А.В., Шибаетов Е.А. Новые данные о минералах Карадага. Гипергенные сульфаты и их парагенезисы // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Научные исследования на заповедных территориях», посвященной 160-летию со дня рождения основателя Карадагской научной станции, доктора медицины, приват-доцента Московского университета Терентия Ивановича Вяземского, а также Году особо охраняемых природных территорий и Году

- экологии в России / под общей редакцией к.г.н. Горбунова Р.В. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. – С. 77.
6. *Шкабара М.Н.* Минералогия крымских и некоторых кавказских месторождений цеолитов. Дисс. на соискание научной степени доктора геол.-минер. наук. Харьков, 1951. – 451 с.
 7. *Шнюков Е.Ф., Щербаков И.Б., Шнюкова Е.Е.* Палеостровная дуга севера Черного моря. Киев: изд. НАН Украины, ОГМОР ННПМ, 1997. 287 с.
 8. *Chukanov Nikita V.* Minerals of the Kerch iron-ore basin in Eastern Crimea // Mineralogical Almanac. 2005. Vol. 8. p. 1 - 109.

KARADAG SULPHATES. REVIEW OF FINDINGS AND NEW DATA

Tishchenko A.I.¹, Kasatkin A.V.², Shibaev E.A.³

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

²*Fersman Mineralogical museum of Russian Academy of Science, Moscow, Russian Federation*

³*Firm «VESS», Sebastopol, Russian Federation*

e-mail: TishchenkoAlex@rambler.ru

The paper reports on the first find of several sulphate minerals in Karadag – aluminite, rozenite, sideronatrite, szomolnokite, thenardite, felsőbányaite. The above minerals were identified by microprobe analysis, X-ray diffraction and infrared spectroscopy. Data on their morphology, chemical composition and paragenesis are given.

Key words: Karadag, sulphates, aluminite, rozenite, sideronatrite, szomolnokite, thenardite, felsőbányaite.

Поступила в редакцию 10.08.2018 г.

УДК 502.4

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПАРКА «ЛИСЬЯ БУХТА – ЭЧКИДАГ»

Ключкина А.А.¹, Прокопов Г.А.²

¹ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН»,
пгт Курортное, г. Феодосия, Российская Федерация,

²Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского, г. Симферополь, Российская Федерация
e-mail: klyuchkinaaa@gmail.com

В статье представлены результаты экспедиционных исследований за 2013 – 2017 гг. антропогенной нагрузки на ландшафты для территории ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг», основанные на исследовании состояния растительных сообществ в границах парка. Подосновой исследования стала ландшафтная карта ЛРП и прилегающих к нему территорий, выполненная ранее. В результате исследования авторами были предложены карты восстановленной и современной растительности в границах исследуемого ООПТ, выполнены ординационные ряды по упрощению вертикальной структуры, изменению экологического потенциала и уменьшению увлажненности ценозов, проведена их оценка по методу бального шкалирования, выполнена карта оценки измененности растительности в границах парка, а также предоставлена итоговая карта оценки экологического состояния. Итоговая карта выполнена как объединенная карта изменения растительных сообществ для исследуемой территории и ее ландшафтной структуры. В завершении статьи приведены результирующие выводы по каждому из этапов исследования.

Ключевые слова: экологическое состояние; ландшафтно-рекреационный парк; Лисья бухта; антропогенное воздействие; экологический туризм; карта восстановленной растительности.

Введение

Территория ландшафтно-рекреационного парка (ЛРП) «Лисья бухта – Эчкидаг» несомненно, является точкой межотраслевого конфликта. С одной стороны, территорию было принято считать заповедной, ценной как в историческом аспекте, так и в целях сохранения биоразнообразия, с другой стороны это весьма крупный рекреационный центр потенциально подходящий для развития экономического благосостояния республики Крым. Есть еще и третья сторона – песчаные пляжи – источник полезных природных ресурсов, относительно доступных и слабо охраняемых.

На территории за время проведения наблюдений были отмечены и незаконная добыча песка, и несанкционированная рубка деревьев, и выпас, выгул скота, охота, рыбалка, сбор ягод и грибов и др. В границах заповедной территории были захвачены и задействованы под конную ферму земли природоохранного значения. Сейчас эти земли сильно преобразованы и уже не подлежат восстановлению.

Фермерами был также захвачен и видоизменен единственный источник пресной воды, после чего качество питьевой воды резко снизилось, а в ночное время вода переводится по трубам в единоличное пользование фермы. Такие действия несут как экологические, так и гуманитарные последствия. Кроме того, нарушается режим и так практически пересыхающего в летний период единственного водотока, что влечет к снижению подпитки водолюбивых жизненных форм раньше начала сезонной засухи, и часто приводит к их гибели. Кроме того, малый расход воды создает многочасовые очереди за право набрать воду и многие отдыхающие вынуждены приходить еще до рассвета, чтобы занять очередь на роднике. На фоне разворачивающейся картины возникает прямая необходимость в оценке экологического состояния ландшафтов современных заповедных территорий.

Материал и методы

Данные исследования были организованы при попытке выяснить группы урочищ, выявленных и картированных при более ранних исследованиях (Ключкина, 2015; Ключкина, Прокопов, 2015; Ключкина, Прокопов, 2016), получающих наибольшую антропогенную нагрузку и выявить степень их реакции на эту нагрузку.

Для выполнения этой работы был выбран метод в соответствии с методическими указаниями А.Н. Олиферова и Т.В. Бобра (Олиферов, Бобра, 2000). Методические указания разрабатывались на основе таких публикаций, как работы Авессаломовой И.А., Беручашвили Н.Л., Жучковой В.К., Бокова В.А., Карпенко С.А., Бузмакова С.А. с соавторами (Авессаломова, 1992; Беручашвили, Жучкова, 1997, Боков, Карпенко, 2010, Бузмаков, и др., 2011) и других авторов, а кроме того уже были апробированы для участка юго-восточного Крыма, занимаемого Карадагским природным заповедником и соседствующего с массивом Эчкидаг. Методика, апробированная для схожей по расположению территории, предполагает снижение ошибки в расчетах и прогнозировании.

Выбранная методика предусматривает разработку ряда тематических карт для Карадагского природного заповедника и оценку экологического состояния его ландшафтов на основании этих карт.

Результаты и обсуждения

В соответствии с методическими указаниями (Олиферов, Бобра, 2000) была составлена предварительная карта современной растительности для хребта Эчкидаг, учитывая его прилегающие территории (рис. 1) и легенда к ней (табл. 1).

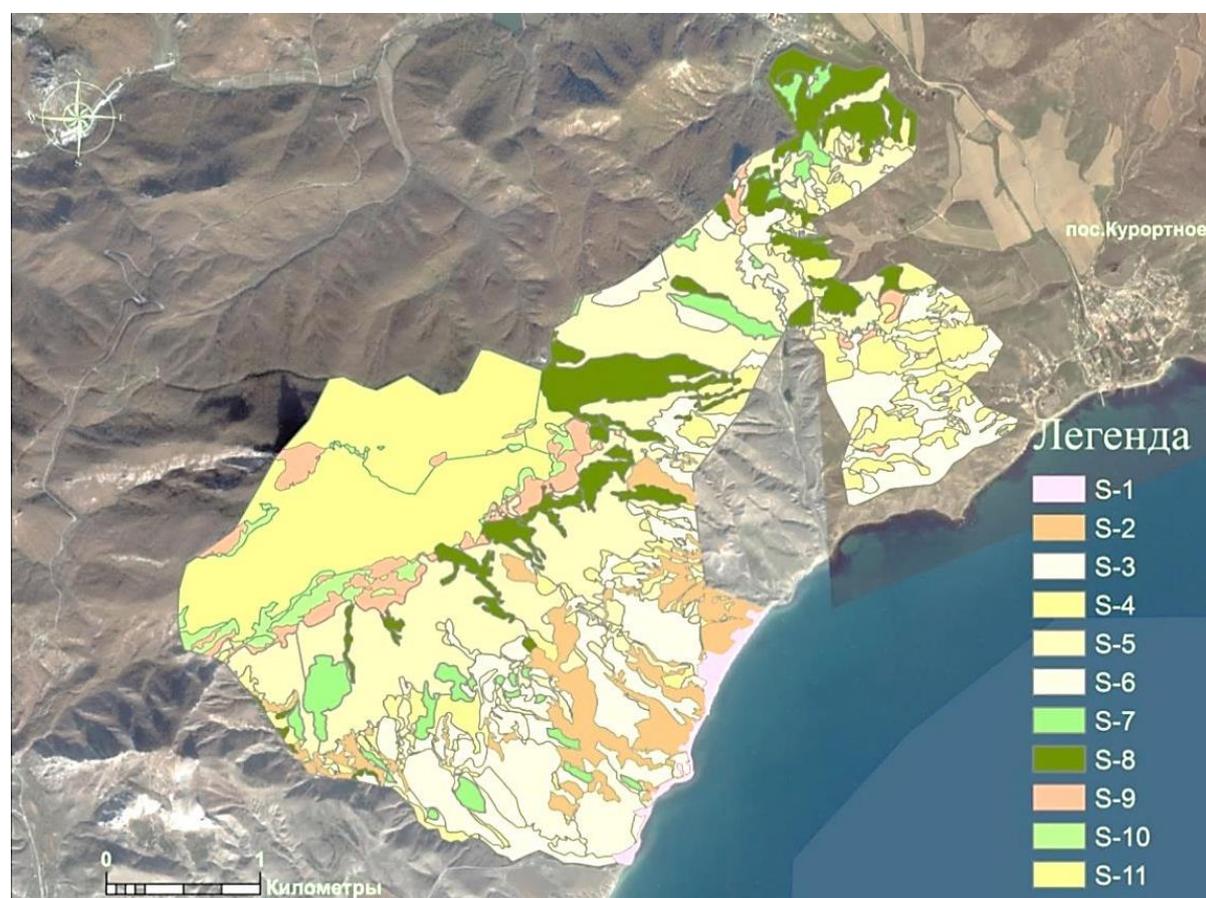


Рис. 1. Карта современной растительности ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг»

Таблица 1.

Легенда к карте современной растительности ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг»

№	Название контура
S-1	Галофитная и псамофитная растительность прибрежных территорий (каперсы, эфедра двуколосковая, кермек Гмелина, синеголовник приморский, горчица эвксинская)
S-2	Томиляры (каперсы, камфоросма, чабрецы, дубровники)
S-3	Степная растительность пролювиальных террас (злаково-типчаково-ковыльный травостой)
S-4	Саванноидная растительность (фисташка туполистная, можжевельник, злаково-типчаковый травостой)
S-5	Пушистодубово-грабинниковое редколесье (дуб пушистый, грабинник, можжевельник дельтавидный, груша лохолистная, фисташка туполистная, боярышники, скумпия)
S-6	Антропогенная растительность деградированных виноградников и в прошлом распаханых склонов (Полынь горькая, каперсы, дубровник)
S-7	Посадки сосны обыкновенной (сосна обыкновенная, дубровники, чабрец, злаки)
S-8	Пушистодубовый лес (дуб пушистый, грабинник, держидерево, жасмин кустарниковый, вздутостебелник)
S-9	Петрофитная растительность скал и осыпей (приноготовник, чабрец, дубровники, асфоделина крымская, малочай камнелюбивый и лук скальный, солнцезвезд)
S-10	Скальнодубово-ясеневое редколесье (дуб скальный, ясьень, грабинник, кизил, держидерево, скумпия)
S-11	Скальнодубово-ясеневый лес (дуб скальный, ясьень, грабинник, кизила)

Границы карты были приняты в рамках существующих границ ландшафтно-рекреационного парка «Лисья бухта – Эчкидаг». Подобное ограничение позволит сформировать базу данных конкретно в границах ЛРП и наглядно отобразить результаты исследований конкретно для территории, существующей в современных реалиях парка. Известно, что с весны 2017 года подлежали рассмотрению новые границы парка и соответствующие изменения на весну 2017 года уже были внесены в кадастровую карту ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг».

Картографирование проводилось в программе ArcGIS 10.1 и включало в себя выделение основных типов растительности по доминанту. Основой для этой работы стал космический снимок территории, взятый с ресурса SasPlanet. Такой подход позволил разделить участки степной и лесной растительности, кроме того на снимке были выделены участки на которых были произведены посадки сосны крымской, участки, где проводилась хозяйственная деятельность в предыдущие годы, определены участки с петрофитной растительностью. Границы смены типа древесной растительности определялись с помощью фациальных описаний предыдущих ландшафтных исследований (Ключкина, 2015).

При выделении прибрежной растительности использовались естественные формы рельефа и учитывались условия рельефообразования, имеющие прямое влияние на формирования типа растительности. В результате прибрежная часть была разделена на два вытянутых фрагмента: песчаные пляжи и абразионные обрывы и клифовые образования. Эти два участка имеют резкие отличия в морфологии и в типах растительности, что и использовалось при определении границ их перехода из одного в другой.

Высота Эчкидага в самой высокой его вершине 670 м, а значит южные склоны от 400 м н.у.м. можно отнести ко второму высотному поясу или средней полосе южного макросклона из мезоксерофильных и ксеромезофильных субсредиземноморских крымскососновых и неморальных скальнодубовых лесов, характеризующийся, в основном структурными формами рельефа. Этот пояс разделяется на две полосы, но исследуемая территория хребта Эчкидага попадает лишь под одну из полос. А именно в полосу скальнодубовых лесов. Третий, верхний пояс, начинающийся от 800 м н.у.м не рассматривается для горы Эчкидаг в связи с его недостаточной для этого высотой.

Я.П. Дидух предположил (Дидух, 1992), что подобное описание поясности попадает в «атлантический» или скандинаво-карпатско-балканский тип поясности О.С. Гребенщикова. Таким образом, массив Эчкидаг и прилегающие к нему территории относят к субсредиземноморской геоботанической зоне, входит в Горнокрымский ботанико-географический округ Евксинской провинции средиземноморской области и относится к Судакско-Феодосийскому геоботаническому району. Леса на территории представлены формациями дуба пушистого и можжевельника высокого с саванноидными сообществами фисташки туполистной и сосны Станкевича, а в нижнем ярусе растительный покров отражен литерально-галофитной растительностью на галечных пляжах и приморских клифовых склонах.

Выполненный сбор литературных данных и предшествующие ландшафтные исследования легли основой при воспроизведении растительного покрова массива Эчкидаг до проникновения на его территории хозяйственной деятельности человека. В соответствии с методическими указаниями (Олиферов, Бобра, 2000), была составлена карта восстановленной (или воспроизведенной) растительности в границах парка ЛРП «Лисьья бухта – Эчкидаг» (рис. 2) и легенда к ней (табл. 2).

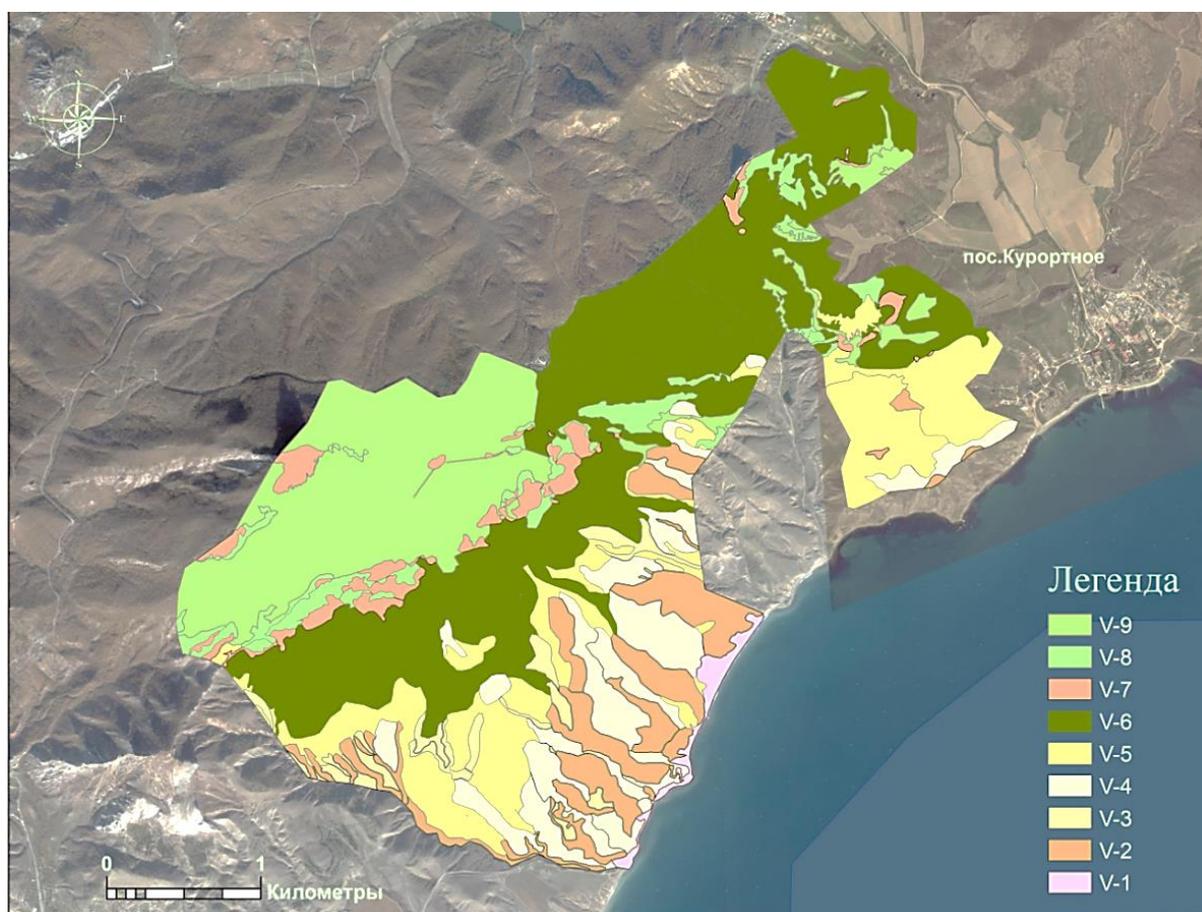


Рис. 2. Карта восстановленной растительности ЛРП Лисьья бухта – Эчкидаг»

Таблица 2.

Легенда к восстановленной карте растительности ЛРП «Лисьья бухта – Эчкидаг»

№	Название контура
V-1	Галофитная и псамофитная растительность (кермеки, селитрянка Шобера, синеголовник приморский, горчица эвксинская)
V-2	Томилляры (солянка, овсяница, эфедра двуколосковая, каперсы травянистые)
V-3	Редколесье дуб пушистый, воробейник
V-4	Степная растительность (ковыльно-злаково-овсяничная)
V-5	Саванноидная растительность (Фисташка туполистная, можжевельник высокий, злаки, овсяница)

№	Название контура
V-6	Пушистодубовые леса с кизилом, вздутостебельник двурогий
V-7	Петрофитная растительность (сонщецвет, малочай, дубровники, овсяница)
V-8	Редколесье дуб кизил, воробейник полевой и пурпурно-голубой
V-9	Лес из дуба скального, ясеня высокого (вздутостебельник двурогий)

Из литературных источников (Дидух, 1992, Клюкин, Корженевский, Щепинский, 1990; Миронова, Шатко, 2001; Природа Восточного..., 2013, Юго-восточный..., 1998, Научное обоснование..., 1998 и др.) известно, что хозяйственной освоение территории производится с раннего палеолита, о чем свидетельствуют найденные артефакты «галечной» культуры, а более планомерно и повсеместно освоение началось не более 10 тысяч лет назад. Достоверно известно, что к бронзовому веку значительный участок исследуемой территории уже был активно освоен. Допускается наличие нескольких небольших по современным меркам поселений. В основном население занималось скотоводством, виноградарством и торговлей. Учеными были обнаружены фрагменты, подтверждающие в этих местах наличие крупного порта и торгового пути Старый Крым (Салы), в то время существующего как крупная торговая столица. Эта дорога существует до сих пор и в наше время используется для пеших и вело путешествий по юго-восточному Крыму. (Клюкин, Корженевский, 1990)

Исследования Я.П. Дидука, А.А. Ключкина и В.В. Корженевского (Дидух, 1992; Клюкин, 2007; Клюкин, Корженевский, 1990; Корженевский, Клюкин, Толстых, 1983; Корженевский, Клюкин, 1984; Корженевский, 1990 и др.) помогают допустить существование коренной растительности по ее остаткам на определенных участках территории, а также по растениям-индикаторам, замещающим те ли иные виды растений. Например, фации сосны Пицунской или Судакской, приурочены к побережью моря, иногда поднимаясь по каменистым склонам до высоты 1300 м н.у.м. Учитывая высоту Делямет-Кая, на которой все еще встречаются единичные экземпляры этого вида, можно допустить, что ранее некоторые склоны были возможно даже залесены сосняками, однако доказать это нет возможности и в карту занесено не было.

В соответствии с литературными данными формации дуба пушистого, все еще существующего на исследуемой территории (рис. 2) также характерны для берегов Средиземноморья (Динесман, 1976). В Крыму формации этого вида произрастают на высоте до 750 м н.у.м. на всевозможных экспозициях, но на склонах крутизной не более 45° на сухих коричневых или коричнево-бурых почвах мощностью 20 – 80 см, подстилаемых известняками, глинистыми сланцами, песчаниками или кристаллическими породами. В своей работе Я.П. Дидух (Дидух, 1992) описывает большую часть Крымских пушистодубовых лесов как леса порослевого происхождения возрастом до 50 лет. Подобная ситуация отображается и на южных склонах Эчкидага. Леса здесь расположены вдоль балок и оврагов в верхней части южного макросклона. Хорошо выраженный кустарниковый ярус из грабинника, часто достигает высоты взрослых деревьев первого яруса, травянистый покров негустой и выражен лишь на 70%. Однако и этот показатель говорит о том, что ранее эти леса были более густыми, так как принятое проективное покрытие травянистой растительности для грабниково-пушистодубовых лесов допускается до 50 %. Формации грабникового яруса также являются индикатором для исследований. Особенности их произрастания говорят о том, что распространение грабниковых сообществ часто совпадает с распространением пушистодубовых лесов, хотя грабники более влаголюбивы и требовательны к почве. Если сухость почв повышается, грабниковые сообщества замещаются лесами из сосны Палласа или томиллярами, при достаточной для ее существования высоте над уровнем моря.

Наличие томмиляров в границах парка может свидетельствовать о наличии здесь в прошлом грабинниково-пушистодубовых лесов. Последствия массовой рубки деревьев для хозяйственных нужд вполне возможно способствовало изменению микроклиматических условий и увлажненности почв, что и привело к деградации коренной растительности до шибляковой и томмиляров.

Степи Крыма описаны достаточно подробно в ботанической литературе, где отражены закономерности размещения растительных сообществ отдельных районов, их классификация, динамика и др. Ведущими факторами дифференциации степных сообществ является изменение высоты над уровнем моря и мощности почвенного покрова. Степные сообщества массива Эчкидаг представлены на южном, юго-восточном и юго-западном склонах на остаточных поверхностях древних пролювиальных террас.

Масштабные исследования в области эволюции флоры Крыма, проведенные Я.П. Дидуком, позволили ему выделить не только типы основной растительности, но и предложить методы исследования эволюционных цепочек растительных сообществ. В своей работе (Дидух, 1992) он рассматривает изменения растительности в связи с изменениями условий среды, трансгрессией океана Тетис, аридизацией климата, нескольких ледниковых периодов, периодами горообразования и др. Дуб пушистый он соединяет гималайско-средиземноморскими генетическими связями с вечнозелеными дубами средиземноморья, найденными в раннем палеогене.

Очевидно, что интенсивная хозяйственная деятельность, природные катаклизмы несут серьезные последствия в характере растительности. Полное сведение лесов, глубокая распашка, интродукция новых растений и выпас скота формируют принципиально новые ареалы распространения видов растений. Все эти факторы не чужды для исследуемого участка и сформировали вполне определенную ценотическую структуру территории, соответствующей в настоящее время ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг». С определенной долей допущения можно уточнить степень изменения растительных сообществ относительно видового состава и его распределения в границах парка, что нами и было выполнено. Выяснив и обозначив границы восстановленной растительности, у исследователя появляется возможность проследить изменение этих границ в соответствии с фактическим данными полевых наблюдений. В достижении этой цели были составлены ординационные ряды карт современной и восстановленной растительности с равным количеством ступеней по упрощению вертикальной структуры, изменению экологического потенциала и уменьшению увлажненности ценозов, а затем каждая ступень ординационных рядов, в соответствии с учтенными показателями, оценена в баллах (табл. 3, 4).

Таблица 3.

Ординационный ряд восстановленной растительности г. Эчкидаг

№	Видовой состав (сверху вниз – упрощение вертикальной структуры)	Балл
1	Скальдубовый лес, ясень высокий, вздутостебельник двурогий	1
2	Пушистодубовые леса с кизилом, вздутостебельник двурогий	2
3	Редколесье дуб кизил, воробейник полевой и пурпурно-голубой	2
4	Редколесье дуб пушистый, воробейник	3
5	Саванноидная растительность (фисташка туполистная, можжевельник высокий, злаки)	4
6	Степная растительность (ковыль понтийский, злаки)	5
7	Галофитная и псамофитная растительность (кермеки, селитрянки Шобера, синеголовник приморский, горчица эвксинская)	6
8	Томилляры (солянка, эфедра двуколосковая, каперсы травянистые)	7
9	Петрофитная растительность (сонлещец, малочай камнелюбивый, дубровники белый обыкновенный)	7

Таблица 4.

Ординационный ряд современной растительности г.Эчкидаг

№	Видовой состав (сверху вниз – упрощение вертикальной структуры)	Балл
1	Скальнодубоваясеневый лес (дуб скальный, ясень, грабинник, кизил, вздутостебельник)	1
2	Скальнодубоваясеневое редколесье (дуб скальный, ясень, грабинник, держидерево, злаки)	2
3	Пушистодубовый лес (дуб пушистый, грабинник, держидерево, жасмин кустарниковый, вздутостебельник)	2,5
4	Пушистодубово –грабинниковое редколесье (дуб пушистый, грабинник, груша лохолистная, жасмин кустарниковый, скуппия, злаки)	2,5
5	Посадки сосны обыкновенной (сосна обыкновенная, дубровники, чабрец)	3
6	Саванноидная растительность (фисташка туполистная, можжевельник, злаково-типчаковый травостой)	4
7	Степная растительность (злаково-типчаково-ковыльный травостой)	5
8	Антропогенная растительность деградированных виноградников и в прошлом распаханых склонов (Полынь горькая, каперсы, дубровник белый и обыкновенный)	6
9	Галофитная и псамофитная растительность (кермеки, селитрянка Шобера, синеголовник приморский, горчица эвксинская)	6,5
10	Томиляры (каперсы травянистые, эфедра двуколосковая, солянка)	7
11	Петрофитная растительность скал и осыпей (приноготовники, чабрец, дубровники, малочай, солнцепет)	7

Учитывая тот факт, что растительность невулканической части Карадагского природного заповедника практически полностью совпадает с растительностью г. Эчкидага, ординационные ряды, предложенные в методических указаниях, были соответственно адаптированы и приняты в расчеты. Адаптация проходила в соблюдении в ординационных рядах последовательностей, принятых для растительности Карадага, и привлечении предложенной бальной оценки для каждой ступени ординационных рядов. Каждый из рядов соответствует легенде соответствующей карты.

В результате была составлена таблица сравнения изменения растительных сообществ (табл. 5), которая и отображает степень измененности состояния растительности в зависимости от ее типа. Чем выше значение разницы показателей – тем больше проявлена измененность растительных сообществ и, соответственно, их экологического состояния с точки зрения антропогенной преобразованности.

Таблица 5.

Таблица сравнения изменения растительности

№	Средне взвешенная площадь, занимаемая категорией восстановленной растительности, км ²	Средне взвешенная площадь, занимаемая категорией современной растительности, км ²	Разность	Оценка
1	0,01	0,0090	0,0010	I
2	0,267	0,1320	0,1350	II
3	0,298	1,2990	-1,0010	III
4	0,572	0,3170	0,2550	II
5	1,725	0,1810	1,5440	III
6	0,217	0,6180	-0,4010	III
7	1,631	1,6100	0,0210	I

Порядковый номер в представленной таблице соответствует бальной характеристике выделенных ступеней ординационных рядов (табл. 3, 4). Очевидно, что чем выше значение разности восстановленной и современной растительности, тем значительнее выражены последствия антропогенной деятельности для рассматриваемого типа восстановленной растительности.

Из данных таблицы 3 очевидна значительная разница в показателях для трех категорий таблицы 5. Это категории 3, 5 и 6 (табл. 5). Этим категориям присуждена

оценка III – сильно измененные и под нее попадают следующие пункты легенды к карте восстановленной растительности:

- 4 – Степная растительность (ковыльно-злаково-овсяничная);
- 6 – Пушистодубовые леса с кизилом, вздутостебельником двурогим;
- 7 – Петрофитная растительность (сонлещецвет, малочай, дубровники, овсяница);

Такие результаты вполне объяснимы, так как именно эти виды растительности получали наиболее интенсивную нагрузку: выпас и выгул скота, рубка деревьев, палы для сельского хозяйства, вытаптывание.

К оценке II, к мало измененным типам растительности, можно отнести категории 2 и 4 таблицы сравнения изменения современной и восстановленной растительности. Соответственно, в эту оценку попадают пункты легенды к карте восстановленной растительности:

2 – Томилляры (солянка, овсяница, эфедра двуколосковая, каперсы травянистые);

3 – Редколесье дуб пушистый, воробейник;

5 – Саванноидная растительность (Фисташка туполистная, можжевельник высокий, злаки, овсяница).

Подобный результат также вполне объясним, так как эти виды растительности относятся к сложно проходимым участкам и зачастую расположены на склонах. В таких местах сложно вести хозяйство или перемещаться.

К неизменным ландшафтам наши расчеты относят категории 1 и 7 сравнительной таблицы, категории которой соответствуют пунктам легенды к карте восстановленной растительности:

1 – Галофитная и псамофитная растительность (кермеки, селитрянка Шобера, синеголовник приморский, горчица эвксинская).

8 – Редколесье дуб, кизил, воробейник полевой и пурпурно-голубой

9 – Лес из дуба скального, ясеня высокого (вздутостебельник двурогий)

Если результаты для пунктов 8 и 9 вполне объяснимы и относительно понятны, то для 1 следует внести пояснения. Ясенево-скальнодубовые леса находятся на северном склоне Эчкидага, на склоне с хорошей увлажненностью и малой доступностью. В периоды лесозаготовок на этом участке юго-восточного Крыма лесов еще было достаточно и в более доступных, а значит и более дешевых для освоения местах. Именно этим фактом мы объясняем близкое к естественному состояние современных фитоценозов северного склона массива Эчкидаг.

Расчеты для псамофитной и галофитной растительности производились на основе фактических данных о морфологической структуре побережья и описательных данных о границах восстановленной растительности. Все остальные категории расчетной таблицы также производились по этому методу, однако лишь для этих типов растительности, территориально соответствующих клифам и пляжам в прибрежной зоне Черного моря, в результате особой динамики подстилающего субстрата, полученные данные практически идентичны для обоих контуров как для карты восстановленной, так и для карты современной растительности. Очевидно, что для этого типа растительных сообществ выбранный метод оценки нельзя считать достоверным.

На основании карты восстановленной растительности и разработанной оценочной шкалы была составлена карта оценки измененности современной растительности относительно восстановленной растительности в границах парка. Контурами для выделов послужили контуры карты восстановленной растительности (рис. 3).



Рис. 3. Карта оценки измененности восстановленной растительности в границах ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг»

Очевидна некоторая зависимость расположения двух наиболее измененных типов растительности вблизи моря и давних мест обитания человека. На основании полученных данных была составлена сводная таблица, отражающая площади для каждого из оцененных участков и их процентное соотношение. Наглядно эти данные можно видеть в диаграмме (рис. 4).

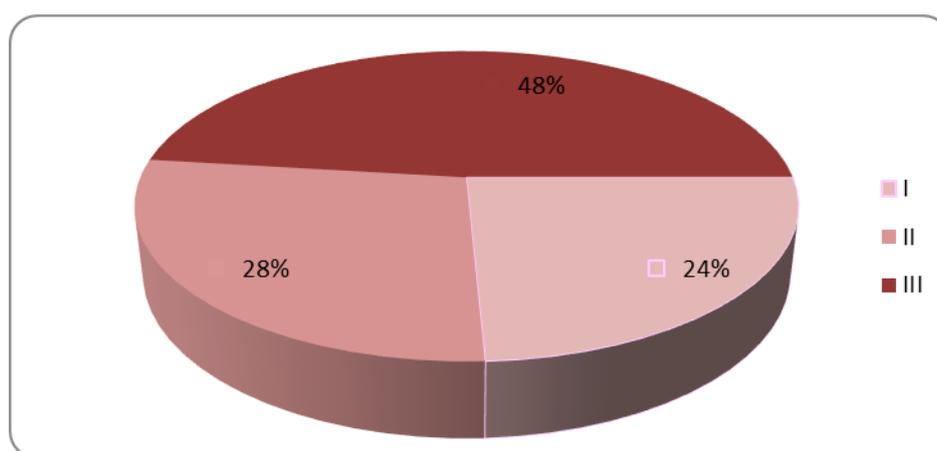


Рис. 4. Соотношение площадей, занимаемых каждой из оцененных категорий восстановленной растительности

Очевидно преобладание измененной растительности по занимаемым площадям, однако наличие мало - и неизмененных участков подтверждает статус ЛРП, как особо охраняемой территории делает эту территорию особо ценной в сохранении типичной и уникальной для юго-восточного Крыма растительности.

С целью определения наиболее измененных ландшафтов исследуемой территории следующим этапом работы становится объединение данных об измененности растительности в границах ЛРП и его ландшафтной структуры. Для этого карта, с полученными данными оценки измененности растительности, накладывается на ландшафтную карту ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг» (рис. 5).

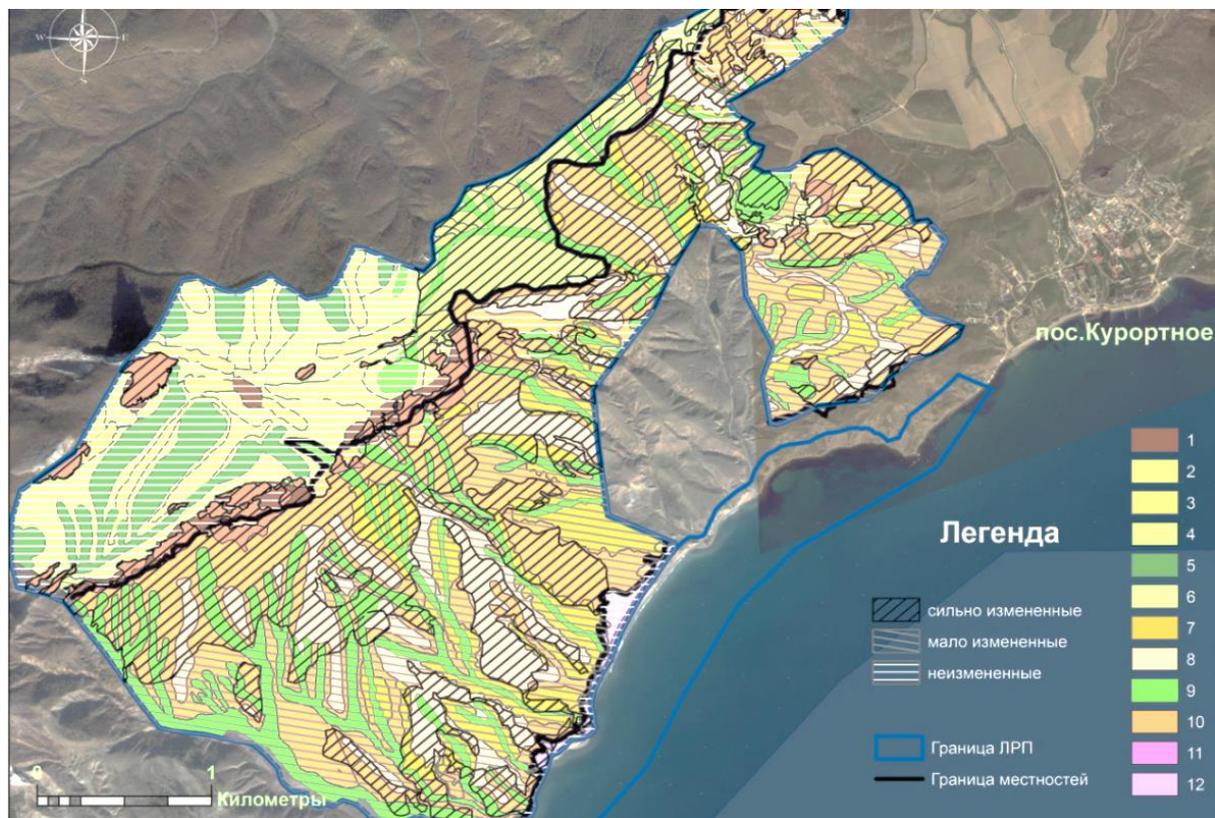


Рис. 5. Объединенная карта оценки измененности восстановленной растительности и карты ландшафтов в границах ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг»

Легенда ландшафтной карты «Лисья бухта – Эчкидаг»

Ландшафт Судакско-Меганомский. эрозионно-денудационной низкогорной равнины среднегорных хребтов, что соответствует Судакскому синклинорию, что сложен глинисто-песчаными отложениями средней и верхней юры с массивами рифовых известняков.

I – Местность среднегорных хребтов с ясенево-скальнодубовыми шибляками с участием липы сердцевидной с кустарником из грабинника, кизила со вздутостебельниково-злаковым травостоем на бурых горно-лесных почвах на глинисто-песчаных отложениях средней и верхней юры с массивами рифовых известняков.

Группы урочищ I местности:

1 – Вершины межгрядовых водоразделов с шибляками из дуба скального и участием можжевельника колючего со злаково-луговой растительностью на слаборазвитых дерново-карбонатных почвах.

2 – Вершины межбалочных водоразделов с широколиственным лесом из ясеня и дуба пушистого и кустарников из кизилово-грабинниковых сообществ и травостоем из типичных тенелюбов на бурых горно-лесных почвах.

3 – Крутые обрывы и выходы скальных пород со злаково-полукустарничковой петрофитной растительностью с участием асфоделины крымской на смытых и слаборазвитых дерново-карбонатных почвах.

4 – Склоновые поверхности межбалочных водоразделов с формациями ясеня высокого и дуба пушистого и со значительной долей участия грабинника со слабовыраженным подлеском представленным кизилом, скумпией кожевенной с тенелюбивым травянистым покровом из гравилата городского, эгонихона пурпурно-синего, пахучки обыкновенной и яснотки пятнистой на бурых горно-лесных почвах.

5 – Балки и овраги с широколиственным лесом из дубово-ясеневых и кизилово-боярышниковых сообществ с участием бирючины и бересклета бородавчатого с травостоем из типичных тенелюбов с доминированием тамуса обыкновенного, купыря лесного, герани Роберта на бурых горно-лесных почвах.

II – Местность низкогорья с господством фисташково-пушистодубовых шибляков с участием можжевельных редколесий, ксерофитно-злаковой растительностью на коричневых горных бескарбонатных слабогумусированных щебнисто-тяжелосуглинистых и легкоглинистых почвах на эрозионно-денудационной низкогорной равнине на глинисто-песчаных отложениях средней и верхней юры.

Группы урочищ II местности:

6 – Вершины межрядовых водоразделов с грабиннико-пушистодубовыми шибляками с кустарниковой растительностью из держи-дерева и шиповника со злаково-типчаковым травостоем на смытых и слабо развитых дерново-карбонатных почвах.

7 – Крутые обрывы и выходы скальных пород с полукустарничковой петрофитной растительностью из чабреца и дубровников с участием асфоделины крымской, малочая камнелюбивого и лука скального на смытых и слабо развитых дерново-карбонатных почвах.

8 – Вершины межбалочных водоразделов и древних пролювиальных террас с единичными включениями кустов боярышника и держидерева и ксерофитной степной растительностью из ковыльно-злаково-типчакового травостоя с участием эфедры двуколосковой и ассоциаций растений эфемеров и эфемероидов на карбонатных маломощных каменисто-щебнистых коричневых почвах.

9 – Балки и овраги с низкорослой древесной растительностью из дуба пушистого, фисташки туполистной, груши лохолистной, можжевельника колючего и кустарником из держидерева, жасмина кустарникового, скумпии кожевенной с остепненным злаково-типчаково-ковыльным травостоем на маломощных солонцеватых коричневых либо каменисто-щебнистых серо-коричневых почвах.

10 – Склоновые поверхности межбалочных водоразделов с фисташково-можжевельными редколесиями с участием дуба пушистого, разряженной кустарниковой растительностью из держидерева, боярышника, скумпии кожевенной и травянистым покровом из степняково-средиземноморской растительности с участием каперсов, тюльпана двулепесткового, камфоросмы марсельской и эфедры двуколосковой на слабо развитых каменисто-щебнистых маломощных карбонатных коричневых почвах в комплексе с обнажением рыхлых пород.

III – Местность абразионно-эрозионного низкогорья с галофитной и псаммофитной растительностью на смытых и слабо развитых кричневых почвах с фрагментарным присутствием засоленных дерново-карбонатных почв.

Группы урочищ III местности:

11 – Глубокие прибрежно-аквальные территории с разреженной галофитной растительностью из каперсов, колосняка кистистого, кермека Гмелина и мачка желтого на рыхлых засоленных обнажениях горных пород (бедленды).

12 – Прибрежно-аквальные территорий с представителями галофитной, псаммофитной, гигрофитной и степной растительности из синеголовника приморского, колосняка кистистого, морской горчицы эвксинской и кермека Гмелина на песчаном субстрате с фрагментарным присутствием слабо развитых засоленных дерново-карбонатных почв.

Анализ карты показал сильную измененность растительности в ландшафтах местности II: Местность низкогогорья с господством фисташково-пушистодубовых шибляков с участием можжевельных редколесий, ксерофитно-злаковой растительностью на коричневых горных бескарбонатных слабогумусированных щебнисто-тяжелосуглинистых и легкоглинистых почвах на глинисто-песчаных отложениях средней и верхней юры. Из общего объема площадей с оценкой «сильно измененные» (48%), ко второй местности приурочены 33% от этого объема. В этой местности наибольшие изменения получили группы урочищ: Вершины межбалочных водоразделов и древних пролювиальных террас с единичными включениями кустов боярышника и держидерева и ксерофитной степной растительностью из ковыльно-злаково-типчакового травостоя с участием эфедры двуколосковой и ассоциаций растений эфемеров и эфемероидов на карбонатных маломощных каменисто-щебнистых коричневых почвах; и склоновые поверхности межбалочных водоразделов с фисташково-можжевельными редколесиями с участием дуба пушистого, разряженной кустарниковой растительностью из держидерева, боярышника, скумпии кожевенной и травянистым покровом из степняково-средиземноморской растительности с участием каперсов, тюльпана двулепесткового, камфоросмы марсельской и эфедры двуколосковой на слабо развитых каменисто-щебнистых маломощных карбонатных коричневых почвах в комплексе с обнажением рыхлых пород. Это утверждение вполне объяснимо и уже отражалось выше, при разъяснении результатов оценки измененности растительности.

Выводы

В условиях постоянного роста антропогенной нагрузки в общем для всего полуострова, наблюдаются тенденции к увеличению такой нагрузки и для его ООПТ. В этой связи актуализируется необходимость изучения состояния ландшафтов заповедных территорий. Как уже оговаривалось выше, ландшафтные полевые исследования на территории ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг» стали особенно актуальны в настоящее время. Заданные для исследования задачи, в соответствии с поставленной целью, были полностью выполнены и полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего изучения степеней нагрузки на типы ландшафтов с целью сохранения их состояния и более грамотного планирования дальнейшего их использования.

Очевидна прямая зависимость расположения двух наиболее измененных типов растительности вблизи моря и давних мест обитания человека. Кроме того, проявилось преобладание измененной растительности (48%) по занимаемым площадям, однако наличие мало – (28%) и неизмененных (24%) площадей подтверждает статус ЛРП, как особо охраняемой территории и дает основание рассматривать исследуемое ООПТ действительно ценным в сохранении типичной и уникальной для юго-восточного Крыма растительности.

В результате объединения ландшафтной карты ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг» и карты оценки измененности растительности было выяснено, что наибольшее изменение получили группы урочищ второй местности, с оценкой – «сильно измененные». К этой оценке относятся следующие типы растительности этой местности: степная растительность (ковыльно-злаково-овсяничная), пушистодубовые леса с кизилом, вздутостебельником двурогим и петрофитная растительность (солнцецвет, малочай, дубровники, овсяница). Такой результат объясняется, тем, что группы урочищ второй местности расположены в наибольшей доступности и имеют значительный потенциал для освоения. Произрастающие виды растительности в этой зоне получали наиболее

интенсивную и длительную нагрузку, такую как: выпас и выгул скота, рубка деревьев, палы для сельского хозяйства и вытаптывание.

Оценка – «мало измененные» также, в преобладающем большинстве (25%), принадлежит группам урочищ, относящихся ко второй местности. Однако в основном это склоновые поверхности, примыкающие к территориям с оценкой «сильно измененные». То есть это поверхности, получавшие ненавязчивое воздействие в связи вынужденным соседством, но обладающие пониженным потенциалом к освоению, В категории этой оценки были выявлены такие типы растительности как томилляры (солянка, овсяница, эфедра двуколосковая, каперсы травянистые), редколесье из дуба пушистого и саванноидная растительность (фисташка туполистная, можжевельник высокий, злаки, овсяница).

Неизменные группы урочищ относятся к первой местности и третьей местностям. И если в первой местности такой результат такой объясним практически непроходимостью расположенных на резком северном макросклоне склоне лесов, то можно считать, что группам урочищ третьей местности дать верную оценку в рамках настоящего исследования не удалось. Объяснить такой результат можно лишь невозможностью определить границы динамически активного склона.

Таким образом, учитывая суммарное преобладание малоизмененных и неизмененных ландшафтов, экологическая оценка ландшафтов ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг» была принята, как мало измененная.

В настоящее время имеются все предпосылки для несанкционированного хозяйственного освоения этой особо охраняемой территории. В процессе строительства, прокладки коммуникаций и последующей эксплуатации данных сооружений, может произойти резкая активизация оползневых процессов. При неизбежном в ходе освоения регулировании поверхностного стока прекратится подпитка пляжей твердым материалом, сократится их ширина, увеличится интенсивность абразии. Это, в свою очередь, приведет к необратимой утрате уникальных природных ландшафтов.

Список литературы

1. *Авессаломова И.А.* Экологическая оценка ландшафтов. – М.: МГУ, 1992. – 89 с.
2. *Берущавили Н.Л., Жучкова В.К.* Методы комплексных физико-географических исследований. – М: Изд-во МГУ, 1997. - 320 с.
3. *Боков В.А., Карпенко С.А.* К методике оценки экологической ситуации // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. Серия «География» Т. 23 (62). – №3 – 2010. – С. 284-288.
4. *Бузмаков С.А. Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А.* Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» // Географический вестник, 2011. – №2. – С. 49-59.
5. *Дидух Я.П.* Растительный покров горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). – Киев: Наукова думка, 1992. - 256 с.
6. *Динесман Л.Г.* Голоценовая история биогеоценозов Русской равнины в позднем антропогене // История биогеоценозов СССР в голоцене. – М.: 1976. – С. 122–132.
7. *Клюкин А.А.* Экзогеодинамика Крыма. – Симферополь: Таврия, 2007. - 320 с.
8. *Клюкин А.А., Корженевский В.В., Щепинский А.А.* «Эчки-Даг»: Путеводитель. – Симферополь: «Таврия», 1990. – 125 с.
9. *Ключкина А.А.* Ландшафтная структура природного парка Лисья бухта – Эчкидаг // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Географы в годы войны и мира», посвященной 70-летию победы в Великой отечественной войне 1941–1945 гг. и 170-летию Русского

- географического общества в рамках XI Большого географического фестиваля. [Электронный ресурс]. – М.: Издательство «Перо», 2015. – С. 937-942. Режим доступа: <http://istina.msu.ru/conferences/10575563/> (дата обращения 18.08.2015).
10. Ключкина А.А., Прокопов Г.А. «Ландшафтно-морфологическая структура горного массива Эчкидаг» // Сборник тезисов участников I научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского». – Симферополь, ФГАОУ ВО «Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского», 2015. – 309 с. – с.283-285.
 11. Ключкина А.А., Прокопов Г.А. Оценка и анализ антропогенного воздействия на ландшафты ЛРП «Лисья бухта – Эчкидаг» // Материалы тезисов VIII Международная научно - практическая конференция «Заповедники Крыма – 2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление»: сб. научн. Трудов. – Симферополь, 2016. – С.57-59.
 12. Корженевский В.В. Синтаксономический состав растительности флишевого низкогорья юго-восточного Крыма // Биоморфоструктура и классификация растительности Крыма: Сб. науч. тр. – 1990. – С. 80-90.
 13. Корженевский В.В., Клюкин А.А. Об использовании флористической классификации для индикации растительности осыпей эрозионного низкогорья Крыма // Научн. докл. высш. шк. Биол. науки. – 1984. – №12. – С. 60-64.
 14. Корженевский В.В., Клюкин А.А., Толстых Е.А. Растительность как индикатор скорости склоновых процессов флишевого низкогорья Крыма // Экология. – 1983. – №4. – С. 24-29.
 15. Миронова Л.П., Шатко В.Г. Конспект флоры Лисьей бухты и горного массива Эчки-Даг в Юго-Восточном Крыму // Бюлл. Главного ботанического сада. –М.: Наука, 2001. – Вып. 182. – С. 64-85.
 16. Научное обоснование включения в природно-заповедный фонд Лисьей бухты с горной группой Эчки-Даг в юго-восточной Крыму // Руководители проекта Миронова Л.П., Костенко Н.С. / Феодосийская районная организация экологическое общество "Галантус". – Феодосия, 1998. – 173с.
 17. Олиферов А.Н., Бобра Т.В. Ландшафтная экология. Методическое руководство по практическим занятиям. //ред.Камыгина И.Б., ТЭУ.РИО, 2000. – 57 с.
 18. Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети / отв. ред. д.б.н. С. П. Иванов. – Киев: Изд-во, 2013. – 272 с.
 19. Юго-восточный Крым: Лисья бухта – Эчкидаг. Справочное издание / Под ред. А.А. Вронского и Л.П. Мироновой. – Севастополь, 1998. – 119 с.

EVALUATION OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE LANDSCAPE AND RECREATIONAL PARK "LISYA BUHTA – ECHKIDAG"

Klyuckina A.A.¹, Prokopov G.A.²

¹T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS, Kurortnoye,
Feodosia, Russian Federation

²Tauride Academy of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University,
Simferopol, Russian Federation
e-mail: klyuchkinaaa@gmail.com

The article presents the results of expedition research for 2013–2017. anthropogenic load on the landscapes for the territory of landscape and recreational park "Lisya buhta – Echkidag", based on a study of the state of plant communities within the boundaries of this park. The basis of the study was the landscape map of this object and adjacent territories, performed earlier. As a result of the research, the authors suggested maps of the restored and modern vegetation within the boundaries of the

protected areas, ordinance series for simplifying the vertical structure, changing the ecological potential and reducing the moisture content of cenoses, assessing them using the ball scaling method, a map for assessing the variation in vegetation within the boundaries of the park, and The final map for assessing the ecological state is also provided. The resulting map is made as a joint map of the variation of plant communities for the investigated territory and its landscape structure. At the end of the article, the resulting conclusions are presented for each stage of the study.

Key words: Ecological state; landscape-recreational Park; anthropogenic impact; ecological tourism; map of vegetation.

Поступила в редакцию 04.09.2018 г.

УДК 911.2(477.75)

ЛАНДШАФТНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ТЕРРИТОРИИ ВУЛКАНИЧЕСКОГО МАССИВА КАРАДАГ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Табунщик В.А.

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Российская Федерация
e-mail: tabunshchik@ya.ru*

В статье приводится количественная оценка ландшафтного разнообразия территории вулканического массива Карадаг и его окрестностей. В работе анализируются теоретико-методологические подходы к изучению ландшафтного разнообразия, приводится краткий обзор работ по исследуемой тематике за последние годы. В качестве количественных показателей ландшафтного разнообразия в работе используются – количество ландшафтных контуров, количество составляющих ландшафтного рисунка (количество типов ландшафтных контуров), площадь составляющих ландшафтного рисунка (типов ландшафтных контуров), площадь ландшафта (или исследуемой территории), индекс дробности, средняя площадь контуров, коэффициент сложности, среднее количество контуров на один тип местности и энтропийная мера сложности ландшафтного рисунка. Для расчета количественных показателей ландшафтного разнообразия была использована ландшафтная карта Т.В. Бобра. С помощью геоинформационных методов исследования ландшафтная карта была оцифрована и произведен подсчет площадей для каждого ландшафтного контура. Количественные расчеты показателей ландшафтного разнообразия произведены опираясь на количество ландшафтных контуров и их площадей.

Ключевые слова: Крым; Крымский полуостров; Карадаг; ландшафт; ландшафтное разнообразие.

Введение

Вулканический массив Карадаг расположен в юго-восточном Крыму между поселками городского типа Коктебель, Щebetовка и Курортное и согласно Закона Республики Крым «Об административно-территориальном устройстве Республики Крым» от 28 мая 2014 года (Закон Республики ..., 2014) находится на территории городского округа Феодосия. Изучению компонентной структуры вулканического массива Карадаг посвящена обширная литература (100 лет ..., 2015; Карадаг – 2009, 2009; Бескаравайный, 2016; Зуев, 2017; Левинсон-Лессинг, 1933; Блага, Знаменский, 2016; Антонец, Ярыш, 2017; Костенко, 2017; Природа Восточного ..., 2017; Карадаг заповедный, 2011 и др.), однако по сравнению с детально исследуемыми компонентными характеристиками природы вулканического массива Карадаг и его окрестностей имеется относительно мало сведений о его ландшафтной структуре. В монографии «Природа Карадага» (Природа Карадага, 1989) дается развернутое описание геологического строения, орогидрографии, климата, почв, растительного и животного мира, а также приводятся сведения по археологии и истории. Однако, ничего не говорится о ландшафтах массива Карадаг. Отмечается только что ландшафтная структура «разнородна» и «неповторима». Более детальные исследования ландшафтной структуры вулканического массива Карадаг приведены в более поздних работах (Ландшафтно-экологический ..., 1999; Ландшафтно-геофизические ..., 2001; Бобра, 2007 и др.), а современный этап ландшафтных исследований на Карадаге описывается в работе (Горбунов, Горбунова, 2017).

Согласно В.Г. Ене (Ена, 1960) территория вулканического массива Карадаг представлена одним ландшафтом – Карадагским древневулканическим, фриганно-лесным ландшафтом, умеренно измененным, – который относится к ландшафтам Южного берега Крыма.

Согласно Г.Е. Гришанкову (Современные ландшафты ..., 2009) территория вулканического массива Карадаг расположена в пределах низкогорного ландшафтного уровня в зоне южного макросклона гор, полусубтропических дубовых, фисташково-дубовых, можжевельново-сосновых лесов и шибляковых зарослей в низкогорном поясе дубово-фисташковых, можжевельново-сосновых лесов и шибляковых зарослей и представлена двумя окоемами (группами местностей) – эрозионным древневулканическим низкогорье с широким развитием скал с фисташково-дубовыми и дубовыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и фриганоидами и долинно-террасовым с фисташково-дубовыми и дубовыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и саванноидами.

Согласно Т.В. Бобра (Бобра, 2007) на территории вулканического массива Карадаг (рис. 1) выделяется два ландшафта – эрозионно-денудационное низкогорье, сложенное юрскими вулканическими породами (трассами, туфами, андезитами, андезито-базальтами, дацитами и т.п.) и эрозионно-денудационное низкогорье, сложенное юрскими осадочными породами (известняками, алевролитами, аргиллитами, песчаниками).

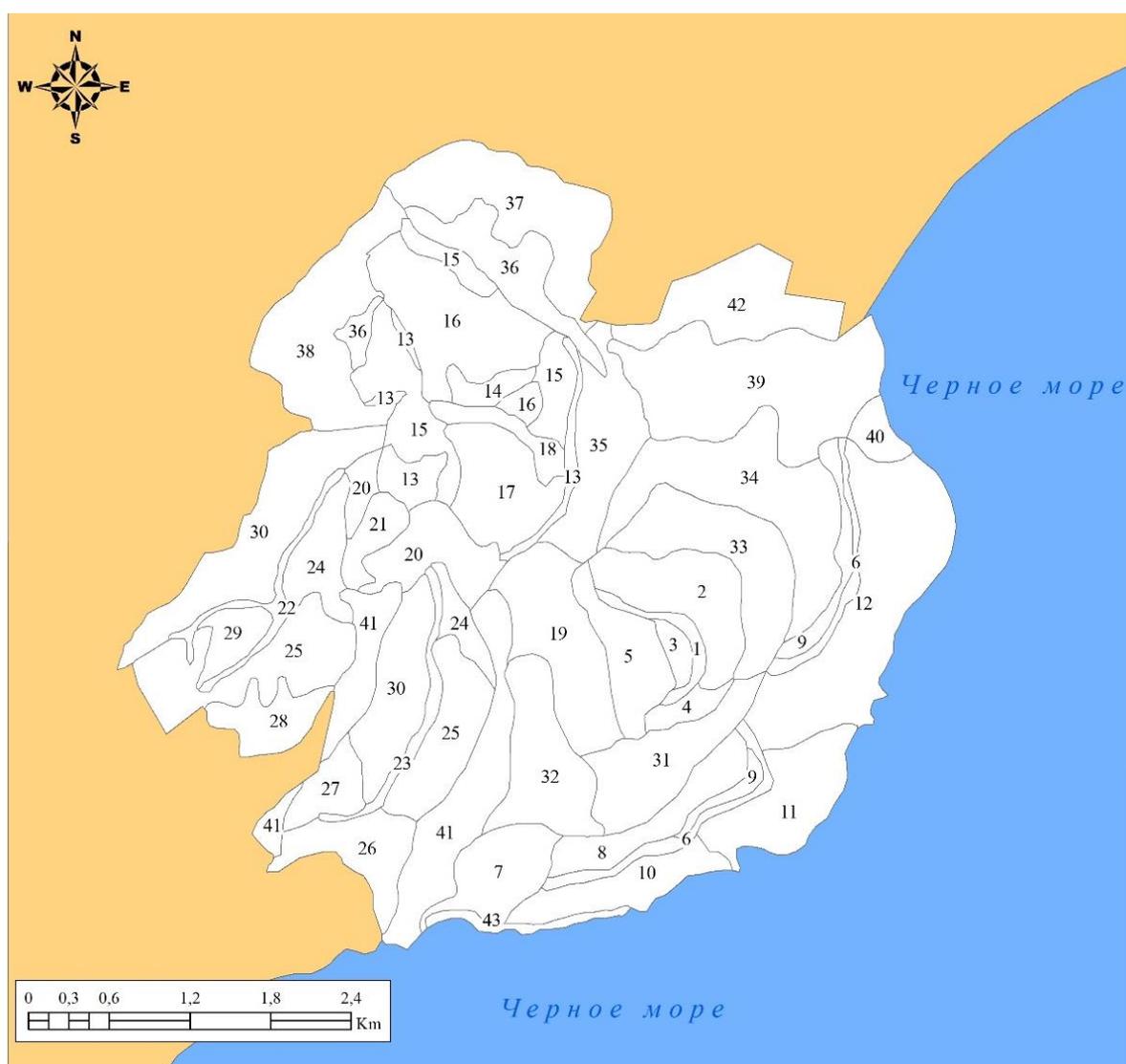


Рис. 1. Ландшафтная структура вулканического массива Карадаг, по (Бобра, 2007). Легенда представлена в (Бобра, 2007)

Первый состоит из двух поясов – пояса (выше 250–400 м над у.м.) скальнодубовых, ясенево-скапльнодубовых и грабовых лесов на бурых горно-лесных почвах, с достаточным увлажнением в течение 5–7 месяцев в году и пояса (0–250–300 м над у.м.) пушистодубовых лесов, можжевельников редколесий, томипляров и степных сообществ на горных коричневых и дерновых бескарбонатных почвах, с достаточным увлажнением в течение 4–5 месяцев в году. Второй – так же из двух поясов – пояса (выше 300–400 м) скальнодубовых, ясенево-скапльнодубовых, грабовых и пушистодубово-скапльнодубовых лесов на горных бурых лесных почвах и пояса (0–250 м над у.м.) пушистодубовых лесов, редколесий, разнотравно-злаковых степных сообществ и томилляров на горных коричневых почвах, с достаточным увлажнением в течение 4–5 месяцев в году.

Материалы и методы исследования

Активное изучение ландшафтного разнообразия началось в второй половине XX века, после формирования теоретико-методологической базы. Стоит отметить что изначально изучение ландшафтного разнообразия основывалось на качественном описании исследуемых территорий, но с развитием компьютерных технологий, геоинформационных методов исследования, активно стали применяться количественные показатели оценки ландшафтного разнообразия.

Основой исследования выступают ландшафтная карта территории вулканического массива Карадаг и его окрестностей (Бобра, 2007), которая была оцифрована и переведена в векторный формат (рис. 1) и теоретико-методологические разработки в области изучения ландшафтного разнообразия. Подробный обзор теоретических основ, подходов и методов исследования ландшафтного разнообразия приведен в ряде работ последних лет (Семенов и др., 2004; Соколов, 2014; Гродзинский, 2014; Гродзинский, 2015; Позаченюк, 2015; Позаченюк, 2017 и др.). Здесь же мы сделаем оговорку, что ландшафтное разнообразие территории вулканического массива Карадаг, в дальнейшем будет оцениваться с помощью ландшафтной карты, отражающей ландшафтное разнообразие территории, и различных расчетных показателей, количественно выражающих это разнообразие.

На территории Крымского полуострова активно исследуется ландшафтное разнообразие как всего полуострова в целом (Биологическое и ..., 1999; Позаченюк, 2015), так и его отдельных частей (Позаченюк, Агиенко, 2017; Позаченюк, Табунщик, 2017; Табунщик, 2017а; Табунщик, 2017б). Крымскими и севастопольскими учеными активно ведутся работы по изучению ландшафтного разнообразия акваторий (Попов и др., 2014).

Активно исследуется и изучается ландшафтное разнообразие в пределах особо охраняемых природных территорий, как в целом по регионам, так отдельных особо охраняемых природных территорий. Г.И. Марцинкевич исследовала ландшафтное разнообразие особо охраняемых территорий Республики Беларусь (Марцинкевич, 2015); Е.С. Каширина с соавторами – ландшафтное разнообразие природного заказника «Байдарский» (Каширина и др., 2017); Н.А. Жамурина с соавторами – ландшафтное разнообразие национального парка «Бузулукский бор» (Жамурина и др., 2014); И.А. Лавриненко – ландшафтное разнообразие особо охраняемых природных территорий Ненецкого автономного округа (Лавриненко, 2015); Г.С. Джамирзоев с соавторами – ландшафтное разнообразие биосферного резервата «Кизлярский залив» (Джамирзоев, 2016); З.В. Атаев и В.В. Братков – ландшафтное разнообразие особо охраняемых природных территорий российского Кавказа (Атаев, Братков, 2011), Н.Н. Калущкова и И.А. Снятков – ландшафтное разнообразие заповедников таежной и подтаежной зон Европейской части России (Калущкова, Снятков, 2013).

Как отмечает А.С. Викторов в работе «Рисунок ландшафта» (Викторов, 2014), основными понятиями, которые необходимы для анализа ландшафтных рисунков выступают понятие о ландшафтном контуре и понятие о составляющих ландшафтного рисунка. Одновременно с этим, А.С. Викторов не выделяет «ландшафтное разнообразие», а говорит только о характеристиках ландшафтного рисунка.

По (Викторов, 2014), ландшафтный контур – это «элемент ландшафтного рисунка, представляющий собой участок земной поверхности, соответствующий одному ПТК определенного ранга».

По (Викторов, 2014), составляющие ландшафтного рисунка (типы ландшафтного контура) – это «типологические классификационные объединения ПТК, которые составляют ландшафтный рисунок».

Помимо этого, в работах (Гродзинский, 2014; Гродзинский, 2015) подчеркивается, что расчет ландшафтного разнообразия может производиться для всей изучаемой территории сразу. М.Д. Гродзинский (Гродзинский, 2014) выделяет показатели типологического разнообразия, показатели хронологического разнообразия и показатели сложности, которые все вместе характеризуют пространственно-структурное разнообразие ландшафта.

В таблице 1 приведены основные показатели, позволяющие производить оценку ландшафтного разнообразия.

Таблица 1.

Основные показатели, характеризующие ландшафтное разнообразие, по (Викторов, 2014; Ганзей, Иванов, 2012; Гродзинский, 2014; Гродзинский, 2015; Позаченюк, 2017)

Показатель	Обозначение (формулы)
Количество ландшафтных контуров	n
Количество составляющих ландшафтного рисунка (количество типов ландшафтных контуров)	m
Площадь составляющих ландшафтного рисунка (типов ландшафтных контуров)	S_i ($i = 1, 2, \dots m$)
Площадь ландшафта (или исследуемой территории)	S
Индекс дробности	$k = \frac{n}{S}$
Средняя площадь контуров	$S_o = \frac{S}{n}$
Коэффициент сложности	$k_o = \frac{n}{S_o}$
Среднее количество контуров на один тип местности (ландшафт, исследуемую территорию)	$p = \frac{n}{m}$
Энтропийная мера сложности ландшафтного рисунка	$H = -\sum_{i=1}^m \frac{S_i}{S} \log \frac{S_i}{S}$

Основным минусом в расчетах, по показателям, которые не имеют размерности, является невозможность производить сравнительную оценку для разных территорий, на которых оценка производится по различным методикам.

Результаты и обсуждение

На основании таблицы 1, для территории вулканического массива Карадаг были рассчитаны следующие показатели – рассчитано количество ландшафтных контуров,

количество составляющих ландшафтного рисунка (количество типов ландшафтных контуров), площадь составляющих ландшафтного рисунка (типов ландшафтных контуров), площадь ландшафта (или исследуемой территории), индекс дробности, средняя площадь контуров, коэффициент сложности, среднее количество контуров на один тип местности и энтропийная мера сложности ландшафтного рисунка. Полученные результаты отражены в таблице 2.

Таблица 2.

**Показатели, характеризующие ландшафтное разнообразие территории
вулканического массива Карадаг
(составлено автором, условные обозначения приведены согласно табл. 1)**

	S	m	n	S_o	k	k_o	p	H
Эрозионно-денудационное низкогорье, сложенное юрскими вулканическими породами (трассами, туфами, андезитами, андезито-базальтами, дацитами и т.п.)								
Пояс (выше 250–400 м над у.м.) скальнодубовых, ясенево-скальнодубовых и грабовых лесов на бурых горно-лесных почвах, с достаточным увлажнением в течение 5-7 месяцев в году	0,92	4	4	0,23	4,34	17,39	1,00	0,99
Пояс (0–250–300 м над у.м.) пушистодубовых лесов, можжевельников редколесий, томиляров и степных сообществ на горных коричневых и дерновых бескарбонатных почвах, с достаточным увлажнением в течение 4-5 месяцев в году	4,22	8	10	0,42	2,37	23,80	1,25	1,90
В целом по ландшафту	5,14	12	14	0,37	2,72	37,83	1,17	2,21
Эрозионно-денудационное низкогорье, сложенное юрскими осадочными породами (известняками, алевролитами, аргиллитами, песчаниками)								
Пояс (выше 300–400 м) скальнодубовых, ясеновоскальнодубовых, грабовых и пушистодубовоскальнодубовых лесов на горных бурых лесных почвах	2,81	6	12	0,23	4,27	52,18	2,00	1,58
Пояс (0–250 м над у.м.) пушистодубовых лесов, редколесий, разнотравно-злаковых степных сообществ и томиляров на горных коричневых почвах, с достаточным увлажнением в течение 4-5 месяцев в году	15,65	25	32	0,49	2,05	65,31	1,28	3,01
В целом по ландшафту	18,46	31	44	0,42	2,38	104,76	1,41	3,22
В целом по исследуемой территории	23,60	43	58	0,41	2,46	141,46	1,34	3,52

Всего на исследуемой территории выделяется 43 составляющих ландшафтного рисунка и 58 ландшафтных контуров. Общая площадь исследуемой территории составила 23,6 кв. км, средняя площадь ландшафтного контура – 0,41 кв. км. Значение индекса дробности составляет 2,46, коэффициента сложности – 141,46, энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка – 3,52.

Для более детального рассмотрения распределения энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка исследуемая территория была разбита на квадраты размером 1 на 1 км и для каждого квадрата были произведены расчеты рассматриваемого показателя. Полученные результаты для каждого квадрата затем были интерполированы и получена карта распределения энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка для территории вулканического массива Карадаг (рис. 2).

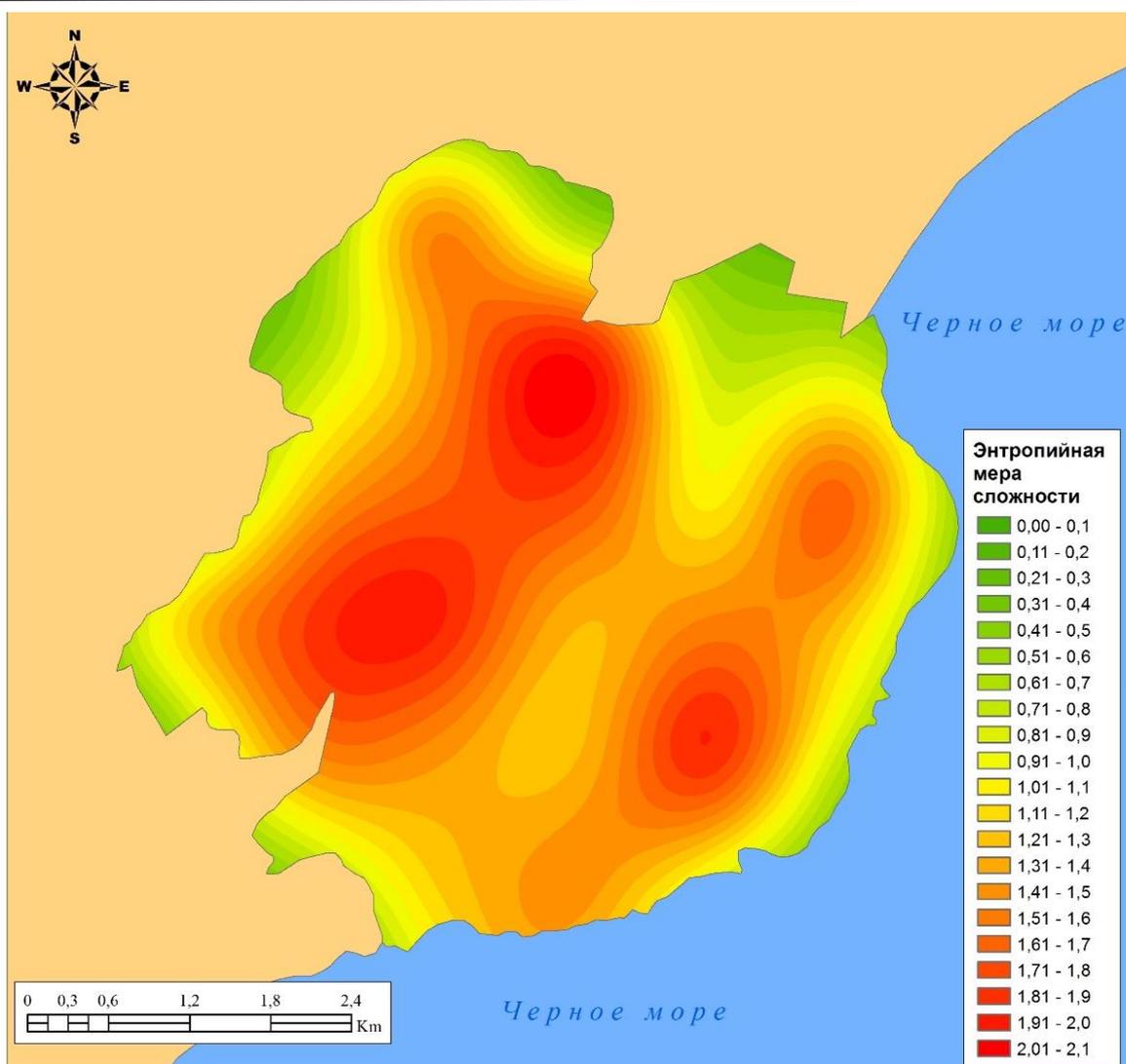


Рис. 2. Распределение энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка на территории вулканического массива Карадаг, рассчитанная по сетке квадратов 1 на 1 км (составлено автором)

Значения энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка для территории вулканического массива Карадаг колеблются от 0,3 до 2,1. Среднее значение составляет 1,3. Следует отметить что, максимальное значение показателя, рассчитанное для территории вулканического массива Карадаг, по сетке квадратов, значительно отличается от показателя, рассчитанного для всей территории вулканического массива Карадаг ранее по формулам в 1,7 раза. Таким образом наблюдается несоответствие, показывающее тот факт, что значение энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка зависит от рассматриваемой площади, по которой производятся расчеты. Этот установленный факт может свидетельствовать и выступать проявлением фундаментального принципа эмерджентности, и проявляться в виде несводимости значений показателей ландшафтного разнообразия для рассматриваемой территории в целом и ее частей (как естественно, так и искусственно выделяемых).

Выводы

На основании ландшафтной карты, для территории вулканического массива Карадаг и его окрестностей были рассчитаны показатели, количественно отображающие ландшафтное разнообразие. Исследуемая территория характеризуется

58 ландшафтными контурами и 43 составляющими ландшафтного рисунка, при площади исследуемой территории – 23,6 кв. км. Средняя площадь ландшафтного контура – 0,41 кв. км, среднее количество контуров – 1,34. Значение индекса дробности составляет 2,46, коэффициента сложности – 141,46, энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка – 3,52.

Эрозионно-денудационное низкогорье, сложенное юрскими вулканическими породами (трассами, туфами, андезитами, андезито-базальтами, дацитами и т.п.) представлено 14 ландшафтными контурами и 12 составляющими ландшафтного рисунка, при площади исследуемой территории – 5,14 кв. км. Средняя площадь ландшафтного контура – 0,37 кв. км, среднее количество контуров – 1,17. Значение индекса дробности составляет 2,72, коэффициента сложности – 37,83, энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка – 2,21.

Пояс (выше 250–400 м над у.м.) скальнодубовых, ясенево-скапьюдубовых и грабовых лесов на бурых горно-лесных почвах, с достаточным увлажнением в течение 5-7 месяцев в году представлен 4 ландшафтными контурами и 4 составляющими ландшафтного рисунка, при площади исследуемой территории – 0,92 кв. км. Средняя площадь ландшафтного контура – 0,23 кв. км, среднее количество контуров – 1,0. Значение индекса дробности составляет 4,34, коэффициента сложности – 17,39, энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка – 0,99.

Пояс (0–250–300 м над у.м.) пушистодубовых лесов, можжевеловых редколесий, томилляров и степных сообществ на горных коричневых и дерновых бескарбонатных почвах, с достаточным увлажнением в течение 4-5 месяцев в году представлен 10 ландшафтными контурами и 8 составляющими ландшафтного рисунка, при площади исследуемой территории – 4,22 кв. км. Средняя площадь ландшафтного контура – 0,42 кв. км, среднее количество контуров – 1,25. Значение индекса дробности составляет 2,37, коэффициента сложности – 23,8, энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка – 1,9.

Эрозионно-денудационное низкогорье, сложенное юрскими осадочными породами (известняками, алевролитами, аргиллитами, песчаниками) представлено 44 ландшафтными контурами и 31 составляющим ландшафтного рисунка, при площади исследуемой территории – 18,46 кв. км. Средняя площадь ландшафтного контура – 0,42 кв. км, среднее количество контуров – 1,41. Значение индекса дробности составляет 2,38, коэффициента сложности – 104,76, энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка – 3,22.

Пояс (выше 300–400 м) скальнодубовых, ясеновоскальнодубовых, грабовых и пушистодубовоскальнодубовых лесов на горных бурых лесных почвах представлен 12 ландшафтными контурами и 6 составляющими ландшафтного рисунка, при площади исследуемой территории – 2,81 кв. км. Средняя площадь ландшафтного контура – 0,23 кв. км, среднее количество контуров – 2,0. Значение индекса дробности составляет 4,27, коэффициента сложности – 52,18, энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка – 1,58.

Пояс (0–250 м над у.м.) пушистодубовых лесов, редколесий, разнотравно-злаковых степных сообществ и томилляров на горных коричневых почвах, с достаточным увлажнением в течение 4-5 месяцев в году представлен 32 ландшафтными контурами и 25 составляющими ландшафтного рисунка, при площади исследуемой территории – 15,65 кв. км. Средняя площадь ландшафтного контура – 0,49 кв. км, среднее количество контуров – 1,28. Значение индекса дробности составляет 2,05, коэффициента сложности – 65,31, энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка – 3,01.

Значения показателей энтропийной меры сложности ландшафтного рисунка, рассчитанные для всей и исследуемой территории, и ее частей, по одним и тем же

методикам, дают разные результаты. Так для всей исследуемой территории этот показатель составляет 3,52. Для отдельных поясов значения показателя колеблется от 0,99 до 3,22. Для всей территории, на основании интерполяции по сетке квадратов 1 на 1 кв. км, этот показатель составляет от 0,3 до 2,1.

Финансирование. Настоящая работа выполнена при поддержке Программы развития Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» на 2015-2024 годы в рамках реализации академической мобильности по проекту ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» «Сеть академической мобильности «ГИС-Ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов», а так же в рамках поддержанного федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» гранта «Экологические ниши и природопользование ландшафтных уровней Крымского полуострова».

Список литературы

1. *100 лет Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского: сборник научных трудов / Ред. А.В. Гаевская, А.Л. Морозова. – Симферополь: Н. Орианда, 2015. – 768 с.*
2. *Антонец Н.В., Ярыш В.Л. Особенности динамики численности диких копытных животных Карадагского заповедника // Знание. – 2017. – № 10-1 (50). – С. 35–41.*
3. *Атаев З.В., Братков В.В. Ландшафтное разнообразие особо охраняемых природных территорий российского Кавказа // Географический вестник. – 2011. – № 1. – С. 4–10.*
4. *Бескаравайный М.М. Современное состояние раритетной орнитофауны Карадагского заповедника // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2016. – Вып. 2. – С. 52–65.*
5. *Биологическое и ландшафтное разнообразие Крыма: проблемы и перспективы. – Симферополь: СОНАТ, 1999. – 180 с.*
6. *Блага Н.Н., Знаменский П.А. Морфогенез денудационных останцов горного массива Карадаг (Крым) // Теория и методы современной геоморфологии: Материалы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН, Симферополь, 3-8 октября 2016 г. / Отв. ред. Кладовщикова М.Е., Токарев С.В. – Симферополь, 2016. – Том 1. – 420 с. – С. 169–173.*
7. *Бобра Т.В. Сборник научных статей и эссе на тему организации геопространства, геоэкотонов и экотонизации (2004–2006). – Симферополь: ТНУ, 2007. – 160 с.*
8. *Викторов А.С. Рисунок ландшафта. Анализ геометрических свойств ландшафта и его практическое применение. – М.: URSS: Ленанд, 2014. – 178 с.*
9. *Горбунов Р.В., Горбунова Т.Ю. Ландшафтные исследования на Карадаге // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: материалы XII Международной ландшафтной конференции, Тюмень-Тобольск, 22-25 августа 2017 г.: в 3 т. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2017. – Т. 2. – 518 с. – С. 336–340.*
10. *Гродзинський М. Д. Виміри та показники ландшафтного різноманіття // Journal of Education, Health and Sport. – 2015. – № 5 (5). – pp. 283–291.*
11. *Гродзинський М. Д. Ландшафтна екологія. – Київ: Знання, 2014. – 550 с.*

12. Джамирозев Г.С., Атаев З.В., Идрисов И.А., Братков В.В., Балгуев Т.Р. Биологическое и ландшафтное разнообразие как основа для создания и функционирования биосферного резервата «Кизлярский залив» // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2016. – № 1 (34). – С. 85–96.
13. Ена В.Г. Физико-географическое районирование Крымского полуострова // Вестник Московского университета. Сер. 5 «География». – 1960. – №2. – С.33–43
14. Жамурина Н.А., Панина Г.А., Арзамаскова А.С. Ландшафтное разнообразие на территории национального парка «Бузулукский бор» // Успехи формирования и функционирования сети особо охраняемых природных территорий и изучение биологического разнообразия. – Костанай: Костанайский государственный педагогический институт, 2014. – С. 126–128.
15. Закон Республики Крым «Об административно-территориальном устройстве Республики Крым» от 28 мая 2014 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://crimea.gov.ru/textdoc/ru/6/act/18z.pdf> (дата обращения 20.07.2018)
16. Зуев А.В. Стационарные исследования грунтовых вод на территории Карадагского заповедника // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2017. – Том 3 (13). – Вып. 4. – С. 70–77.
17. Калуцкова Н.Н., Снятков И.А. Ландшафтное разнообразие заповедников таежной и подтаежной зон Европейской части России // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18. – № 2. – С. 616–619.
18. Карадаг – 2009: Сборник научных трудов, посвященный 95-летию Карадагской научной станции и 30-летию Карадагского природного заповедника Национальной академии наук Украины / Ред. А. В. Гаевская, А. Л. Морозова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – 572 с.
19. Карадаг заповедный: научно-популярные очерки / Под ред. А.Л. Морозовой. – Симферополь: Н. Оріанда, 2011. – 288 с.
20. Каширина Е. С., Панкеева Т. В., Панкеева А. Ю. Ландшафтное разнообразие природного заказника «Байдарский» // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: материалы XII Международной ландшафтной конференции, Тюмень-Тобольск, 22-25 августа 2017 г. : в 3 т / Под ред. К. Н. Дьяконов, К. А. Мерекалова, Т. И. Харитоновна. – Т. 2. – Издательство Тюменского государственного университета Тюмень, 2017. – С. 55–60.
21. Костенко Н.С. Удивительный и таинственный Карадаг. К 160-летию со дня рождения Т.И. Вяземского. – Симферополь: Н.Оріанда, 2017. – 88 с.
22. Лавриненко И.А. Ландшафтное разнообразие особо охраняемых природных территорий Ненецкого автономного округа // География и природные ресурсы. – 2012. – № 1. – С. 43–51.
23. Ландшафтно-геофизические условия произрастания лесов юго-восточной части горного Крыма / под ред. В. А. Бокова. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2001. – 136 с.
24. Ландшафтно-экологический стационар Карадагского природного заповедника. Вып. 1 / Под ред. А. Л. Морозовой, Ю. И. Будашкина, В. А. Бокова. – Симферополь: Таврия-Плюс, 1999. – 112 с.
25. Левинсон-Лессинг Ф. Ю., Дьяконова-Савельева Е. Н. Вулканическая группа Карадага в Крыму. – Л.: Изд-во АН СССР, 1933. – 150 с.
26. Марцинкевич Г.И. Ландшафтное разнообразие особо охраняемых территорий Республики Беларусь // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2015. – № 3 (41). – С. 56–61.

27. Позаченюк Е.А. Ландшафтное разнообразие Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И Вернадского. География. Геология. – 2015. – Т. 1. – № 4. – С. 37–50.
28. Позаченюк Е.А., Агиенко А.А. Оценка ландшафтного разнообразия Алуштинского амфитеатра // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И Вернадского. География. Геология. – 2017. – Том 3 (69). – № 2. – С. 102–116.
29. Позаченюк Е.А., Табунщик В.А. Плотность ландшафтных границ на территории Крымского полуострова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2017. – Том 3 (13). – Выпуск 3. – С. 36–47.
30. Попов М.А., Лисицкая Е.В., Поспелова Н.В. Ландшафтное и биологическое разнообразие залива Мегало-Яло (Крым, Чёрное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2014. – № 28. – С. 214–219.
31. *Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети* / [отв. ред. д.б.н. С.П. Иванов]. – К.: Изд-во, 2013. – 272 с.
32. *Природа Карадага* / Бескаравайный М.М., Костенко Н.С., Миронова Л.П. и др.; Под ред. Морозовой А.Л. и Вронского А.А. – К.: Наук. думка, 1989. – 288 с.
33. Семенов Ю.М., Снытко В.А., Суворов Е.Г., Плюснин В.М., Биличенко И.И., Загорская М.В. Ландшафтное разнообразие: теория, методы и некоторые результаты изучения // География и природные ресурсы. – 2004. – № 3. – С. 5–12.
34. *Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий* / под ред. Е.А. Позаченюк. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.
35. Соколов А.С. Ландшафтное разнообразие: теоретические основы, подходы и методы изучения // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т. 10. – № 1. – С. 208–213.
36. Табунщик В. А. Расчет коэффициента ландшафтной неоднородности Ивашутиной-Николаева для ландшафтов Джанкойского района (включая г. Джанкой) Республики Крым // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика современных географических исследований», посвященной 220-летию выдающегося русского мореплавателя, географа, вице-председателя Русского географического общества Ф.П. Литке в рамках XIII Большого географического фестиваля. – СПб: Свое издательство, 2017а. – 1069 с. – С. 139–143.
37. Табунщик В.А. Расчет простейших количественных показателей ландшафтного разнообразия Джанкойского района (включая г. Джанкой) Республики Крым // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2017» / Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. – М.: МАКС Пресс, 2017б. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. -Систем. требования: ПК с процессором 486+; Windows 95; дисковод DVD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

THE LANDSCAPE DIVERSITY OF THE TERRITORY OF THE VOLCANIC MASSIF OF KARADAG AND ITS ENVIRONS

Tabunshchyk V. A.

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

e-mail: tabunshchyk@ya.ru

In the article a quantitative assessment of the landscape diversity of the territory of the volcanic massif of Karadag and its environs are provided. The theoretical and methodological approaches to the study of landscape diversity, provides a brief overview of the research on

the subject in recent years are analyzed. The quantity of landscape contours, the number of components of the landscape pattern (the number of types of landscape contours), the area of the components of the landscape pattern (types of landscape contours), the area of the landscape (or the study area), the fragmentation index, the average area of the contours, coefficient of complexity, the average number of contours per type of terrain and the entropy measure of the complexity of the landscape pattern. For the calculation of quantitative indicators of landscape diversity, a landscape map are used. Beaver. With the help of geoinformation methods of research, the landscape map are digitized and the areas for each landscape contour were calculated. Quantitative calculations of the indicators of landscape diversity are based on the number of landscape contours and their areas.

Key words: Crimea; Crimean Peninsula; Karadag; landscape; landscape diversity.

Поступила в редакцию 30.07.2018 г.

УДК 911.2

КЛАССИФИКАЦИЯ И РУСЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛЫХ ВОДОПАДОВ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Жангоразов К.Г.

ФГБУ Росводресурсов РФ «Центр изучения, использования и охраны водных ресурсов
Кабардино-Балкарской Республики», г. Нальчик, Российская Федерация,
e-mail: irbis1961@bk.ru

Водопады играют важную роль в формировании и развитии ландшафта природно-территориальных комплексов окружающей природной среды Кабардино-Балкарии. Они являются непосредственным геопространственным природным объектом исследования, отношение к которым необходимо выстраивать через раскрытие генезиса, гидрологических особенностей, проводя классификацию водопадов. В последние годы намечается широкое вовлечение большого количества водопадов разного генезиса в рекреационную деятельность республики, усиливается антропогенная нагрузка на водопадные зоны. Для оценки влияния водопадных систем на ландшафт прилегающей территории необходимо комплексное изучение функционирования малых водопадов, включая их генезис, формы истечения и продолжительность стока, фазовое состояние потока. В данной работе предложена классификация малых водопадов территории Кабардино-Балкарии по характерным признакам и гидрологическим особенностям.

Ключевые слова: водопад; малый водопад; генезис; фазовое состояние; водный сток; внутрискально-трещинный; ландшафт.

Введение

Территория Кабардино-Балкарской Республики характеризуется уникальным географическим местоположением, где абсолютные высоты возрастают от 170 м до высочайшей вершины Европы горой Эльбрус (5642 м). Такое своеобразие рельефа территории республики в сочетании с изменяющимися по высоте различными климатическими, геологическими, гидрологическими, почвенными условиями обусловило наличие исключительно разнообразного растительного и животного миров. Кабардино-Балкария включает разнообразные формы рельефа, большую часть из которых занимают горная и предгорная зоны (рис.1), состоящие из чередования продольных хребтов и депрессионных зон.

В республике многообразный климат, характеризующийся вертикальной поясностью. На северо-востоке климат более континентальный – зимой температура здесь опускается до -30°C , а летом достигает $+40^{\circ}\text{C}$. В горной и предгорной зонах не бывает настолько резких перепадов температуры. Средняя годовая температура воздуха в горной части республики $+4^{\circ}\text{C}$, а в равнинной части $+9,7^{\circ}\text{C}$. В предгорьях же, где обыкновенно останавливаются туристы, средняя температура зимой – 4°C , а летом $+21^{\circ}\text{C}$. Осадков на равнине в год выпадает до 500 мм, а в горной местности до 1000 мм. Количество выпадающих осадков уменьшается по мере удаления от горной местности, а на северо-востоке республики количество осадков составляет 350 мм в год» (Темникова, 1959). В таких природно-климатических условиях зарождаются, существуют и исчезают такие уникальные природные объекты как водопады. Водопады Кабардино-Балкарии играют важную роль в формировании и развитии ландшафтных структур и русловых особенностей (гидрологических, гидрогеологических, экологических) прилегающих природно-территориальных комплексов окружающей природной среды. Для оценки их влияния на ландшафт прилегающей территории необходимо комплексное изучение функционирования малых водопадов, включая их генезис, формы истечения и продолжительность стока, фазовое состояние потока, характерные признаки классификации и районирования.



Рис. 1. Основные горные хребты Кабардино-Балкарии

На территории Северного Кавказа водопады имеют относительно малые расходы воды (как правило, до 4–5 м³/с, но не свыше 10 м³/с), расположенные на малых реках и ручьях, а потому являющиеся по существу «малыми» водопадами (Анахаев, 2015). Вышеизложенные положения определяют актуальность комплексного научного изучения ландшафтных структур и русловых особенностей функционирования малых водопадов, их классификации и районирования для рационального использования их в рекреационных, лечебно-оздоровительных и хозяйственных целях, как для Кабардино-Балкарии, так и всего региона.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования (фактическим материалом) являются малые водопады Кабардино-Балкарии. Влияние водопадов на ландшафтную структуру территории водопадных зон невозможно без представления гидрологии (формах истечения, фазовому состоянию потока и др.) малых водопадов. Для более углублённого изучения существования в природе этих уникальных природных объектов по результатам натурных обследований проведена классификация малых водопадов по характерным признакам и гидрологическим особенностям. Материал для исследования собран в результате полевых маршрутных обследований бассейнов основных рек Кабардино-Балкарии (Малка, Чегем, Баксан, Черек Безенгийский, Черек Балкарский) в разные времена года в период (с 2000 г по настоящее время). Проведённые камеральные работы по собранным материалам с использованием доступных фондовых (архивных) источников, научной литературы (Арсеев, 1987; Бровко, 2005; Гизатулина, 1971; Жангоразов, 2012; Лящевская, 2006; Рубан, 2012), интернет ресурсов, картографических материалов о водопадах Кабардино-Балкарии дают основание классифицировать обследованные малые водопады по генезису, высоте падения водного стока, фазовому состоянию потока и гидрологическим особенностям. Проведённые исследования по малым водопадам Кабардино-Балкарии основывались на апробированной и признанной методологии исследований ведущих отечественных и зарубежных учёных и специалистов. Разработанные методологии классификации малых водопадов обоснованы на выявленных характерных (ландшафтно-географических) признаках малых водопадов и водопадных зон, методах оценки критериев пространственной и транспортной доступности, экологического туризма, лечебно-оздоровительного использования, безопасности их посещения.

Обсуждение результатов исследований

Классификация, как принцип распределения природных объектов по какому-либо общему признаку даёт возможность выявить более глубокие и сложные взаимосвязи в природной среде и в природно-антропогенной структуре. В данной работе классификацию малых водопадов Кабардино-Балкарии предлагается проводить на основе анализа многочисленных данных натурных обследований малых водопадов, литературных источников, архивных и других информационных материалов, дающие основания для классификации малых водопадов по следующим основным признакам (рис. 2): 1) характеру происхождения (генезису) водопадов; 2) высоте падения водного стока; 3) гидрологическим особенностям (режиму истечения и продолжительности стока); 4) фазовому состоянию водного стока.

Классификация малых водопадов по вышеуказанным признакам принята, с целью более углублённого изучения влияния всей водопадной системы на ландшафты горных и предгорных территорий, экологию территории, что невозможно без знаний характера происхождения, высоты падения водного стока, гидрологических особенностей и фазового состояния потока водопада. Для того, чтобы понять влияние малых водопадов на окружающую природную среду необходимо изучить их генезис. Как показали данные натурных обследований по характеру такого объединительного признака, как происхождение, малые водопады следует разделить на малые водопады руслового (поверхностного), внутрискально-трещинного и смешанного генезисов. На происхождение всех типов малых водопадов основное влияние оказывают гидрологические особенности и виды водного стока, являясь основным компонентом в водопадной системе, «перерабатывающий», встречающиеся на своём пути скальные (полускальные) горные породы.

Малые водопады руслового (поверхностного) генезиса. Малые водопады руслового (поверхностного) генезиса возникают в местах резкого перепада продольного профиля дна русла водотока, обусловленного выходом на дневную поверхность скальных (известняки, базальт, гранит и др.) или полускальных (мергели, песчаники, брекчии, глинистые сланцы и др.) горных пород в ложе водотока. Источником питания таких малых водопадов является русловой водоток, формирующийся из поверхностного стока со всего водосборного бассейна (до створа водопада), в том числе с притоками (выходами) подземных вод, выклинивающихся на береговых склонах на всём протяжении русла водотока и его притоков. Малые водопады руслового генезиса составляют абсолютное большинство всех водопадов Кабардино-Балкарии. При этом к ним относятся практически все водопады Бокового хребта Кавказских гор и его отрогов, сложенных интрузивными горными породами (базальты, диориты, диабазы и др.). В весенне-летний период до наступления зимних морозов у подножия малых водопадов руслового (поверхностного) генезиса со свободным падением водного потока формируются «исполиновые котлы» – ямы размыва, образующиеся от динамического разрушающего воздействия на грунты основания свободно падающих единым потоком водных масс и вращающихся в водоворотном «котле» камней. В зимний период на водопадах с незначительными расходами воды, в связи со снижением дебита водного потока в нижнем бьефе начинается процесс превращения водной массы самого «исполинового котла» и водного стока в огромные ледяные глыбы, которые по мере снижения температуры воздуха, начинают «расти» в высоту, превращаясь в одну ледяную массу.

Малые водопады внутрискально-трещинного генезиса. Малые водопады внутрискально-трещинного генезиса образуются при выходе подземных внутрискально-трещинных вод в виде точечно-струящихся потоков и ручейков на вертикальную или круто-наклонную дневную поверхность трещиноватых пластов скальных (полускальных) массивов горных пород. Они составляют незначительную часть от общего числа малых водопадов Кабардино-Балкарии.

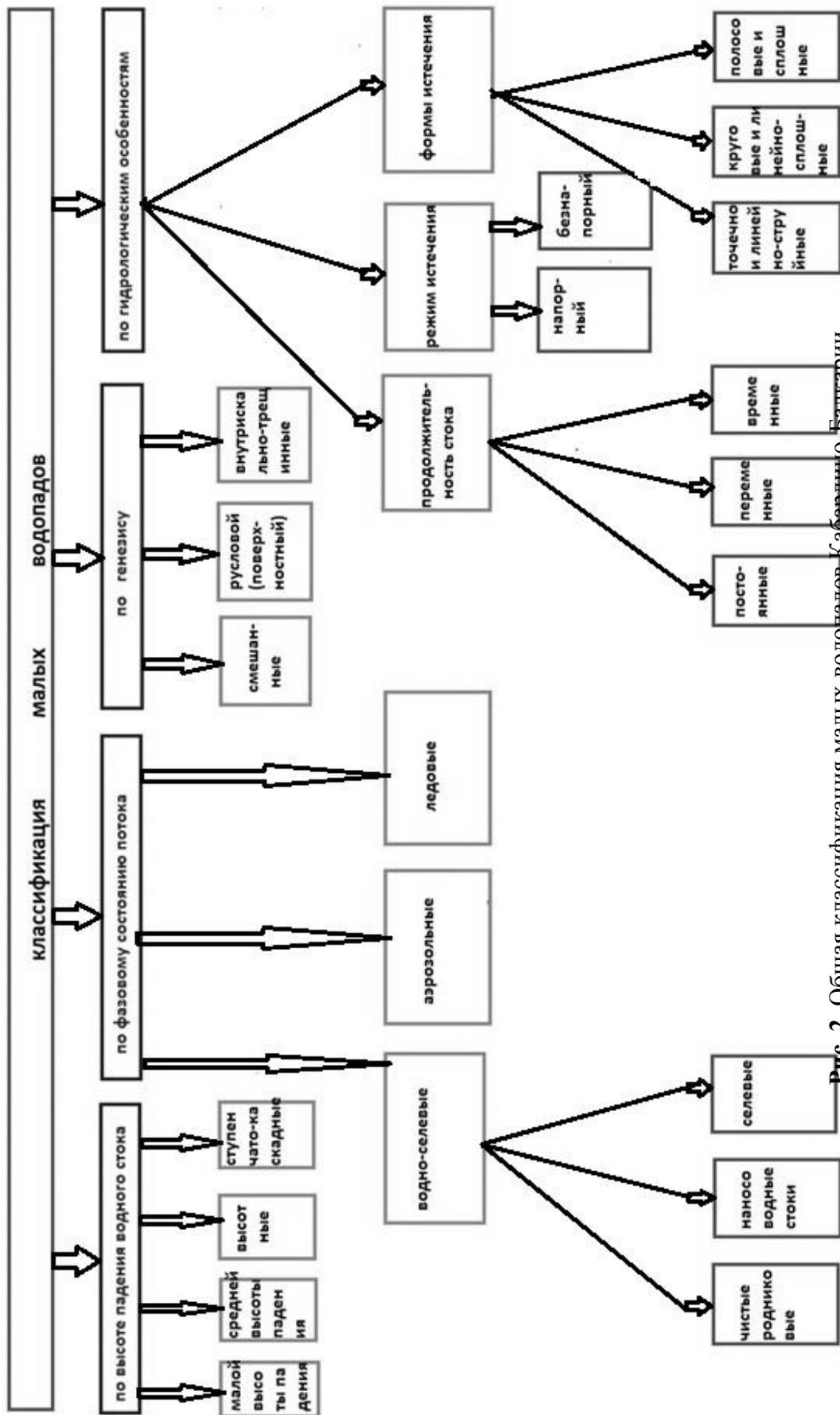


Рис. 2. Общая классификация малых водопадов Кабардино-Балкарии

Источниками питания таких водопадов являются подземные фильтрационные воды, аккумулирующиеся во внутрискальных полостях и пещерах трещиноватых и карстовых пластов, нередко простирающихся на значительные расстояния (многие километры) от места истечения водопада и подстилаемые маловодопроницаемыми породами (водоупорами). Родниковые струйки воды бывают, как напорного вида, так и безнапорного. Данный тип водопада получил преимущественное распространение на хребте Ак-кая (Скалистом хребте) и его отрогах, сложенных осадочными известковыми породами с сильно развитыми трещиноватыми и карстовыми процессами, что благоприятствует предельному насыщению их фильтрационными водами. Выклинивание последних на участках выхода указанных пластов на дневную поверхность вертикальных склонов ущелий приводит к образованию струящихся водопадов внутрискально-трещинного генезиса. В нижних бьефах таких водопадов, из-за рассредоточенности падающих водных ручейков по отдельным струйкам, а иногда и падения водного стока в виде дождевых капель, «исполиновы котлы» не образуются. В зимний период с сильными морозами водные струйки данного типа водопадов застывают в виде свисающих сосулек, а также тянущих с нижнего бьефа к верхнему единых ледяных глыб. К характерным признакам водопадов внутрискально-трещинного генезиса относятся также малые водопады, стекающие в виде неприметных, на первый взгляд, небольших струек воды тонким слоем или отдельными маленькими ручейками по ложу со скалы. В местной (балкарской) топонимике такие водотоки имеют название *агым* (Толгурова, 2013). В зимний морозный период, маленькие струйки этих водопадов постепенно превращаются в огромные сине-голубые ледяные глыбы, создавая своеобразную неповторимую красоту прилегающего природного ландшафта, что имеет большое рекреационное значение (привлекает туристов, отдыхающих и т.д.

Малые водопады смешанного генезиса. Малые водопады смешанного генезиса образуются в результате совместного низвержения (и истечения) со скальных (полускальных) горных пород руслового поверхностного водного потока и подземных внутрискально-трещинных вод из слоистых трещиноватых и закарстованных пластов в виде отдельных струй и ручейков. Водопады данного генезиса составляют незначительную часть от общего числа малых водопадов Кабардино-Балкарии и распространены, как правило на водотоках Скалистого хребта. В зимнее время основная часть водных струй находится в виде ледяных столбов. В этот период года температура водных струй, прорывающихся из скально-трещинных пластов выше температуры наружного воздуха, за счёт этого струи воды успевают прорываться наружу, через некоторое время начинается процесс превращения водных струй в ледяные столбы, нагромождения, свисающие сосули и т. п. Некоторые части ложа водопадов смешанного генезиса из-за скально-трещинных вод находится в постоянно влажном состоянии, а в зимний период с «прилипшими» ледяными глыбами. У данного вида водопадов «исполиновы котлы» не образуются.

Классификация малых водопадов по высоте падения водного стока (рис. 3). Одним из элементов определения привлекательности любого водопада является высота падения водного потока. От высоты падения водного потока зависит размер «исполинового котла» в нижнем бьефе, а также форма и размеры, распадающихся струй воды. На малых водопадах также, как и на больших наблюдаются такие явления, но в меньшей степени. Высотой руслового водопада необходимо считать высоту свободного падения от верхнего бьефа до нижнего, а в каскадно-ступенчатых водопадах, кроме общей высоты водопада выделяют также высоту падения водного потока на отдельных уступах. В зависимости от высоты падения водного потока малые водопады можно разделить на водопады малой высоты, средней высоты, высотные водопады и водопады ступенчато-каскадного падений.

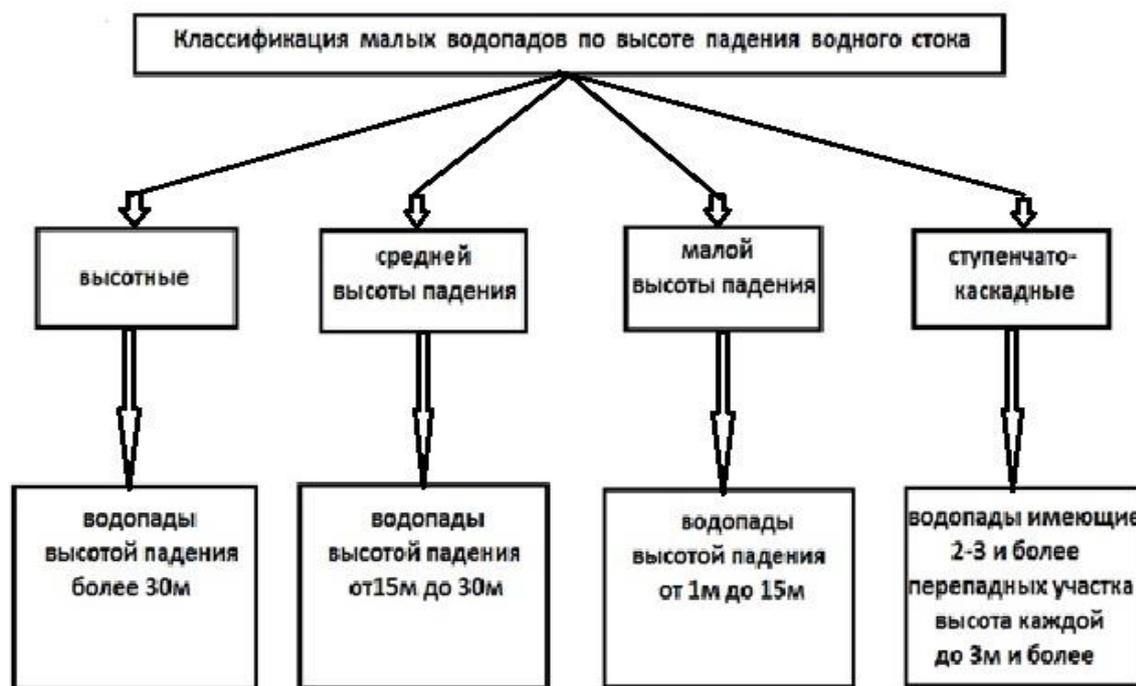


Рис. 3. Распределение водопадов по высоте падения водного стока

Малые водопады малой высоты падения. К водопадам малой высоты падения предлагается относить русловые водопады с высотой падения 1–15 м в которых сброс водного потока происходит без разрыва сплошности. Большинство таких водопадов способны преодолевать рыбы (при падении водной массы отвесно 1–1,5 м), плывущие на нерест вверх по течению. В нижнем бьефе таких водопадов образуются неглубокие «исполиновые котлы», служащие в основном как естественные «гасители» энергии водного потока и местом обитания гидрофауны реки. К данной категории также, относятся малые водопады других генезисов (внутрискально-трещинные, смешанные) со свободным падением водных масс в пределах заданных высот падения.

Малые водопады средней высоты падения. К малым водопадам средней высоты падения относятся русловые и внутрискально-трещинные водопады, в которых сброс водного потока происходит, как в виде сплошного потока, так и разрывных струйчатых форм. В нижнем бьефе таких водопадов могут образовываться «исполиновые котлы». Такие малые водопады имеют высоту падения водного потока и струй от 15 до 30 метров, их не могут преодолевать рыбы.

Малые водопады высокого падения водных масс. К малым высотным водопадам относятся водопады высотой падения более 30 м, в которых водные массы разрываются и частично превращаются в мелкокапельные воздушные аэрозоли – «водную вуаль». Водопады данной категории в основном представлены в виде руслового (поверхностного) генезиса. Дебит данных водопадов зависит от интенсивности таяния ледников, снежников и выпадающих осадков. По руслу водопадов высокого падения водных масс во время и после сильных проливных дождей в зоне водосборной площади, могут низвергаться селевые потоки, несущие густые грязекаменные потоки, которые усиленно влияют на процесс «переработки» уступа, ложа водопада и углубление «ямы размыва» в нижнем бьефе. В нижнем бьефе таких водопадов, как правило, образуются «исполиновые котлы».

Ступенчато-каскадные малые водопады. Ступенчато-каскадные малые водопады характеризуются наличием 2–3 и более ступеней, высота каждой до 3 м и более, через которые происходит сток водных масс из верхнего бьефа в нижний. Особенностью их является то, что потенциальная (высотная) энергия водных масс здесь

гасится ступенчато (дифференцированно) по длине ложа водопада. В зависимости от высоты падения в нижнем бьефе и на промежуточных уступах таких водопадов могут образовываться «исполиновые котлы», а в случаях небольших высот падения водных масс «ямы размыва» отсутствуют. Образование «исполинового котла» в промежуточных ступенях зависит от вида горных пород, их крепости, а также площади самой ступени – чем больше площадь, тем выше вероятность образования «ямы размыва».

Классификация малых водопадов по гидрологическим особенностям – режиму истечения и продолжительности стока.

При изучении малых водопадов немаловажную роль, если не основную играет гидрологическое состояние водопада. Форма истечения и продолжительность стока это два наиболее важных направления от которого иногда зависит само существование водопада и ландшафтно-геоморфологическое состояние водопадной зоны. Различные формы истечения водного потока в свою очередь зависят от прочности горной породы, подверженной сопротивлению водной эрозии, а продолжительность стока – от таких факторов как осадки, таяние снега и льда, от дебита внутрискально-трещинных вод. Немаловажную роль играет гидрохимический состав воды для анализа возможного использования её в питьевых и технических целях. Гидрохимический состав характеризует химический состав грунтов, через которые фильтруются сами водные потоки внутрискально-трещинного генезиса. Этим фактором можно воспользоваться даже при поиске полезного ископаемого. Исходя из вышеизложенного, не проводя классификацию малых водопадов по гидрологическим особенностям невозможно иметь представление о природе происхождения и процессе развития или исчезновения малых водопадов.

Режим и форма истечения малых водопадов. По результатам натурных обследований, малые водопады по гидрологическим особенностям предлагается разделить на водопады с безнапорным и напорным (артезианским) режимам истечения (рис. 4).

В ходе осмотра и фото фиксации водопадов выявлено, что к безнапорным относятся в основном русловые малые водопады с открытым поверхностным подводящим руслом в верхнем бьефе. К ним, также относятся отдельные случаи безнапорного выхода водного потока из карстовых промоин и пещер. К напорным же относятся малые водопады внутрискально-трещинного генезиса, характеризующиеся малым дебитом выхода артезианских вод, которые распространены в пределах хребта Ак-кая (Скалистого хребта) и его отрогах, сложенных водонасыщенными известковыми породами.

По форме истечения малые водопады предлагается разделить на малые водопады кругового и линейно-сплошного, точечного и линейно-струйного, полосового и сплошного истечения (рис. 5).

Малые водопады *кругового* сплошного потока образуются в русловых малых водопадах в случаях узкого, прорезанного в скальном массиве, подводящего русла в верхнем бьефе. Если же подводящее русло водопада имеет широкий порог, то формируется малый водопад *линейного* сплошного потока.

Точечно-струйные истечения образуются при выходе внутрискально-трещинных вод в виде сосредоточенных струй из отдельных мест скального массива. В случаях же расположения указанных «точек» выхода из разных участков по высоте образуется *точечно-разновысотное* струйное истечение.

При выходе внутрискально-трещинных вод из межпластовых трещин (горизонтальных, наклонных) образуются *линейно-струйные* малые водопады. Малые водопады с *полосовым* истечением образуются при выходах внутрискально-трещинных вод из отдельных раздробленных, трещиноватых пластов горных пород разной мощности, когда это наблюдается в нескольких пластах или в пласте большой мощности, то получают малые водопады с *вертикально-площадным* истечением стока.

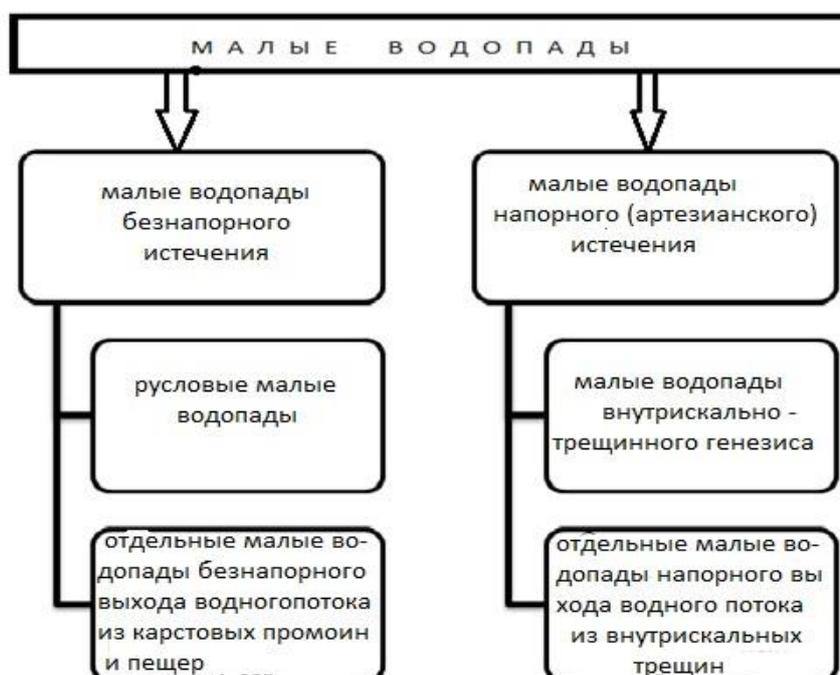


Рис. 4. Схема режима истечения малых водопадов

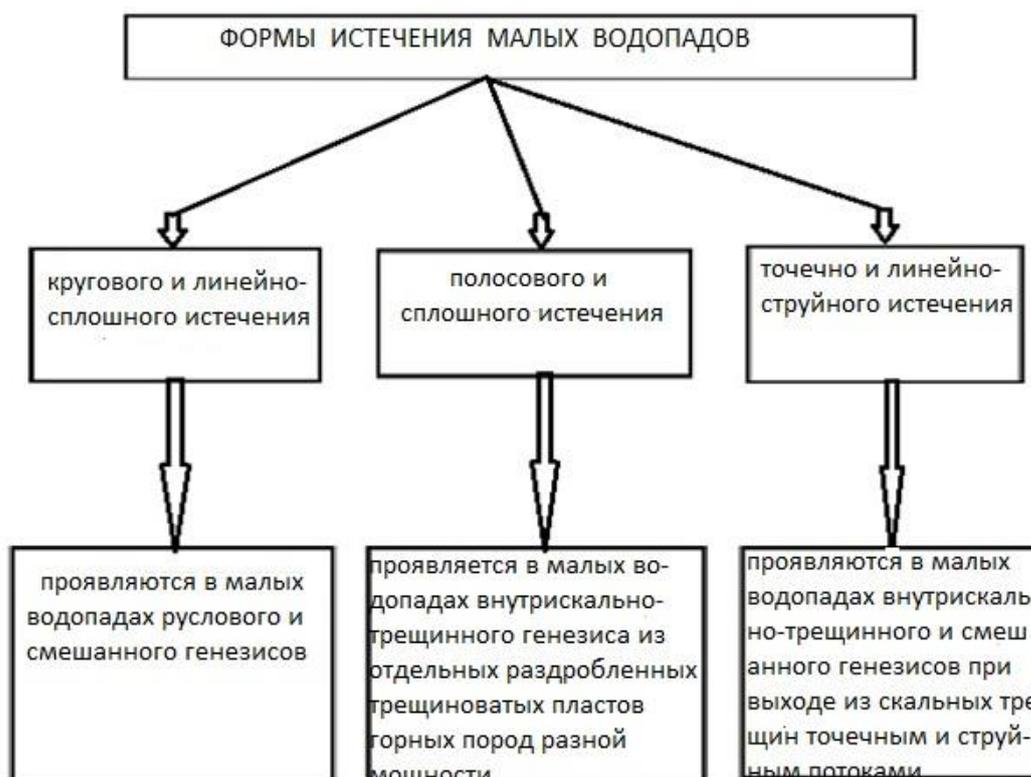


Рис. 5. Классификация форм истечения водопадов

В случаях же расположения трещиноватых и закарстованных водоносных пластов между двумя слоями водоупоров (пластов прочных скальных пород) имеет место напорное артезианское истечение (выход) воды. Рассредоточенное истечение водного потока в струящихся водопадах, как правило, близко к вертикальному падению отдельных отрывочных водных струй и капель воды. При этом, точно струящиеся водные потоки и ручейки возникают, как при напорном истечении, так и при свободном и ступенчатом стоке.

Продолжительность стока малых водопадов. Малые водопады характеризуются постоянным, переменным и временным (сезонным) продолжительностями стока водного потока (рис. 6).

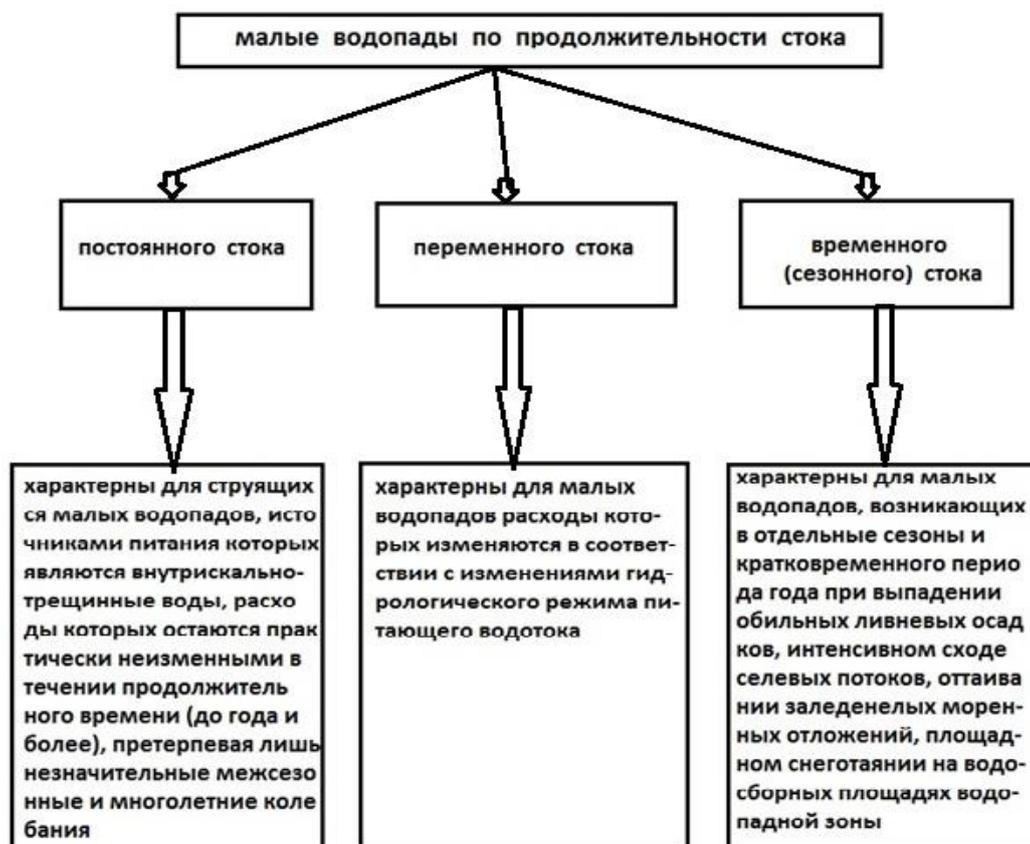


Рис. 6. Классификация водопадов по продолжительности стока

Малые водопады постоянного стока характерны для струящихся малых водопадов, источником питания которых являются внутрискально-трещинные воды, расходы которых остаются практически неизменными в течении продолжительного времени (до года и более), претерпевая лишь незначительные межсезонные и многолетние колебания. Водопады переменного стока характерны для малых водопадов, расходы которых изменяются в соответствии с изменениями гидрологического режима питающего водотока. К ним относятся практически все малые водопады руслового (поверхностного) и смешанного генезисов. Малыми водопадами временного (сезонного) стока являются малые водопады, возникающие в отдельные сезоны и кратковременные периоды года при выпадении обильных ливневых осадков, интенсивном сходе селевых потоков, оттаивании заледеленых моренных грунтов, площадном снеготаянии на водосборных площадях водопадной зоны и т.д. В остальное же время указанные малые водопады либо вообще не существуют, либо характеризуются весьма малыми расходами в связи с отсутствием водного стока по их руслам, которые находятся в сухом или полусухом состоянии (суходол).

Классификация малых водопадов по фазовому состоянию потока (рис. 7). Фазовое состояние водного стока водопада, важная составляющая водопадной системы, влияющий на общее состояние, зрелищность падения водного потока, а также на сам процесс образования и исчезновения водного объекта. При обследовании водопадов республики было зафиксировано следующее фазовое состояние потока: прозрачно чистые, мутные поверхностные, снеговые, ледовые, воздушно-капельно-аэрозольное, а также грязекаменные селевые стоки. По результатам обследований

состояния водного стока (наносному режиму) малые водопады предлагается разделить на чистые (родниковые), поверхностные (русловые, наносоводные), ледово-снеговые, воздушно-капельно-аэрозольные и селевые.



Рис. 7. Классификация водопадов по фазовому состоянию водного потока

Состав и состояние водных стоков малых водопадов (по генезису-русловых, внутрискально-трещинных, смешанных) различны. Для поверхностных (русловых) малых водопадов характерны наносоводные, селевые стоки (жидкое состояние), часть водного потока находится в воздухе в виде воздушно-капельно-аэрозольного состояния, которая частично подвергается процессу испарения (парообразное состояние) и ледовое (твёрдое) состояние. Для внутрискально-трещинных – чистые (родниковые), ледово-снеговое состояние. Для малых водопадов смешанного генезиса – чистые (родниковые), наносоводные стоки, ледово-снеговые, воздушно-капельно-аэрозольные и селевые.

Заключение

В ландшафтно-морфологическом и гидрологическом отношении образование и развитие малых водопадов Кабардино-Балкарии является в значительной степени следствием денудационных процессов комплексной высокогорной осевой зоны. В результате обработки полевых материалов и изучения литературных источников выявлены основные ландшафтно-геоморфологические структуры и русловые (гидрологические) особенности малых водопадов. Выявлены характерные признаки и впервые предложена классификация малых водопадов по таким характерным признакам, как их генезис, высота падения водного стока, режим истечения, продолжительность и фазовое состояние водного стока. Результаты предложенной классификации рекомендованы для использования при составлении баз данных и экологических

паспортов малых водопадов, формировании рекреационных зон, проектировании экологических троп и маршрутов, разработке мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности для посетителей, использующих эти природные объекты в рекреационных и лечебно-оздоровительных целях и др. Рассмотрены особенности малых водопадов с селевыми потоками, влияющими на размыв русла водотока, а также изменения геометрических параметров ям размыва в нижнем бьефе.

Список литературы

1. Арсеев Г.Т. Водопады. – Москва. Изд-во Мысль, 1987 – 127с.
2. Анахаев К.Н., Жангоразов К.Г. Гидрологические и геоморфологические особенности малых водопадов // Природообустройство – 2015. – №1 – С. 50–56.
3. Бровка П.Ф., Калинин Ю.Г., Филимонов Б.В. Мир водопадов. – Владивосток, 2005. – 183с.
4. Гизатулина А.Н. География Кабардино-Балкарии. – Нальчик. Изд-во Эльбрус, 1971. – 117с.
5. Жангоразов К.Г., Якимов А.В., Львов В.Д., Цораева Л.М. Гидрофауна в условиях водопадов Кабардино-Балкарской Республики // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием: матер.конф. – Грозный, 2012. – С. 153–156.
6. Лящевская М.С. Анализ морфометрических показателей речных долин в районах распространения водопадов (на примере ручья Еломовский) // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке – 2006. – №2. – С. 50–57.
7. Рубан Д.А. Водопады как объекты геологического наследия // Науки о земле – 2012. – С. 77–80.
8. Темникова Н.С. Климат Северного Кавказа и прилегающих степей. – Ленинград. Изд-во Гидрометеиздат, 1959 – 368с.
9. Толгурова А.З. Гаптаксальный словарь Карачаево-Балкарского языка. – Нальчик. Изд-во М. и В. Котляровых, 2013 – 184с.

CLASSIFICATION AND INSTREAM FEATURES OF SMALL WATERFALLS IN KABARDINO-BALKARIA

Zangorazov K. G.

Federal water resources Agency of the Russian Federation «Center of Study, Use and Protection of Water Resources of the Kabardino-Balkarian Republic», Nalchik, Russian Federation, e-mail: irbis1961@bk.ru

Waterfalls play an important role in the formation and development of the landscape of natural-territorial complexes of the environment of Kabardino-Balkaria. They are the direct geospatial natural object of research, the attitude to which should be built through the disclosure of Genesis, hydrological features, conducting the classification of waterfalls. In recent years, a wide involvement of a large number of waterfalls of different Genesis in the recreational activities of the Republic is planned, the anthropogenic load on the waterfall zones is increasing. To assess the impact of waterfall systems on the landscape of the surrounding area, it is necessary to study the functioning of small waterfalls, including their Genesis, flow patterns and duration, and the phase state of the flow. In this paper, the classification of small waterfalls in the territory of Kabardino-Balkaria on the characteristic features and hydrological features.

Key words: waterfall; small waterfall; genesis; phase state; water flow; inside the rock-fractured; landscape.

Поступила в редакцию 04.06.2018 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексашкин Игорь Владимирович	кандидат химических наук, доцент кафедры геоэкологии Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», aligor@rambler.ru
Артов Андрей Михайлович	младший научный сотрудник лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН», aartov06@gmail.com
Дубас Виктория Викторовна	студентка кафедры геоэкологии факультета географии, геоэкологии и туризма Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»
Жангоразов Курманбий Гитчиевич	заместитель директора, Федеральное государственное бюджетное учреждение Федерального агентства водных ресурсов РФ «Центр изучения, использования и охраны водных ресурсов Кабардино-Балкарской Республики», irbis1961@bk.ru
Зайцева Елизавета Сергеевна	студентка кафедры геоэкологии факультета географии, геоэкологии и туризма Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»
Касаткин Анатолий Витальевич	специалист, отдел научных исследований, ФГБУН «Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана» Российской Академии Наук
Ключкина Александра Алексеевна	младший научный сотрудник лаборатории ландшафтной экологии, ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН», klyuchkinaaaa@gmail.com
Клименко Николай Иванович	кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской Академии наук», klymenko.gnbs@mail.ru
Колесник Екатерина Яковлевна	научный сотрудник Института сейсмологии и геодинамики (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»
Кондратьева Елена Николаевна	лаборант лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН», celenakd@mail.ru
Корженевский Владислав Вячеславович	доктор биологических наук, профессор, заведующий лаборатории флоры и растительности ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», herbarium.47@mail.ru
Коростелева Анастасия Владимировна	АНО «ЦИСРММ «Безмятежное море», sereneseadolphins@gmail.com
Корсакова Светлана Павловна	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитомониторинга ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», korsakova2002@mail.ru
Логоминова Ирина Витальевна	младший научный сотрудник лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов, ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН», logominova@rambler.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Малахова Людмила Васильевна	кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела радиационной и химической биологии ФГБУН Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН, malakh2003@list.ru
Малахова Татьяна Владимировна	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела радиационной и химической биологии ФГБУН Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН, t.malakhova@imbr-ras.ru
Мальцев Владимир Иннокентьевич	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН», maltsev1356@gmail.com
Постникова Анастасия Николаевна	АНО «ЦИСРММ «Безмятежное море», sereneseadolphins@gmail.com
Потапенко Ирина Леонидовна	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН», ira_potapenko@mail.ru
Прокопов Григорий Анатольевич	старший преподаватель кафедры геоэкологии факультета географии, геоэкологии и туризма Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»
Смирнова Юлия Дмитриевна	кандидат биологических наук, пенсионер, julia.karadag@gmail.com
Табунщик Владимир Александрович	аспирант, старший лаборант кафедры физической географии, океанологии и ландшафтоведения факультета географии, геоэкологии и туризма Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», tabunshchik@ya.ru
Тищенко Александр Иванович	кандидат геологических наук, ведущий специалист, кафедра землеведения и геоморфологии, Таврическая академия, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», TischenkoAlex@rambler.ru
Шибяев Евгений Аркадьевич	директор, ООО Фирма «ВЕСС»

Для заметок

Ассоциация по сохранению и восстановлению редких и исчезающих животных
«ЖИВАЯ ПРИРОДА СТЕПИ»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ им. Т.И.ВЯЗЕМСКОГО –
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК РАН»

ТРУДЫ КАРАДАГСКОЙ НАУЧНОЙ СТАНЦИИ им. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО – ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА РАН

Основан в мае 2016 г.

Основатель журнала –
ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского –
природный заповедник РАН»

Научное издание

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
Сер. ПИ № ФС77-65710 от 13 мая 2016 г.

Утверждено к печати Учёным советом
федерального государственного бюджетного учреждения науки «Карадагская
научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН»
(протокол № 1 от 11 декабря 2018 г.)

Главный редактор: *Р. В. Горбунов*
Заместитель главного редактора: *Н. С. Костенко*
Ответственный редактор: *В. И. Мальцев*
Технические редакторы: *Т. Ю. Горбунова, Л. В. Знаменская*

Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 12,09. Тираж 500 экз.

Отпечатано с оригинал-макета в типографии «ИТ «АРИАЛ».
295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 31-а/2,
тел.: +7 978 71 72 901, e-mail: it.arial@yandex.ru, www.arial.3652.ru