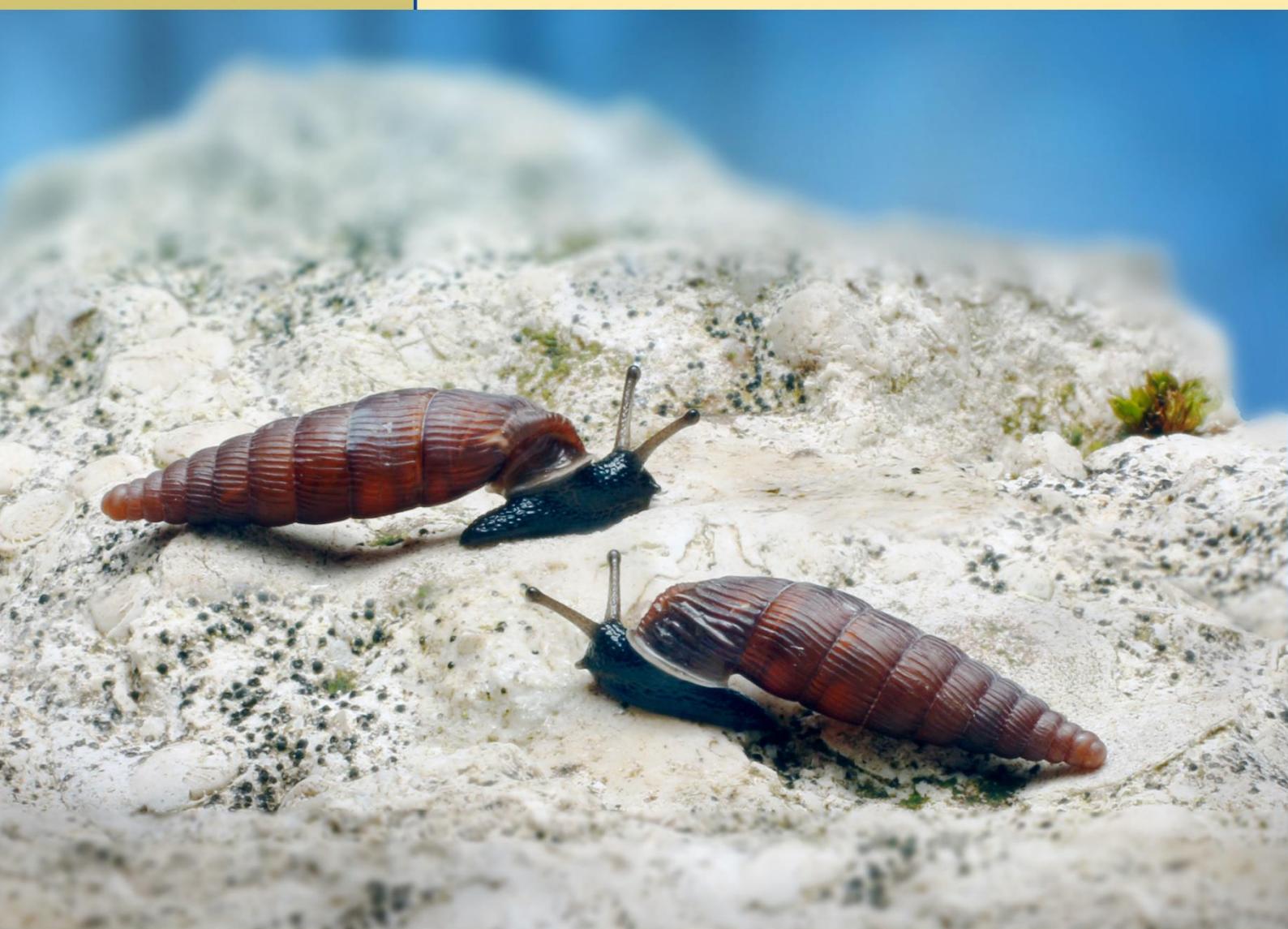




ISSN 2414-4738
Научный журнал
Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского

ЭКОСИСТЕМЫ



Флора и фауна
Биоценология
Биология и экология
видов
Охрана природы

43
2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО

ЭКОСИСТЕМЫ

2025

ВЫПУСК 43

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ • ОСНОВАН В 1979 ГОДУ • ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД • СИМФЕРОПОЛЬ

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION

V. I. VERNADSKY CRIMEAN FEDERAL UNIVERSITY

EKOSISTEMY

2025

ISSUE 43

ISSN 2414-4738

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ № ФС 77 - 83395 от 15.06.2022 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Учредитель – ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
Адрес учредителя и издателя: 295007, Республика Крым, г. Симферополь,
проспект Академика Вернадского, 4

Печатается по решению Научно-технического совета
Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, протокол №

Журнал включен в перечень ВАК по специальностям и соответствующим им отраслям науки:
1.5.9. Ботаника; 1.5.15. Экология

Адрес редакции: 295007, Республика Крым, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4
E-mail: ekotnu@list.ru

Полнотекстовые версии статей последних выпусков журнала в формате PDF и правила для авторов
размещены на официальном сайте журнала по адресу: <http://ekosystems.cfuv.ru/>

Оригинал-макет: С. В. Леонов

На обложке: Эндемик Крыма – ментисса ребристая *Mentissa gracilicosta* (Rossmässler, 1836). Крым,
нижнее плато Чатырдага, национальный парк «Крымский» (фото С. В. Леонова)

Подписано в печать _____. Формат 60×84/8. Усл. п. л. _____. Печать цифровая. Тираж 50
экз. Цена «Бесплатно»

Заказ № _____. Дата выхода в свет _____

Отпечатано в Издательском доме ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского»
Адрес типографии: 295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7

Главный редактор

Иванов С. П., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Заместитель главного редактора

Котов С. Ф., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Технический редактор

Леонов С. В., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Ответственный секретарь

Омельченко А. В., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Редактор текстов на английском и немецком языках

Шестакова Е. С., к. п. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Контент-менеджер сайта

Николенко В. В., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Члены редакционной коллегии

Багрикова Н. А., д. б. н., Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Белик В. П., д. б. н., профессор, Южный федеральный университет

Бескаравайный М. М., к. б. н., Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН

Бугара И. А., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Будашкин Ю. И., к. б. н., Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН

Воронин Л. В., д. б. н., доцент, Ярославский государственный педагогический университет имени К. Д. Ушинского

Гапонов С. П., д. б. н., профессор, Воронежский государственный университет

Довгаль И. В., д. б. н., профессор, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

Егоров В. Н., д. б. н., академик РАН, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

Егорова Н. А., д. б. н., Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма

Ена А. В., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Ермаков Н. Б., д. б. н., Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Захаренко Г. С., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Ивашов А. В., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Коба В. П., д. б. н., профессор, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Корженевский В. В., д. б. н., профессор, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Мацюра А. В., д. б. н., профессор, Алтайский государственный университет

Митрофанова И. В., д. б. н., чл.-корр. РАН, Главный ботанический сад имени Н. И. Цицина РАН

Назаров В. В., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Оберемок В. В., д. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Петришина Н. Н., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Пешич В., доктор наук, профессор, Университет Черногории (University of Montenegro), Черногория

Плугатарь Ю. В., д. с.-х. н., чл.-корр. РАН, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Репецкая А. И., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Рябушко В. И., д. б. н., Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

Русина Л. Ю., д. б. н., Московский государственный зоологический парк

Савельев А. П., д. б. н., Всероссийский НИИ охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова

Сволынский А. Д., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Синев С. Ю., д. б. н., Зоологический институт РАН

Фатерыга А. В., к. б. н., Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН

Чаттерджи Т., доктор наук (зоологии), Международная школа Хесент (Crescent), Индия

Чуян Е. Н., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

СОДЕРЖАНИЕ

Потапенко И. Л., Летухова В. Ю., Романов Б. В. Декоративные древесные растения поселка Приморский (Юго-Восточный Крым)	7
Ревков Н. К., Болтачева Н. А. Донная фауна бухты Круглая (Чёрное море, Крым). Сообщение IV. Многолетние изменения.....	20
Шаповалов М. И., Сапрыкин М.А., Бородин А.Д. Инвазивный клоп <i>Oxycarenus lavaterae</i> (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Oxycarenidae): морфология, биология, новые находки в регионах Юга России	34
Ширяев К. А., Терентьев Р. А., Лакомов А. Ф. Распространение, биотопическая приуроченность и перспективы сохранения обыкновенной медянки <i>Coronella austriaca</i> Laurenti, 1768 (Reptilia: Squamata: Colubridae) в Тульской области	43
Верещагина Е. А., Фролов А. В., Титова А. А. Интеграция экологических знаний с помощью Data Science и онтологий.....	53
Туркин К. А. Современные подходы к микробной ремедиации нефтезагрязнённых почв	61
Ардабьева А. Г., Рубцова Е. Г. Фитопланктон Кизлярского залива (Каспийское море)	70
Резников О. Н., Багрикова Н. А. Растения из «Черного списка» флоры Крымского полуострова на особо охраняемой природной территории «Мыс Мартыян» (Крым)	75
Сайтаева Л. В., Науменко Н. И. Компоненты региональной флоры Удмуртской Республики как образовательный ресурс, необходимый для реализации программ основного общего образования	94
Сиохин В. Д., Еремеев В. С., Окулова Е. А. Оценка числа столкновений птиц с турбинами на территории Ботиевской ветровой электростанции (Запорожская область) с использованием математической модели	104
Астанин С. С., Свистова И. Д. Комплексный биоэкологический мониторинг состояния Центрального парка города Воронеж	112
Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А. Распространение и охрана <i>Lomentaria compressa</i> (Lomentariaceae) у берегов Крымского полуострова (Чёрное море)	126
Королесова Д. Д. Редкие и охраняемые виды харовых водорослей (Charales) заливов Черноморского государственного природного биосферного заповедника	134
Русина Л. Ю., Русин А. И., Надольный А. А., Литвинюк Н. А., Валюх И. Ф. Отношения «хищник – жертва» между пауками (Arachnida, Araneae) и социальными осами <i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791) и <i>P. mongolicus</i> du Buysson, 1911 (Hymenoptera, Vespidae).....	149
Леонов С. В. Идентификация крымских Clausiliidae (Gastropoda, Pulmonata) по строению раковины.....	162

CONTENT

Potapenko I. L., Letukhova V. Ju., Romanov B. V. Ornamental Arboreal Plants of the Primorsky Settlement (Southeastern Crimea)	7
Revkov N. K., Boltachova N. A. Benthic Fauna of the Kruglaya Bay (Black Sea, Crimea). Part IV. Long-term Changes	20
Shapovalov M. I., Saprykin M.A., Borodin A.D. Invasive Bug <i>Oxycarenus lavaterae</i> (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Oxycarenidae): Morphology, Biology, New Records in the Regions of the South of Russia	34
Shiryaev K. A., Terentev R. A., Lakomov A. F. Distribution, Biotopic Confinement and Conservation Prospects of the Smooth Snake <i>Coronella austriaca</i> Laurenti, 1768 (Reptilia: Squamata: Colubridae) in the Tula Region	43
Vereshchagina E. A., Frolov A. V., Titova A. A. Integration of Environmental Knowledge through Data Science and Ontologies	53
Turkin K. A. Modern Approaches to Microbial Remediation of Oil-Contaminated Soils	61
Ardabyeva A. G., Rubtsova E. G. Phytoplankton of Kizlyar Bay (Caspian Sea)	70
Reznikov O. N., Bagrikova N. A. Plants from the "Black List" of the Crimean Peninsula Flora in the "Cape Martyan" Protected Area (Crimea)	75
Saitaeva L.V., Naumenko N. I. Components of the Regional Flora of the Udmurt Republic as an Educational Resource for Implementing General Education Programs.....	94
Siokhin V. D., Yeremeev V. S., Okulova E. A. Quantitative Assessment of Bird-Turbine Collisions at the Botievo Wind Farm Using a Mathematical Model (Zaporizhzhya Region)	104
Astanin S. S., Svistova I. D. Integrated Bioecological Monitoring of the Central Park Condition in Voronezh	112
Sadogurskiy S. Ye., Belich T. V., Sadogurskaya S. A. Distribution and Conservation of Lomentaria compressa (Lomentariaceae) along the Coasts of Crimean Peninsula (Black Sea)	126
Korolesova D. D. Rare and Protected Species of Charales in the Bays of the Black Sea State Nature Biosphere Reserve	134
Rusina L. Yu., Rusin A. I., Nadolny A. A., Litvinyuk N. A., Valyukh I. F. Predator-prey relationships between spiders (Arachnida, Araneae) and social wasps <i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791) and <i>P. mongolicus</i> du Buysson, 1911 (Hymenoptera, Vespidae)	149
Leonov S. V. Identification of Crimean Clausiliidae (Gastropoda, Pulmonata) by Shell Structure ...	162

Декоративные древесные растения поселка Приморский (Юго-Восточный Крым)

Потапенко И. Л., Летухова В. Ю., Романов Б. В.

Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН
Феодосия, Республика Крым, Россия
ira_potapenko@mail.ru, letukhova@gmai.com, bvromanov@ gmai.com

Изучено современное состояние насаждений поселка Приморский (Юго-Восточный Крым). Обследованы зеленые зоны общего пользования (скверы и уличные насаждения), а также некоторые придомовые территории многоквартирных домов и частного сектора. Определен состав видов и таксономическая структура, формовое разнообразие и ботанико-географическое происхождение дендрофлоры. Отмечено 95 видов и 14 культиваров древесных растений, относящихся к 66 родам из 37 семейств. Большинство растений дендрофлоры Приморского относятся к видам, широко распространенным по территории нескольких флористических областей (24,7 %) и происходящим из Средиземноморской флористической области (22,0 %). В биоморфологической структуре преобладают листопадные деревья (45,0 %), листопадные кустарники (21,1 %) и хвойные деревья (13,8 %). Доля других биоморф незначительна. Массово (более 100 экземпляров) в зеленых насаждениях встречается 21 (19,3 %) вид и культивар, среди которых: 10 – листопадные деревья (*Albizia julibrissin*, *Fraxinus angustifolia*, *Maclura pomifera*, *Styphnolobium japonicum* и другие), 4 – хвойные деревья (*Cupressus arizonica*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Platycladus orientalis*, *P. o. 'Globosa'*), 5 – листопадные кустарники (*Hibiscus syriacus*, *Lycium barbarum*, *Syringa vulgaris*, *Tamarix ramosissima*, *T. tetrandra*), 2 – вечнозеленые (в т.ч. полувечнозеленые) лиственные кустарники (*Ligustrum vulgare*, *Salvia rosmarinus*), которые могут служить основой ассортимента для озеленения. Виды и культивары, представленные единичными экземплярами (58,7 %), имеют более широкое разнообразие жизненных форм. Изучение их эколого-биологических свойств позволит определить степень пригодности того или иного вида (культивара) для широкого внедрения в практику зеленого строительства. В результате проведенной оценки декоративности установлено, что большинство (45,9 % видов и культиваров) древесных растений Приморского максимально декоративны в продолжение вегетационного периода. Деревья и кустарники, которые декоративны на протяжении всех сезонов года, составляют 34,9 % от общего количества видового и формового разнообразия дендрофлоры поселка. Оценка состояния древесных растений показала, что почти половина (49,5 %) из них находятся в хорошем и отличном состоянии, в удовлетворительном – 47,7 %, в плохом – 2,8 %. В целом, большинство деревьев и кустарников хорошо адаптированы к условиям региона.

Ключевые слова: декоративные древесные растения, озеленение, Приморский, Юго-Восточный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Природные ландшафты Юго-Восточного Крыма (ЮВК) имеют высокую эстетическую привлекательность, что связано с наличием разнообразного живописного рельефа местности. Однако к востоку их пейзажно-эстетическая ценность снижается, что обусловлено равнинным рельефом и антропогенной преобразованностью территории (Горбунова, Горбунов, Ключкина, 2017). В связи с данными фактами вопросы озеленения городов и поселков восточной части ЮВК, создание парков общего и специального назначения, скверов, иных зеленых зон становятся особенно актуальными.

Оценке флористического, биоморфологического разнообразия и состояния зеленых насаждений Юго-Восточного Крыма посвящен ряд работ (Потапенко, 2017; Потемкина, Кулева, 2020; Потапенко, Клименко, Летухова, 2024). Предлагаются пути формирования устойчивой системы зеленых насаждений и научно обоснованный ассортимент декоративных деревьев и кустарников для некоторых территорий региона (Кузнецова, 2015; Потапенко, Клименко, Летухова, 2018; Репецкая и др., 2024; Репецкая, Савушкина, Городня, 2025). Однако сведения о зеленых насаждениях населенных пунктов восточнее Феодосии в современной литературе отсутствуют. Учитывая почвенно-климатические особенности данного района, необходимо проведение инвентаризации декоративных деревьев и кустарников на его территории с целью улучшения качества их ассортимента.

Цель настоящего исследования – изучить современное состояние насаждений поселка Приморский (Юго-Восточный Крым) и предложить пути оптимизации ассортимента декоративных деревьев и кустарников для различных типов зеленых насаждений поселка Приморский.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Поселок Приморский (городской округ Феодосия) находится на Ак-Монайском перешейке в 14 км к северо-востоку от города Феодосия на автотрассе Симферополь – Феодосия – Керчь на побережье Феодосийского залива Черного моря. Западнее расположено соленое пересыхающее озеро Аджиголь. Площадь поселка – 19,81 м²; население 13310 человек по данным переписи 2020 года.

Феодосийский залив и его побережье открыты холодным северным ветрам, не защищены от них Крымскими горами. Средняя годовая температура воздуха в районе Феодосийского залива составляет 11,8 °C – это самая низкая температура на восточном и южном берегах Крыма, но более высокая, чем на западном. Зима, по сравнению с другими районами восточного и южного побережья Крыма, более суровая. Хотя среднемноголетние температуры зимних месяцев положительные, месячные температуры января и февраля не превышают +1 °C. Абсолютный минимум температуры воздуха равен –25,2 °C. Максимальные среднемесячные и абсолютные максимумы температуры приходятся на июль. Средняя температура самых теплых месяцев (июля и августа) 23,7–23,1 °C. В отдельные годы среднемесячная температура воздуха этих месяцев достигала 26,5–27,7 °C, а в самые жаркие дни температура поднималась до 36–38 °C. Феодосийский залив является районом с интенсивной штормовой деятельностью (среднемноголетнее значение скорости ветра составляет 4,0 м/с). Штормовые ветры со скоростью более 20 м/с бывают в любое время года. Среднегодовое количество осадков 512 мм. В холодный период (с ноября по март) выпадает 217 мм осадков, в теплый период (с апреля по октябрь) – 297 мм (Горячkin, Иванов, Репетин, 2004; Агрокліматичний довідник, 2011). Территория Приморского и его окрестностей находится в зоне недренированных аккумулятивных и денудационных равнин с типчаково-ковыльными, полынно-типчаковыми, полынно-житняковыми степями в комплексе с галофитными лугами и луговыми степями. Здесь она представлена поясом недренированных низменностей, пляжей и кос с голофильтными лугами, солончаками и сообществами псамофильтной растительности на темно-каштановых, лугово-каштановых почвах и солончаковом иле. У поселка вблизи озера Аджиголь выделяются комплексы с азональным типом растительности с зарослями солероса, сведы, прибрежницы солончаковой (Скребец, Быстрова, 2014). Таким образом, почвенно-климатические условия района (относительно низкие зимние температуры воздуха, засушливый летний период с высокими температурами, сильные ветры) являются неблагоприятными для произрастания здесь древесной растительности.

Дендрологическая инвентаризация зеленых насаждений Приморского была проведена путем экспедиционных выездов на протяжении 2022–2024 годов. Изучались объекты зеленого строительства общего пользования (скверы) и уличные насаждения – всего обследованы 15 улиц (Набережная, Советская, Победы, Приморская, Десантников, Железнодорожная, Юбилейная, Керченская, Южная, Киевская, Садовая, Гагарина, Мира, Львовская, Морозова), переулок Степной и скверы у Вечного огня, Дома культуры «Бриз» и православного храма, некоторые придомовые территории многоквартирных домов и частного сектора (рис. 1).

Систематическое положение, объем и номенклатура таксонов приведены согласно базе данных Королевского ботанического сада Кью Plants of the World Online (Plants of the World..., 2025). Ботанико-географический анализ проведен в соответствии с делением мира (по флористическим областям) А. Л. Тахтаджяна (1978). Виды природной флоры Крыма уточнялись по А. В. Ене (2012).



Рис. 1. Фрагменты озеленения поселка Приморский
Сквер у Вечного огня (а) и территория православного храма (б).

Нами используется следующая условная градация частоты встречаемости вида (культивара): единично – до 10 экземпляров, часто – от 10 до 100 экземпляров, массово – более 100 экземпляров. Для таких растений, как *Hedera helix* L., *Vinca major* L., *V. minor* L., количество экземпляров которых подсчитать невозможно, категория «единично» обозначает, что вид отмечен в 1–3 местах произрастания.

Состояние древесных растений оценивали по 4-балльной шкале (плохое, удовлетворительное, хорошее, отличное), предложенной Р. В. Галушко и Ю. С. Горак (2002) с нашими дополнениями.

1 балл – плохое: усыхающие деревья (кустарники) с максимальной вероятностью их усыхания в течение ближайших нескольких лет, много (более 2/3) сухих и засыхающих ветвей, прирост очень слабый или отсутствует; цветение и плодоношение слабое или отсутствует; отмечено сильное поражение вредителями и болезнями, на стволе и ветвях возможны признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, смолотечение, насекомые на коре).

2 балла – удовлетворительное: прирост побегов средний, цветение и плодоношение не обильное и не регулярное, растения страдают от неблагоприятных условия среды, с признаками замедленного роста, часто искривленной кроной; на ветвях мало листьев (хвои) или они изменили окраску (до наступления периода осеннего расцвечивания листьев); есть сухие и засыхающие ветви, дупла, механические повреждения ствола; отмечено наличие болезней и вредителей.

3 балла – хорошее: растения здоровые, нормально развитые, возможны признаки местного повреждения ствола и ветвей, наличие механических повреждений и небольших дупел (особенно у старых деревьев), не угрожающих жизни растения; листва (хвоя) густая, равномерно размещена на ветвях, листья (хвоя) нормального размера и окраски, цветение и плодоношение регулярное; нет признаков болезней и вредителей, либо они незначительны.

4 балла – отличное: растения здоровые, вполне развитые (достигают значительных для вида размеров), крона густая нормальной формы (для этой породы возраста условий местопроизрастания и сезонного периода); окраска и величина листьев (хвои) нормальные хороший ежегодный прирост побегов, ежегодное нормальное цветение и плодоношение; повреждения вредителями и поражение болезнями отсутствуют, без механических повреждений ствола скелетных ветвей ран и дупел.

Для оценки декоративности деревьев и кустарников мы использовали четырехбалльную шкалу Н. В. Котеловой, Н. С. Гречко (1969) с нашими дополнениями. Данная шкала предполагает восприятие растения как элемента садовой архитектуры. Учитываются форма

кроны, окраска коры, характеристики листьев (величина, форма, окраска, в том числе осенняя), особенности цветков (соцветий) и плодов. Высший балл (D_4)дается растениям, декоративным в течение всего года. К таковым, в основном, относятся вечнозеленые хвойные и лиственные растения. Баллом D_3 оцениваются растения, привлекательные в продолжение вегетационного периода. К таковым относятся листопадные деревья и кустарники с декоративной листвой (в том числе, осенней окраской), например, *Koelreuteri paniculata* Laxm., *Prunus cerasifera* subsp. *pissartii* (Carrière) Dostál, *Berberis thunbergii* `Atropurpurea`. Баллом D_2 оцениваются деревья и кустарники декоративные в отдельные сезоны года, например, *Cercis siliquastrum* L., *Prunus duclis* (Mill.) D.A. Webb, *Syringa vulgaris* L., которые эффективны лишь в период цветения. Оценка D_1 дается растениям со слабой декоративностью в течение года.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

История поселка Приморский неразрывно связана с историей создания судостроительного завода «Море». Ранее вся эта местность носила название Хафуз, где располагалось татарское поселение с одноименным названием и русский поселок Дальние Камыши. В 1938 году неподалеку от селений Дальние Камыши и Хафуз начинает строиться судостроительный завод, а также торпедно-пристрелочная станция. Несколько позже для строителей и рабочих этих предприятий возводится небольшой поселок, которому дали название Южная Точка. После начала Великой Отечественной войны строительство завода прекращается, заводское оборудование демонтируют и вместе с рабочими эвакуируют вглубь страны. За период немецкой оккупации все заводские здания были полностью уничтожены. После освобождения поселка в апреле 1944 года начинается активное восстановление завода. В мае 1952 года поселок Южная Точка объединяют с поселком Хафуз, а затем к ним присоединяют и Дальние Камыши. Этот населенный пункт становится поселком городского типа и получает свое новое наименование – Приморский (История Приморского..., 2025).

В настоящее время судостроительный завод является градообразующим предприятием, которое производит морские суда на воздушных подушках, суда на подводных крыльях, скоростные глисссирующие катера для пограничных служб. Также сегодня Приморский – динамично развивающийся курорт, чему способствует выгодное расположение на морском побережье. Дуга побережья Феодосийского залива обрамлена пляжной полосой. Залив имеет пологий песчаный берег и широкой полосой тянется почти на 15 км. Ни на одном крымском курорте, за исключением Евпатории, нет таких песчаных пляжей. Здесь построены современные частные гостиницы и дома отдыха.

Основные мероприятия по озеленению Приморского проводились в 50–70-е годы XX века во время формирования его инфраструктуры и активной застройки жилыми домами. С того времени структура зеленых зон практически не изменилась (не создавались новые объекты зеленого строительства). Молодые посадки деревьев и кустарников проводились в границах существующих объектов.

В зеленых насаждениях Приморского отмечено 95 видов и 14 декоративных форм (культиваров) древесных растений, относящихся к 66 родам из 37 семейств. Ведущими семействами являются: Rosaceae – 16 видов и культиваров, Cupressaceae – 13 видов и культиваров, Fabaceae – 9 видов и культиваров, Oleaceae – 7 видов. Остальные семейства включают 1–4 вида. Наибольшим формовым разнообразием отличается род *Cupressus* (5 культиваров) (табл. 1).

Около трети (27 видов, или 24,7 %) дендрофлоры Приморского относятся к видам, широко распространенным по территории нескольких флористических областей, например: *Albizia julibrissin*, *Cupressus arizonica*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Juglans regia*, *Juniperus sabina*, *Ligustrum vulgare*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Ulmus minor*, *U. pumila*. Все они хорошо адаптированы к почвенно-климатическим условиям региона. Средиземноморская флора представлена 24 (22,0 %) видами, наиболее широко используются: *Aesculus*

Таблица 1
Декоративные древесные растения поселка Приморский

№	Вид	Частота встречаемости	Жизненная форма	Общий ареал; принадлежность к флоре Крыма	Декоративность	Состояние
1	2	3	4	5	6	7
PINOPHYTA						
Cupressaceae						
1	<i>Cupressus arizonica</i> Greene	м	хд	АС, М	Д ₄	4
2	<i>C. a. 'Glauca'</i>	ед	хд	культивар	Д ₄	3
3	<i>C. a. 'Pendula'</i>	ед	хд	культивар	Д ₄	3
4	<i>C. sempervirens</i> L.	ч	хд	Ср; н	Д ₄	3–4
5	<i>C. s. 'Australis'</i>	ед	хд	культивар	Д ₄	3–4
6	<i>C. s. 'Horizontatalis'</i>	ч	хд	культивар	Д ₄	3–4
7	<i>C. s. 'Pyramidalis'</i>	ч	хд	культивар	Д ₄	3–4
8	<i>Juniperus deltoides</i> R.P. Adams	ед	хд	Ср; а	Д ₄	1
9	<i>J. horizontalis</i> 'Blue moon'	ед	хк	культивар	Д ₄	3
10	<i>J. sabina</i> L.	ч	хк	Цб, Ср, ИТ; а	Д ₄	4
11	<i>J. virginiana</i> L.	ч	хд	АС	Д ₄	4
12	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	м	хд	ВА; н	Д ₄	3–4
13	<i>P. o. 'Globosa'</i>	м	хд	культивар	Д ₄	3–4
Pinaceae						
14	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) G.Manetti ex Carrière	ч	хд	Ср; н	Д ₄	3
15	<i>C. a. 'Glauca'</i>	ед	хд	культивар	Д ₄	3
16	<i>Pinus brutia</i> Ten.	ед	хд	Ср; а	Д ₄	3
17	<i>P. nigra</i> J.F. Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe	м	хд	Ср; а	Д ₄	3–4
MAGNOLIOPHITA						
Anacardiaceae						
18	<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	ед	лк	Ср, ИТ; а	Д ₃	4
19	<i>Rhus typhina</i> L.	ед	лд	АС	Д ₃	4
Apocynaceae						
20	<i>Vinca major</i> L.	ед	в/з к-к	Ср	Д ₄	4
21	<i>V. m. 'Variegata'</i>	ед	в/з к-к	культивар	Д ₄	3
22	<i>V. minor</i> L.	ед	в/з к-к	Цб, Ср	Д ₄	4
Araliaceae						
23	<i>Hedera helix</i> L.	ед	в/з л	Цб, Ср; а	Д ₄	4

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
Asparagaceae						
24	<i>Yucca filamentosa</i> L.	ед	врд	АС	Д ₄	4
25	<i>Y. gloriosa</i> var. <i>tristis</i> Carriere	ч	врд	АС	Д ₄	4
26	<i>Y. gloriosa</i> `Variegata`	ед	врд	культивар	Д ₄	4
Berberidaceae						
27	<i>Berberis aquifolium</i> Pursh	ч	в/з к	ОСг; н	Д ₄	4
28	<i>B. thunbergii</i> `Atropurpurea`	ед	лк	ВА	Д ₃	4
Betulaceae						
29	<i>Betula pendula</i> Roth	ед	лд	Цб; а	Д ₄	3
Bignoniaceae						
30	<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	ед	лл	АС	Д ₃	4
31	<i>Catalpa bignonioides</i> Walter	ч	лд	АС	Д ₃	2–3
Buxaceae						
32	<i>Buxus sempervirens</i> L.	ед	в/з к	Ср	Д ₄	1
Cactaceae						
33	<i>Opuntia humifusa</i> (Raf.) Raf.	ед	сск	АС; н	Д ₄	4
34	<i>O. stricta</i> (Haw.) Haw.	ед	сск	АС	Д ₄	4
Caprifoliaceae						
35	<i>Lonicera caprifolium</i> L.	ед	лл	ВА	Д ₃	3
36	<i>L. japonica</i> Thunb.	ед	в/з л	ВА	Д ₄	3
37	<i>L. maackii</i> (Rupr.) Maxim.	ч	лк	Цб, Ср	Д ₃	4
38	<i>Symporicarpos albus</i> (L.) S.F. Blake	ед	лк	АС	Д ₃	3
Celastraceae						
39	<i>Euonymus fortunei</i> `Aureo-variegata`	ед	в/з к	культивар	Д ₄	3
40	<i>Eu. japonica</i> Thunb.	ед	в/з к	ВА	Д ₄	3
Cornaceae						
41	<i>Cornus mas</i> L.	ед	лк	Ср; а	Д ₃	3
42	<i>C. sanguinea</i> L. subs. <i>australis</i> (C. A. Mey.) Jáv.	ед	лк	Ср; а	Д ₃	4
Elaeagnaceae						
43	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	м	лд	Ср, ИТ, н	Д ₃	4
Fabaceae						
44	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	м	лд	ИТ, ВА	Д ₃	4
45	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	ч	лк	Ср; а	Д ₂	4
46	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	ч	лд	АС	Д ₃	4
47	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	ед	лк	Цб, н	Д ₂	3
48	<i>Robinia hispida</i> L.	ед		АС	Д ₂	3
49	<i>R. pseudoacacia</i> L.	м	лд	АС, н	Д ₂	2–3

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
50	<i>R. p. 'Umbraculifera'</i>	ед	лд	культивар	Д ₃	3
51	<i>Spartium junceum</i> L.	ед	лк	Ср; н	Д ₄	3
52	<i>Styphnolobium japonicum</i> (L.) Schott	м	лд	ВА	Д ₃	3–4
Fagaceae						
53	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	ед	лд	Ср; а	Д ₃	4
54	<i>Q. robur</i> L.	ед	лд	Цб, а	Д ₃	3
Grossulariaceae						
55	<i>Ribes aureum</i> Pursh	ед	лк	АС	Д ₃	3
Hydrangeaceae						
56	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	ч	лк	Ср	Д ₂	3
Juglandaceae						
57	<i>Juglans regia</i> L.	ч	лд	Ср, ИТ, ВА; н	Д ₃	3
Lamiaceae						
58	<i>Salvia rosmarinus</i> Spenn.	м	в/з к	Ср	Д ₄	4
Lythraceae						
59	<i>Punica granatum</i> L.	ед	лд	ИТ	Д ₃	3
Malvaceae						
60	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	м	лк	ИТ	Д ₂	3–4
61	<i>Tilia cordata</i> Mill.	ед	лд	Цб; а	Д ₃	4
Moraceae						
62	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	ед	лд	ВА	Д ₃	4
63	<i>Ficus carica</i> L.	ед	лд	Ср, ИТ; а	Д ₃	3
64	<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) C.K.Schneid.	м	лд	АС	Д ₃	4
65	<i>Morus alba</i> L.	ед	лд	ВА, ИТ; а	Д ₃	4
Oleaceae						
66	<i>Forsythia europaea</i> Degen & Bald.	ч	лк	Ср	Д ₂	3
67	<i>Fraxinus americana</i> L.	ч	лд	Цб, АС, ОСг	Д ₃	4
68	<i>F. angustifolia</i> Vahl	м	лд	Ср; а	Д ₃	4
69	<i>F. excelsior</i> L. subs. <i>excelsior</i>	ч	лд	Цб, Ср; а	Д ₃	4
70	<i>F. pennsylvanica</i> Marshall	ед	лд	АС	Д ₃	4
71	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	м	пв/з к	Цб, Ср; а	Д ₃	4
72	<i>Syringa vulgaris</i> L.	м	лк	Ср; н	Д ₂	3
Platanaceae						
73	<i>Platanus × acerifolia</i> Willd.	ед	лд	гибрид	Д ₄	2
Rhamnaceae						
74	<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	ед	лд	Ср, ИТ	Д ₃	4

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
Rosaceae						
75	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl.	ч	лк	ВА	Д ₂	3
76	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	ед	лд	Цб; а	Д ₃	4
77	<i>C. pallasii</i> Griseb.	ед	лк	Ср; а	Д ₃	3
78	<i>C. pentagyna</i> Waldst. & Kit. ex Willd.	ед	лд	Цб, Ср; а	Д ₃	4
79	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	ед	лд	ИТ; н	Д ₂	4
80	<i>Malus domestica</i> (Suckow) Borkh.	ед	лд	Цб, Ср	Д ₂	3
81	<i>Prunus armeniaca</i> L.	м	лд	ИТ; н	Д ₂	3–4
82	<i>P. cerasifera</i> Ehrh.	м	лд	Ср, ИТ; н	Д ₂	3
83	<i>P. cerasus</i> L.	ед	лд	Ср; а	Д ₂	3
84	<i>P. duclis</i> (Mill.) D.A. Webb	ед	лд	Цб, Ср, ИТ; н	Д ₂	3
85	<i>P. persica</i> (L.) Batsch	ед	лд	ИТ	Д ₂	3
86	<i>P. pissardii</i> CarriSre	ед	лд	ИТ	Д ₃	4
87	<i>Pyrus communis</i> L.	ед	лд	Цб, Ср, ИТ; а	Д ₂	3
88	<i>Rosa canina</i> L.	ед	лк	Цб, Ср; а	Д ₂	4
89	<i>R. corymbifera</i> Borkh.	ед	лк	Ср; а	Д ₂	4
90	<i>Spiraea × vanhouttei</i> (Briot) Zab.	ед	лк	гибрид	Д ₂	3
Rutaceae						
91	<i>Citrus trifoliata</i> (L.) Raf.	ед	лд	ИТ	Д ₄	3
Salicaceae						
92	<i>Populus alba</i> L.	ч	лд	Цб, Ср, ИТ; а	Д ₃	2–4
93	<i>P. nigra</i> L.	ч	лд	Цб, Ср, ИТ; а	Д ₃	2–4
94	<i>Salix babylonica</i> L.	ч	лд	ИТ	Д ₄	4
95	<i>S. matsudana</i> `Tortuosa`	ч	лд	культивар	Д ₄	4
Sapindaceae						
96	<i>Acer negundo</i> L.	ч	лд	Цб, АС; н	Д ₃	3
97	<i>A. pseudoplatanus</i> L.	ед	лд	Цб; н	Д ₃	3
98	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	ч	лд	Ср	Д ₃	1–2
99	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	ч	лд	ВА	Д ₃	4
Scrophulariaceae						
100	<i>Buddleja davidii</i> Franch.	ед	лк	ИТ; н	Д ₂	3
Simaroubaceae						
101	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	ед	лд	ВА; н	Д ₃	3
Solanaceae						
102	<i>Lycium barbatum</i> L.	м	лк	Ср, ИТ; н	Д ₃	3

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
Tamaricaceae						
103	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	м	лк	Ср, ИТ; а	Д ₃	4
104	<i>T. tetrandra</i> Pall.	м	лк	Ср; а	Д ₃	4
Ulmaceae						
105	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	ед		Цб; а	Д ₃	3
106	<i>U. minor</i> Mill.	м	лд	Цб, Ср; а	Д ₃	3
107	<i>U. pumila</i> L.	м		Цб, ВА, ИТ	Д ₃	3
Vitaceae						
108	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> Planch.	ед	лл	АС; н	Д ₃	4
109	<i>Vitis vinifera</i> L.	ед	лл	Ср; а	Д ₃	4

Примечания к таблице. Для частоты встречаемости приняты условные обозначения: ед – единично, м – массово, ч – часто. Для обозначения жизненных форм приняты условные обозначения: лд – листопадное дерево, лк – листопадный кустарник, лл – листопадная лиана, хд – хвойное дерево, хк – хвойный кустарник, в/з к – вечнозеленый лиственый кустарник, в/з к-к – вечнозеленый кустарничек, в/з л – вечнозеленая лиана, врд – ветвящееся розеточное дерево (юкка), пв/з к – полувечнозеленый кустарник, сск – суккулентно-стеблевой безлистственный кустарник (опунция). Для обозначения флористических областей приняты условные обозначения: АС – Атлантическо-Североамериканская, ВА – Восточноазиатская, ИТ – Ирано-Туранская, М – Мадреанская, ОСг – Область Скалистых гор, Ср – Средиземноморская, Цб – Циркумбореальная, а – аборигенный вид, н – неофит флоры Крыма. Для оценки декоративности растения приняты условные обозначения: Д₄ – декоративно на протяжении года, Д₃ – в продолжение вегетационного периода, Д₂ – в отдельные сезоны года, Д₁ – слабая декоративность в течение года. Для оценки состояния древесных растений приняты условные обозначения: 1 – плохое, 2 – удовлетворительное, 3 – хорошее, 4 – отличное.

hippocastanum, *Cedrus atlantica*, *Cercis siliquastrum*, *Cupressus sempervirens*, *Forsythia europaea*, *Fraxinus angustifolia*, *Philadelphus coronarius*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Syringa vulgaris*, *Tamarix tetrandra*. Виды средиземноморской флоры также хорошо адаптированы к местным условиям произрастания. Далее следуют растения Атлантическо-Североамериканской (15 видов, или 13,8 %), Ирано-Туранской (10, или 9,2 %) Восточноазиатской (9 видов, или 8,3 %) и Циркумбореальной (7 видов, или 6,4 %) флористических областей. Эти виды также хорошо адаптированы: *Gleditsia triacanthos*, *Juniperus virginiana*, *Maclura pomifera*, *Robinia pseudoacacia* (североамериканские); *Koelreuteria paniculata*, *Platycladus orientalis*, *Styphnolobium japonicum* (восточноазиатские). Доля видов, имеющих иное происхождение, невелика. Около трети (32 вида, или 29,4 %) деревьев и кустарников Приморского относятся к аборигенной крымской флоре. Здесь также произрастают неофиты дендрофлоры Крыма (21 вид, или 19,3 %), которые хорошо адаптированы к условиям региона: *Cedrus atlantica*, *Cupressus sempervirens*, *Cydonia oblonga*, *Platycladus orientalis*, *Prunus dulcis*, *Robinia pseudoacacia*.

В зеленых насаждениях Приморского преобладают листопадные деревья (49 видов и культиваров, или 45,0 %); далее следуют листопадные кустарники (23 вида и культивара, или 21,1 %) и хвойные деревья (15 видов и культиваров, или 13,8 %). Доля вечнозеленых лиственных растений незначительна: деревья отсутствуют, кустарников – 5 (4,6 %) видов и культиваров (*Berberis aquifolium*, *Buxus sempervirens*, *Euonymus japonicus*, *E. fortunei* `Aureo-variegata`, *Salvia rosmarinus*), лиан – 2 (1,8 %) вида (*Hedera helix*, *Lonicera japonica*), юкк – 3 (2,8 %) вида и культивара (*Yucca filamentosa*, *Y. gloriosa* var. *tristis*, *Y. gloriosa* `Variegata`), кустарничков 3 (2,8 %) вида и культивара (*Vinca major*, *V. m.* `Variegata`, *V. minor*). Все они, кроме *Yucca gloriosa* var. *tristis* и *Salvia rosmarinus* представлены единично. Такое невысокое

разнообразие вечнозеленых лиственных растений связано с относительно жесткими климатическими условиями, особенно с периодически повторяющимися низкими зимними температурами. Доля остальных биоморф незначительна. В целом, в зеленых насаждениях Приморского листопадные формы (деревья, кустарники, лианы) преобладают (76 видов и культиваров, или 69,7 %) над вечнозелеными (в т.ч. полувечнозелеными).

Особый интерес представляют деревья и кустарники (21 вид и культивар, или 19,3 %), которые массово используются в озеленении поселка, среди которых 10 – листопадные деревья (*Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus angustifolia*, *Maclura pomifera*, *Styphnolobium japonicum* и др.), 4 – хвойные деревья (*Cupressus arizonica*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Platycladus orientalis*, *P. o. 'Globosa'*), 5 – листопадные кустарники (*Hibiscus syriacus*, *Lycium barbatum*, *Syringa vulgaris*, *Tamarix ramosissima*, *T. tetrandra*), 2 – вечнозеленые (в т. ч. полувечнозеленые) лиственные кустарники (*Ligustrum vulgare*, *Salvia rosmarinus*). Данные виды и культивары могут быть использованы для формирования основного ассортимента древесных растений для озеленения с учетом того факта, что практически все они находятся в хорошем и отличном состоянии. Деревья и кустарники, часто используемые в озеленении (24 вида и культивара, или 22,0 %), имеют примерно такое же, как у массовых видов, соотношение жизненных форм: 12 – листопадные деревья (*Fraxinus americana*, *F. excelsior*, *Gleditsia triacanthos*, *Koelreuteria paniculata* и др.), 5 – листопадные кустарники (*Cercis siliquastrum*, *Chaenomeles japonica*, *Forsythia europaea*, *Lonicera maackii*, *Philadelphus coronarius*), 6 – хвойные деревья и кустарники (*Cedrus atlantica*, *Cupressus sempervirens*, *C. s. 'Horizontatalis'*, *C. s. 'Pyramidalis'*, *Juniperus sabina*, *J. virginiana*), 1 – юкка (*Yucca gloriosa* var. *tristis*). Они могут быть использованы в качестве основного и дополнительного ассортимента для озеленения с учетом их экологических и декоративных свойств. Виды, представленные единично (64 вида и культивара, или 58,7 %), имеют более широкое разнообразие жизненных форм. Изучение их эколого-биологических свойств позволит определить степень пригодности того или иного вида (культивара) для широкого внедрения в практику зеленого строительства. Необходимо учитывать тот факт, что редкость того или иного растения в зеленых насаждениях поселка может быть обусловлена как объективными (экологическое несоответствие), так и субъективными факторами (отсутствие посадочного материала, эстетические предпочтения озеленителей и т.п.). Необходимо также учитывать способность того или иного вида к спонтанному размножению. Например, необходимо исключить применение опунций во всех типах зеленых зон из-за агрессивного спонтанного размножения этих растений.

Наивысшую оценку декоративности (Δ_4) получили деревья и кустарники привлекательные в течение всех сезонов года (38 видов и культиваров, или 34,9 %), к которым мы отнесли все хвойные и вечнозеленые древесные растения, а также *Betula pendula*, *Platanus × acerifolia*, *Citrus trifoliata*, *Salix babylonica*, *S. matsudana* 'Tortuosa', *Spartium junceum*, имеющие живописную архитектонику кроны, окраску ствола и ветвей, привлекающие внимание в зимний период. Большинство (50 видов и культиваров, или 45,9 %) древесных растений Приморского привлекательны в продолжение вегетационного периода (Δ_3) – имеют декоративную листву (*Berberis thunbergii* 'Atropurpurea', *Broussonetia papyrifera*, *Prunus cerasifera* subsp. *pissardii*) с учетом осенней окраски листьев (*Cotinus coggygria*, *Fraxinus angustifolia*, *Koelreuteria paniculata*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Rhus typhina*). Декоративность некоторых из них повышается в период цветения (*Albizia julibrissin*, *Catalpa bignonioides*, *Tamarix ramosissima*, *T. tetrandra*). К этой группе также отнесены растения, которые красивы в период цветения и плодоношения (*Cornus sanguinea* subs. *australis*, *Crataegus monogyna*, *C. pallasii*, *C. pentagyna*, *Punica granatum*). Декоративны в отдельные сезоны года (Δ_2) красивоцветущие деревья и кустарники (21 вид и культивар, или 19,3 %), например, *Cercis siliquastrum*, *Chaenomeles japonica*, *Cydonia oblonga*, *Philadelphus coronarius*, *Prunus duclis*, *Spiraea × vanhouttei*, *Syringa vulgaris* и другие.

В плохом состоянии (1 балл) находятся *Buxus sempervirens* (сильно поражены *Cydalima perspectalis* и сопутствующими болезнями), *Juniperus deltoides* (отмечено несколько засыхающих экземпляров) и большинство растений *Aesculus hippocastanum* (сильно паражены

Cameraria ohridella). В удовлетворительном состоянии (2 балла) находятся *Platanus × acerifolia* и некоторые деревья *Catalpa bignonioides*, которые страдают от засухи. Применение платанов нуждается в дальнейших исследованиях, поскольку в других пунктах ЮВК они находятся в хорошем и отличном состоянии. В ряде случаев в удалении (и замене на новые) нуждаются старые деревья тополей с засыхающими и сухими ветвями, дуплами, повреждениями стволов. Почти половина (54 вида и культивара, или 49,5 %) древесных растений зеленых насаждений поселка находятся в хорошем и отличном состояниях (3–4 балла).

Основой ассортимента для озеленения поселка Приморский могут служить деревья и кустарники, которые массово используются в его озеленении, хорошо адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям, на протяжении длительного времени (более 30 лет) находятся в хорошем состоянии, сохраняя свои декоративные качества. Может быть увеличено количество некоторых декоративных растения природной флоры Крыма, которые встречаются здесь единичными экземплярами: *Cornus mas*, *C. sanguinea* subs. *australis*, *Cotinus coggygria*, виды рода *Crataegus* L., *Quercus pubescens*, *Q. robur*.

В качестве дополнительного ассортимента мы рекомендуем ввести в состав зеленых насаждений поселка листопадные деревья: *Aesculus × carnea* Zeyh. (не поражается *Cameraria ohridella* в отличие от *Aesculus hippocastanum*), *Crataegus germanica* (L.) Kuntze, *C. monogyna* 'Rosea-plena', *Morus alba* 'Pendula', *Paulownia tomentosa* Steud., *Quercus castaneifolia* C. A. Mey, *Q. cerris* L., *Styphnolobium japonicum* 'Pendula', которые обладают необходимыми для региона экологическими свойствами (достаточно морозо- и засухоустойчивые). Ассортимент кустарников может быть дополнен следующими красивоцветущими видами и культиварами: *Caryopteris × clandonensis* A. Simmonds et Rehd., *C. incana* (Thunb. ex Houtt.) Miq., *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai, *Kolkwitzia amabilis* Graebn., *Exochorda racemosa* (Lindl.) Rehder., *Symporicarpos albus* (L.) S.F. Blake, *S. orbiculatus* Moench, *Viburnum opulus* 'Roseum', *Vitex agnus-castus* L. Также можно ввести в дополнительный ассортимент следующие вечнозеленые растения: *Berberis julianae* C.K.Schneid., *Cotoneaster buxifolius* Wall. ex Lindl., *C. dammeri* C.K.Schneid., *Lavandula angustifolia* Mill., *Ligustrum lucidum* W.T.Aiton, *Pseudosasa japonica* Makino, *Pyracantha coccinea* M.Roem., *Viburnum rhytidophyllum* Hemsl. Вопрос использования в данном районе хвойных деревьев нуждается в дополнительных исследованиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные мероприятия по озеленению поселка Приморский проводились в 50–70-е годы XX века во время формирования его инфраструктуры. Изучаемые объекты зеленого строительства включают зеленые зоны общего пользования (скверы), уличные насаждения и некоторые придомовые территории многоквартирных домов и частного сектора.

Дендрофлора поселка включает 95 видов и 14 культиваров, относящихся к 66 родам из 33 семейств. Ведущими семействами являются: Rosaceae – 16 видов и культиваров, Cupressaceae – 13 видов и культиваров, Fabaceae – 9 видов и культиваров, Oleaceae – 7 видов. Остальные семейства включают 1–4 вида. Наибольшим формовым разнообразием отличается род *Cupressus* (5 культиваров). Наиболее представлены в видовом отношении растения, широко распространенные по территории нескольких флористических областей (24,7 %) и средиземноморской флоры (16,5 %), которые хорошо адаптированы к почвенно-климатическим условиям региона.

В биоморфологической структуре дендрофлоры преобладают листопадные деревья (45,0 %), листопадные кустарники (21,1 %) и хвойные деревья (13,8 %). Вечнозеленые лиственные кустарники представлены слабо (4,6 %), деревья отсутствуют. Доля остальных биоморф незначительна.

Оценка декоративных качеств деревьев и кустарников показала, что большинство из них (45,9 %) проявляют их в продолжение вегетационного периода (Δ_3) – имеют декоративную листву, красивы в период цветения и плодоношения. Ассортимент деревьев и кустарников,

которые привлекательны во все сезоны года (Д₄), следует расширить, в основном, за счет хвойных и вечнозеленых лиственных растений. Вопрос возможности привлечения таковых в зеленые насаждения данного района требует дальнейшего изучения.

Проведенная оценка состояния древесных растений Приморского показала, что около половины (49,5 %) их видового и формового разнообразия находятся в хорошем и отличном состоянии (3–4 балла). Многие, особенно возрастные, деревья нуждаются в санитарной и формирующей обрезке. Значительный вред современному состоянию растений наносят вредители и болезни, которые нуждаются в дополнительных исследованиях. Основой ассортимента для озеленения поселка Приморский могут служить деревья и кустарники, которые массово (более 100 экземпляров) используются в его озеленении и на протяжении длительного времени (более 30 лет) находятся в хорошем состоянии, сохраняя свои декоративные качества.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБиОМ по теме НИР № 124030100098-0.

Список литературы

- Агрокліматичний довідник по Автономній республіці Крим (1986–2002 pp.) / [За ред. О. І. Прудка, Т. І. Адаменко]. – Сімферополь: Таврида, 2011. – 343 с.
- Багрова Л. А., Гаркуша Л. Я. Средообразующее значение искусственных лесонасаждений // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. – 2010. – Т. 23, №. 1. – С. 10–21.
- Галушко Р. В., Горак Ю. С. О результатах интродукции древесных растений в Евпаторийском дендропарке // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2002. – Вып. 84. – С. 53–57.
- Горбунова Т. Ю., Горбунов Р. В., Ключкина А. А. Оценка пейзажно-эстетической ценности ландшафтов Юго-Восточного Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. – 2017. – Т. 3 (69), № 3, ч. 2. – С. 237–249.
- Горячкін Ю. Н., Іванов В. А., Репетін Л. Н. Гидрометеорологіческі умови Феодосійського затоки // МГІ НАН України. – Севастополь, 2004. – 64 с.
- Ена А. В. Природна флора Кримського півострова. – Сімферополь: Н. Оріанда, 2012. – 231 с.
- История Приморского (Крым): статья: сайт / учредитель ООО «Онлайн Инновации». Москва. URL: <https://101hotels.com/recreation/russia/primorskii/history> (дата обращения: 19.08.2025)
- Котелова Н. В., Гречко Н. С. Оценка декоративности // Цветоводство. – 1969. – № 10. – С. 11–12.
- Кузнецов М. Е. Экологические проблемы устойчивого развития региона Большой Феодосии // Актуальные проблемы обеспечения устойчивого экономического и социального развития регионов: сб. матер. IX междунар. науч.-практ. конф. (Махачкала, 26 июля 2015 г.). – Махачкала: ООО «Апробация», 2015. – С. 17–20.
- Потапенко И. Л. Современное состояние зеленых насаждений городов и поселков Феодосийского региона // IV Феодосийские научные чтения: Тр. междисципл. науч.-практ. конф. (Феодосия, 25–27 мая 2017 г.). – Феодосия: Апт Лайф, 2017. – С. 173–177.
- Потапенко И. Л., Клименко Н. И., Летухова В. Ю. Биоморфологическая характеристика культивируемой дендрофлоры Юго-Восточного берега Крыма // Вестник Донецкого университета. Серия 01. Естественные науки. – 2024. – № 3. – С. 79–85.
- Потапенко И. Л., Клименко Н. И., Летухова В. Ю. Декоративные древесные растения в зеленых насаждениях населенных пунктов Юго-Восточного Крыма (на примере поселков Малореченское и Рыбачье) // Экосистемы. – 2021. – № 27. – С. 58–73.
- Потапенко И. Л., Клименко Н. И., Летухова В. Ю. Зеленые насаждения как фактор улучшения качества среды населенных пунктов Юго-Восточного рекреационного района Крыма // Экология городской среды: история, современность и перспективы: сб. статей Всеросс. науч.-практ. конф. (Астрахань, 25–26 октября 2018 г.). – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2018. – С. 141–145.
- Потемкина Н. В., Кулёва А. Е. Комплексная оценка озелененных территорий общего пользования в г. Судак Республики Крым // Научный альманах. – 2020. – № 11-3 (73). – С. 55–63.
- Репецкая А. И., Вишневский С. О., Савушкина И. Г., Городня Е. В., Рудык А. Н. Основные подходы к формированию устойчивой системы зеленых насаждений арт-кластера «Таврида» (Юго-Восточный Крым) // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т 24, № 11. – С. 1426–1436.
- Репецкая А. И., Савушкина И. Г., Городня Е. В. Декоративные древесно-кустарниковые растения для озеленения приморской зоны Юго-Восточного Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2025. – Т 1, № 153. – С. 107–116.
- Скребец Г. Н., Быстрова Н. В. Современные ландшафты побережья Юго-Восточного Крыма // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Т 10, № 2. – С. 771–774.
- Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 248 с.

Plants of the World Online: онлайн база данных: сайт Royal Botanic Gardens, Kew, 2017–2025. URL: <https://powo.science.kew.org/> (дата обращения: 26.07.2025).

Potapenko I. L., Letukhova V. Ju., Romanov B. V. Ornamental Arboreal Plants of the Primorsky Settlement (Southeastern Crimea) and Perspectives for their Use in Landscaping // *Ekosistemy*. 2025. Iss. 43. P. 7–19.

The present state of plantings in Primorsky settlement (South-Eastern Crimea) is investigated. Researchers examined public green areas (squares, street planting) and landscaping around some apartment buildings and private houses. The composition of species and taxonomic structure, form diversity and botanical and geographical origin of dendroflora was defined. We noted 95 species and 14 cultivars of arboreal plants related to 59 genus of 36 families. The majority of plants of the Primorsky dendroflora belong to species that are widely distributed over the territory of several floristic regions (24.7 %) and originate from the Mediterranean floristic region (22.0 %). The biomorphological structure is dominated by deciduous trees (45.0 %), deciduous shrubs (21.1 %) and conifers (13.8 %). The proportion of other biomorphs is insignificant. Some species and cultivars (21, or 19.3 %) are represented by large numbers (more than 100 specimens) in green spaces: 10 deciduous trees (*Albizia julibrissin*, *Fraxinus angustifolia*, *Maclura pomifera*, *Styphnolobium japonicum* and others), 4 conifers (*Cupressus arizonica*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Platycladus orientalis*, *P. o.* 'Globosa'), 5 deciduous shrubs (*Hibiscus syriacus*, *Lycium barbatum*, *Syringa vulgaris*, *Tamarix ramosissima*, *T. tetrandra*), 2 evergreen (including semi-evergreen) deciduous shrubs (*Ligustrum vulgare*, *Salvia rosmarinus*). These species and cultivars could form the foundation for future landscaping selections. They can serve as the basis for the assortment for landscaping. Species and cultivars represented by single specimens (58.7 %) have a wider diversity of biomorphs. The study of their ecological and biological characteristics will facilitate the determination of species (cultivar) suitability for widespread introduction into landscaping practices. The research also assessed ornamental features, revealing that the majority (45.9 %) of arboreal plants in Primorsky exhibit maximum decorative appeal during the vegetation period. Trees and shrubs that are decorative throughout all seasons of the year make up 34.9 % of the total species and form diversity of the Primorsky dendroflora. Almost half (49.5 %) of the arboreal plants are in good and excellent state, with 47.7 % in satisfactory state, and only 2.8 % in bad state. In general, most trees and shrubs are well adapted to the conditions of the region.

Key words: ornamental arboreal plants, landscaping, Primorsky, Southeastern Crimea.

Поступила в редакцию 15.05.25

Принята к печати 16.06.25

Донная фауна бухты Круглая (Чёрное море, Крым). Сообщение IV. Многолетние изменения

Ревков Н. К., Болтачева Н. А.

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН
Севастополь, Россия
nrevkov@yandex.ru, nboltacheva@mail.ru

Бухта Круглая, располагающаяся в черте города Севастополя, имеет основной исторически сложившийся профиль использования в качестве зоны рекреации и пляжного отдыха населения. Это обуславливает необходимость контроля состояния экологических ресурсов самой бухты и тенденций их изменения, которые могут быть следствием действия как локальных, так и региональных (крупномасштабных) факторов. Последнее важно знать для принятия соответствующих мер природоохранного характера. Имеющиеся в литературе данные, указывают на то, что экологический кризис черноморского бассейна, связанный с его гиперэвтрофированием (нарушением продукциино-деструкционного баланса в сторону накопления органического вещества), на рубеже 1980–1990-х годов определил увеличение биомассы зообентоса у берегов Крыма за счёт развития отдельных групп фильтраторов-сестонофагов. Был ли зарегистрирован и в бухте Круглая аналогичный ответ зообентоса на крупномасштабный процесс гиперэвтрофирования Чёрного моря во второй половине XX века, и если да, то каковы его особенности? На эти вопросы мы попытались ответить в предлагаемой работе. Её целью стали анализ структуры и многолетних изменений макрозообентоса бухты Круглая по результатам бентосных съёмок 1990, 2004 и 2013 годов, а также с привлечением более ранних литературных источников. Полученные результаты указывают на то, что наиболее высокие показатели биомассы макрозообентоса бухты были отмечены в 1990 году ($151,9 \pm 58,58 \text{ г/м}^2$). Во все периоды исследования в макрозообентосе присутствовало псаммофильное сообщество с доминированием двустворчатого моллюска *Chamelea gallina*, однако его состав и структура претерпевали изменения; общими для трех основных периодов исследования (1990, 2004 и 2013 годы) в сообществе *Ch. gallina* были 31 вид и надвидовой таксон, а уровень межгодового сходства состава макрофлоры не превышал 25 %. Наиболее высокая биомасса сообщества и степень доминирования в нем *Ch. gallina* были отмечены в 1990 году – $136,9 \text{ г/м}^2$ и 92 % соответственно. В 2004 и 2013 годы аналогичные параметры были существенно ниже – 22 г/м^2 , 57 % и $22,5 \text{ г/м}^2$, 55 % соответственно. Добавление к имеющемуся ряду наблюдений данных периода 1973–1989 годов показало, что в конце 1980-х – начале 1990-х годов в бухте Круглая наблюдалась вспышка количественного развития макрозообентоса, связанным с ответной реакцией на органическое обогащение акватории, что соответствует аналогичным процессам в этот период на других участках крымского побережья Чёрного моря. Как и у открытых берегов Крыма, основным эволюционющим видом, определившим увеличение общей биомассы макрозообентоса в указанный период, оказался псаммофильный фильтратор-сестонофаг *Ch. gallina*. Начиная с конца 1990-х годов отмечена квазистабилизация основных показателей количественного развития макрозообентоса бухты – их возвращение к параметрам докризисного (до 1980-х годов) для черноморской экосистемы периода. В бухте сохраняется комплекс видов, характерных для уникального биотопа так называемого «камфиокусного песка», известного для этой бухты с 1913 года.

Ключевые слова: макрозообентос, многолетние изменения, *Chamelea gallina*, Чёрное море.

ВВЕДЕНИЕ

Бухта Круглая располагается в черте города Севастополя и, благодаря естественным ресурсам и сложившейся инфраструктуре, является одной из зон рекреации и пляжного отдыха населения. В связи с этим важной задачей является контроль экологического состояния бухты. Составной частью этой работы является оценка состава и количественного развития донной фауны, являющейся наиболее консервативным элементом экосистемы бухты. Представленная работа является продолжением серии публикаций, в которых были рассмотрены эпифитон макрофитов бухты (Макаров и др., 2022), видовой состав, общие параметры количественного развития (Болтачева и др., 2022) и сезонные изменения донной макрофлоры рыхлых грунтов бухты (Болтачева, Ревков, 2023). В целом полученные результаты указывают на высокий уровень видового богатства и количественного развития макрозообентоса бухты в условиях природного (распреснение кутового участка бухты) и

антропогенного (как зоны пляжного отдыха населения) прессов. Было показано, что в 1990, 2004 и 2013 годы бентос рыхлых грунтов бухты был представлен одним из наиболее распространённых в Чёрном море – псаммофильным сообществом с доминированием двустворчатого моллюска *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758). В этом сообществе у открытых берегов Крыма для периода 1980–1990-х годов было отмечено значительное повышение биомассы зообентоса, связанное с массовым развитием двустворчатых моллюсков (Ревков, 2011; Бондарев, 2013; Ревков и др., 2014). Предполагалось, что это явление было следствием высокого уровня эвтрофирования вод Чёрного моря, связанного со смещением продукционно-деструкционного баланса в сторону накопления органического вещества, что в итоге определило массовое развитие моллюсков-сестонофагов – потребителей этого органического вещества. Более детальный анализ показал, что наблюдаемое на пике эвтрофирования увеличение биомассы зообентоса происходило за счет массового развития видов-доминантов, в то время как колебания численности более редких или мелких видов двустворчатых моллюсков не являлись определяющими (Ревков, 2003; Болтачева, Заика, 2018). В дальнейшем, в начале 2000-х годов фаза эвтрофикации сменилась периодом деэвтрофикации Чёрного моря (Заика, 2011; Юнев и др., 2019), что привело к снижению биомассы моллюсков-доминантов и, как следствие, зообентоса в целом.

Большинство работ, содержащих анализ реакции зообентоса на эвтрофирование черноморской экосистемы во второй половине 20 века у берегов Крыма, касались его открытого побережья. Для относительно закрытых акваторий бухт и заливов известна лишь одно исследование, посвященное бентосу Севастопольской бухты, где также было показано (Ревков, 2011) значительное повышение биомассы бентоса в 1990-х годах, происходившее, в основном, за счет другого двустворчатого моллюска – *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789). Указанное проявление доминирования различных видов на пике эвтрофирования вод – *Chamelea gallina* (открытое побережье) и *Cerastoderma glaucum* (бухта) – по-видимому, было связано исключительно со спецификой их биотической приуроченности: первого – к песчаному биотопу, второго – к илистому.

Цель настоящей работы – оценить многолетнюю динамику макрозообентоса в биотопе рыхлых грунтов бухты Круглая, на фоне уже известных в основном для открытых районов крымского побережья процессов структурных перестроек макрозообентоса, охватывающих более чем 40-летний период наблюдений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу работы положены материалы бентосных съемок рыхлых грунтов бухты Круглой в 1990, 2004 и 2013 годы, методическая часть обработки которых описана ранее (Болтачева и др., 2022). Дополнительно использованы материалы сборов 2018 года на десяти станциях в устьевой части бухты на глубине 15 м. Методика сбора и обработки материалов была аналогична таковой в 2004 и 2013 годах.

Выделение относительно однородных пространственно-временных группировок макрозообентоса (биоценотических комплексов) бухты Круглой выполнено с использованием методов многомерной статистики. Для этого, анализировалась исходная матрица данных по станциям, включающая материалы 1990, 2004 и 2013 годов исследования (всего 86 станций). Иерархическая кластеризация и ординация станций (программы CLUSTER и MDS) проведена на трансформированной в степени $1/4$ станционной матрице индексов функционального обилия ($ИФО_i$) видов в выражении:
 $ИФО_i = N_i^{0,25} \times B_i^{0,75}$, где N_i – численность таксона i , экз./м²; B_i – биомасса таксона i , г/м². Использована биомасса двустворчатых моллюсков без учёта мантийной жидкости.

Группирование станций выполнено методом групповых средних на основе корреляции Брэя–Куртиса. Выделение доминирующих (в дальнейшем – руководящих) видов биоценотических комплексов выполнено: 1) по их биомассе, 2) по ИФО, 3) по индексу плотности ($ИП_i$) в выражении $ИП_i = ИФО_i \times p_i$, где p – встречаемость вида i (0–1) и 4) по вкладу вида во внутрикомплексное сходство на основе абсолютных значений $ИФО_i$ (программа

SIMPER). Использованный *ИП_i* относится к линейке различных модификаций индексов плотности, применяемых в оценке значимости таксонов в рамках выделенных пространственных группировок бентоса (Ревков, Болтачева, 2022).

Фаунистическое сравнение зообентоса бухты в 1990, 2004 и 2013 годы выполнено по коэффициенту сходства Брея-Куртиса на основе станционной матрицы данных, трансформированной по принципу присутствие/отсутствие видов (соответствует коэффициенту сходства Чекановского-Серенсена).

Многомерный анализ данных (программы CLUSTER, MDS и SIMPER) и оценка индексов разнообразия зообентоса (программа DIVERS) проведены в пакете PRIMER-6 (Chatfield, Collins, 1980; Carr, 1997).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным бентосных съёмок 1990, 2004 и 2013 годов на рыхлых грунтах бухты Круглая зарегистрировано 173 вида макрозообентоса, при этом в 1990 году отмечено 55, в 2004 году – 142 и в 2013 году – 99 видов. Сопоставление состава донной фауны бухты 1990, 2004 и 2013 годов показало, что общими для трех периодов исследования являются 31 вид. Коэффициент Чекановского-Серенсена для 1990 и 2004 годов равен 0,42, для 1990 и 2013 годов – 0,43, а для 2004 и 2013 годов – 0,57. Полученные коэффициенты сходства фаунистических группировок бентоса бухты в разные годы являются достаточно высокими, что указывает на относительное постоянство основного состава её макрофaуны.

Анализ разнообразия макрозообентоса в разные годы по экологическим индексам выявил большое сходство этих показателей для сообществ в 2004 и 2013 годы. Относительно низкие показатели индексов Шеннона (H') и Симпсона (1-Lambda) в 1990 году свидетельствуют о том, что сообщество в этот период было менее разнообразно, чем в последующие два периода (табл. 1). Видовое богатство по Маргалефу (d), рассчитанное для первого периода также было низкое. Однако выровненность (J') в 1990 году была выше, чем в 2004 и 2013 годы, в то время как степень доминирования (Lambda) достоверно не отличалась.

Пространственно-временные группировки макрозообентоса бухты. Проведенный анализ всего массива данных за 1990, 2004 и 2013 годы показал, что на уровне 24 % сходства все станции разбиваются на три основных кластера (A, B и C) и маргинальную группу (рис. 1). Состав основных кластеров указывает на их детерминированность годом исследований. Только в кластере A, представленном в основном станциями, выполненными в 1990 году (30 станций), отмечена одна станция иного (2013 год) периода исследования. В кластер B вошли 19 станций 2013 года, в кластер C – 21 станция 2004 года. В дальнейшем эти основные кластеры станций использованы при анализе многолетних изменений макрозообентоса бухты. Маргинальная группа из 15 станций, имеющая наименьший уровень общности, представлена материалом, собранным в 1990 году (11 станций) и 2004 году (4 станции) и из дальнейшего сравнительного анализа была исключена.

Таблица 1

Значения количественных показателей и экологических индексов сообщества *Chamelea gallina* бухты Круглая в разные годы

Год	S	N, экз/м ²	B, г/м ²	J'	Lambda	1-Lambda	d	H'(log ₂)
1990	5±1	685±396	151,871±58,580 119,408±45,527	0,704±0,041	0,462±0,039	0,538±0,039	0,730±0,089	1,592±0,128
2004	31±10	5259±2119	38,5±27,1	0,488±0,04	0,399±0,046	0,601±0,046	3,603±0,228	2,41±0,214
2013	19±1	5900±2036	40,8±34,3	0,543±0,031	0,37±0,036	0,63±0,036	2,21±0,177	2,302±0,154

Примечание к таблице: S – среднее число видов на станции; индексы J' – выровненности Пиелоу, H' и «1-Lambda» – соответственно видового разнообразия Шеннона и Симпсона, d – видового богатства Маргалефа, «Lambda» – доминирования Симпсона; расчёт индексов выполнен на основе численности таксонов; для 1990 года над чертой приведена сырья биомасса с учетом мантийной жидкости двустворчатых моллюсков, под чертой (как и для 2004 и 2013 годов) – без ее учёта; для N и B приведены доверительные интервалы, в остальных случаях – ошибки средних.

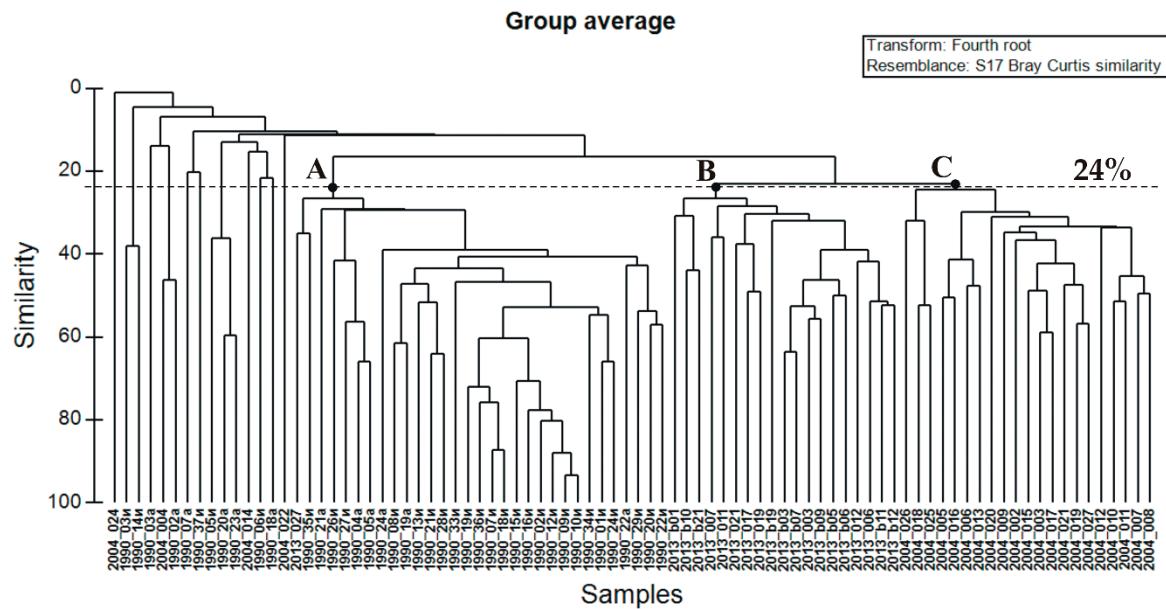


Рис. 1. Иерархическая кластеризация всех станций, выполненных в бухте Круглая в 1990, 2004 и 2013 годы

Достаточно высокий (76 %) уровень различий (рис. 1, 2) позволяет нам рассматривать кластеры А, В и С в качестве самостоятельных биоценотических группировок/комплексов макрообентоса.

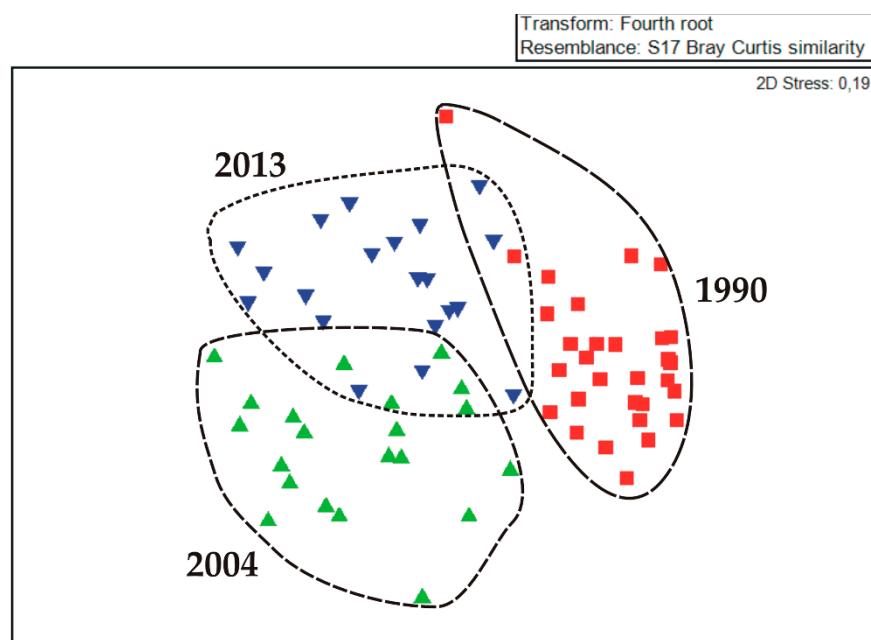


Рис. 2. Ординация станций, вошедших в кластеры А, В и С по годам

Согласно принципу биотической ординации по доминирующему виду относительно однородным комплексам станций может быть присвоено соответствующее биоценотическое название (Воробьев, 1949). Если принять в качестве значимости видов величину их индекса функционального обилия (ИФО), то оказывается, что донная макрофауна бухты в целом (кластеры станций А, В и С, рис. 2) представлена биоценозом *Chamelea gallina*; в каждом из выделенных кластеров наблюдается абсолютное доминирование этого вида (табл. 2)

Таблица 2

Виды, имеющие наибольший вклад в среднее сходство станций биоценотических группировок в 1990, 2004 и 2013 годы

Таксон	ИФО	$\bar{\beta}_i$	$\bar{\beta}_i/SD(\beta_i)$	$\bar{\beta}_i\%$	Cum.%
Комплекс 1990. Среднее внутрикомплексное сходство: 39,95					
<i>Chamelea gallina</i>					
<i>Tritia neritea</i> (Linnaeus, 1758)	156,68	37,98	1,46	96,26	96,26
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	4,83	0,32	0,20	0,81	97,06
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	2,26	0,28	0,20	0,71	97,77
<i>Protodorvillea kefersteini</i> (McIntosh, 1869)	1,98	0,26	0,25	0,65	98,42
<i>Tritia pellucida</i> (Risso, 1826)	1,32	0,21	0,19	0,52	98,95
<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)	0,95	0,17	0,15	0,43	99,37
<i>Tellina donacina</i> (Linnaeus, 1758)	1,00	0,13	0,16	0,33	99,71
<i>Loripes orbiculatus</i> Poli, 1795	1,29	0,04	0,11	0,09	99,80
<i>Rissoa splendida</i> Eichwald, 1830	0,48	0,03	0,15	0,06	99,86
Комплекс 2004. Среднее внутрикомплексное сходство: 16,79					
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	39,50	7,28	6,86	0,79	40,85
<i>Chamelea gallina</i>	5,14	4,85	0,43	28,88	69,73
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	2,14	1,43	0,41	8,50	78,23
<i>Diogenes pugilator</i>	0,32	0,85	0,31	5,04	83,28
<i>Schistomerigos rudolphi</i> (Delle Chiaje, 1828)	1,48	0,27	0,27	1,59	84,86
<i>Tricolia pullus</i> (Linnaeus, 1758)	0,35	0,21	0,25	1,24	86,10
<i>Centraloecetes dellavallei</i> (Stebbing, 1899)	0,34	0,17	0,49	1,22	87,33
<i>Oligochaeta g. spp.</i>	0,12	0,15	0,44	0,89	89,21
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839	0,44	0,15	0,25	0,87	90,08
Комплекс 2013. Среднее внутрикомплексное сходство: 16,40					
<i>Gouldia minima</i>	31,15	13,14	4,31	0,51	26,36
<i>Chamelea gallina</i>	5,79	4,67	3,63	0,48	48,58
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	1,75	3,24	0,89	19,82	68,39
<i>Cirrophorus harpagoneus</i> (Storch, 1967)	0,76	3,62	1,07	0,42	74,96
<i>Tellina donacina</i>	0,38	5,79	0,81	0,20	6,57
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	0,34	1,75	0,63	0,26	79,91
<i>Cryptosula pallasiiana</i> (Moll, 1803)	0,34	0,76	0,61	0,49	83,77
<i>Micronephthys longicornis</i> (Perejaslavtseva, 1891)	0,34	0,38	0,24	0,26	87,53
<i>Spio decorata</i> Bobretzky, 1870	1,00	0,34	0,23	1,47	89,01
<i>Branchiostoma lanceolatum</i> (Pallas, 1774)	0,34	1,00	0,19	0,33	90,39
				1,39	91,52

Примечание к таблице. ИФО – среднее значение индекса функционального обилия; $\bar{\beta}_i$ – абсолютный и $\bar{\beta}_i\%$ – относительный вклад вида i в среднее сходство Брэя–Куртиса внутри комплекса; SD – стандартное отклонение.

Кроме абсолютных показателей развития видов другими важными экологическими критериями выделения относительно однородных группировок бентоса могут являться стабильность развития таксонов внутри выделенных комплексов станций ($\bar{\beta}_i/SD(\beta_i)$) и их вклад во внутрикомплексное сходство ($\bar{\beta}_i$ и $\bar{\beta}_i\%$). Полученные в этой связи результаты указывают на комплексообразующую роль и других (кроме руководящего вида) видов бентоса и на возможность присвоения выделенным биоценотическим комплексам следующих названий: кластер А, 1990 год – *Chamelea gallina*; кластер С, 2004 год – *Chamelea gallina* + *Protodorvillea kefersteini*; кластер В, 2013 год – *Chamelea gallina* + *Gouldia minima* + *Protodorvillea kefersteini*.

Оценка значимости видов по их индексу плотности (табл. 3) дало схожие с многомерным анализом (табл. 2) результаты: как по доминированию *Chamelea gallina* в трёх временных группировках, так и по возможности включения в состав значимых видов на правах субдоминантов соответственно *Protodorvillea kefersteini* (2003 и 2013 годы) и *Gouldia minima* (2013 год).

Таблица 3

Виды макрозообентоса, имеющие наибольшие значения ИП в бухте Круглая
в 1990, 2004 и 2013 годы

Таксон	ИП 1990	Таксон	ИП 2004	Таксон	ИП 2013
<i>Chamelea gallina</i>	151,46	<i>Chamelea gallina</i>	24,45	<i>Chamelea gallina</i>	21,22
<i>Tritia neritea</i>	1,45	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	7,28	<i>Gouldia minima</i>	6,86
<i>Diogenes pugilator</i>	0,79	<i>Mytilaster lineatus</i>	4,16	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	5,10
<i>Gouldia minima</i>	0,68	<i>Diogenes pugilator</i>	1,33	<i>Cirrrophorus harpagoneus</i>	2,75
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	0,57	<i>Cerastoderma glaucum</i>	0,67	<i>Tellina donacina</i>	2,47
<i>Spisula subtruncata</i>	0,23	<i>Loripes orbiculatus</i>	0,66	<i>Lucinella divaricata</i>	0,83
<i>Tritia pellucida</i>	0,22	<i>Tricolia pullus</i>	0,49	<i>Diogenes pugilator</i>	0,62

Результаты многомерной классификации донной макрофaуны б. Круглая на основе ИФО, а также оценка значимости видов по их индексу плотности, в целом соответствуют аналогичным данным по выделению биотических группировок бентоса (биоценозов) на основе биомассы доминирующего вида (Болтачева и др., 2022) (табл. 4).

Кривые рангового распределения видов на основе значений их ИП дают представление о длине видового ряда и его выравненности (рис. 3а). Следует обратить внимание на степень абсолютного и относительного доминирования *Ch. gallina*. В 1990 году ИП этого вида, даже с учетом методических ограничений (недоучет мелкоразмерных форм бентоса) достигал 183,3, тогда как в 2004 и 2013 годы соответственно 24,5 и 21,2, снизившись, соответственно в 7,7 и 8,6 раз (рис. 3б). При этом, на фоне общего снижения суммарных показателей ИП макрозообентоса, было отмечено резкое сокращение доминирования *Ch. gallina* по ИП с 97 % (от суммарных значений ИП для всего макрозообентоса в 1990 году) до 56 и 49 % (соответственно в 2004 и 2013 годы).

Отметим, что исключённая из основного анализа маргинальная группа станций, представленная в основном данными 1990 года (см. рис. 2), включает 49 таксонов. Эти станции расположены в основном в самой мелководной кутовой части бухты и у пляжной зоны. По ИП доминантами в данной группе выступают *Tricolia pullus* (0,40), *Diogenes pugilator* (0,37), *Cerastoderma glaucum* (0,35) и *Tritia neritea* (0,31).

В Сообщении II (Болтачева и др., 2022) на основании принципа станционного доминирования по биомассе было указано на развитие в бентосе бухты во все периоды исследования сообщества двустворчатого моллюска *Chamelea gallina*, однако с тенденцией ослабления его пространственного развития в 2000-е годы. Если в 1990 году сообщество *Chamelea gallina* занимало практически всю площадь рыхлых грунтов бухты, то в 2004 году бентос был представлен четырьмя основными сообществами (*Chamelea gallina*, *Mytilaster lineatus*, *Diogenes pugilator* и *Cerastoderma glaucum*), в 2013 году — тремя (*Chamelea gallina*, *Gouldia minima* и *Tellina donacina*). Представляет интерес анализ изменений количественных показателей макрозообентоса бухты в эти годы.

Следует отметить, что первые фаунистические исследования бухты Круглая были проведены еще в начале прошлого века. Они показали, что в бентосе на выходе из бухты на

Таблица 4

Виды-доминанты в бентосе рыхлых грунтов бухты Круглой на основе
разных показателей их выделения

Год	Оцениваемый параметр развития вида		
	Биомасса	ИФО	ИП
	*Биоценоз / число станций	Комплекс А / 30 станций	
1990	<i>Chamelea gallina</i> / 30	<i>Chamelea gallina</i> (156,68) <i>Tritia neritea</i> (4,83) <i>Gouldia minima</i> (2,26) <i>Diogenes pugilator</i> (1,98)	<i>Chamelea gallina</i> (151,46) <i>Tritia neritea</i> (1,45) <i>Diogenes pugilator</i> (0,79) <i>Gouldia minima</i> (0,98)
2004	<i>Chamelea gallina</i> / 9 <i>Mytilaster lineatus</i> / 5 <i>Diogenes pugilator</i> / 3 <i>Cerastoderma glaucum</i> / 2	Комплекс С / 21 станция	
		<i>Chamelea gallina</i> (39,5) <i>Protodorvillea kefersteini</i> (7,28) <i>Mytilaster lineatus</i> (5,14) <i>Diogenes pugilator</i> (2,14)	<i>Chamelea gallina</i> (24,45) <i>Protodorvillea kefersteini</i> (7,28) <i>Mytilaster lineatus</i> (4,16) <i>Diogenes pugilator</i> (1,33) <i>Cerastoderma glaucum</i> (0,67)
2013	<i>Chamelea gallina</i> / 8 <i>Gouldia minima</i> / 3 <i>Tellina donacina</i> / 2	Комплекс В / 19 станций	
		<i>Chamelea gallina</i> (31,15) <i>Gouldia minima</i> (13,14) <i>Tellina donacina</i> (5,79) <i>Protodorvillea kefersteini</i> (4,67) <i>Cirrophorus harpagoneus</i> (3,62)	<i>Chamelea gallina</i> (21,22) <i>Gouldia minima</i> (6,86) <i>Protodorvillea kefersteini</i> (5,10) <i>Cirrophorus harpagoneus</i> (2,75) <i>Tellina donacina</i> (2,47)

Примечание к таблице. После косой черты указано количество станций, приходящихся на соответствующий биоценоз или биоценотический комплекс; в круглых скобках представлены значения соответствующих переменных; * – из (Болтачева и др., 2022).

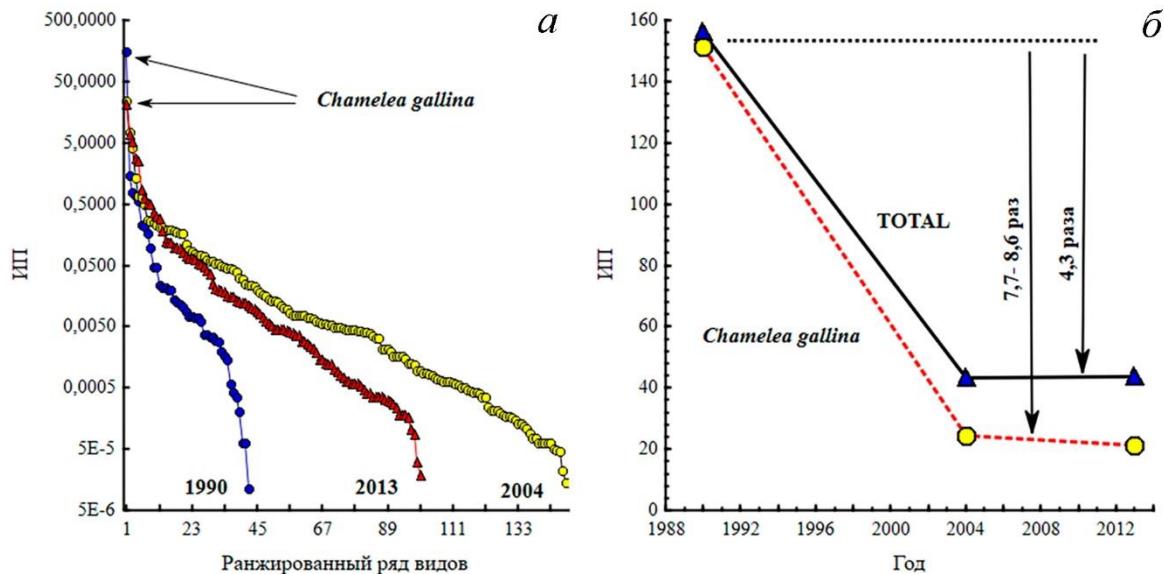


Рис. 3. Кривые рангового распределения видов макрозообентоса бухты Круглая по индексу плотности (ИП) в разные годы (а) и многолетние тренды ИП *Chamelea gallina* и макрозообентоса в целом (TOTAL) (б)

глубине 5–27 м на крупном песке из битой ракушки присутствовали виды, отнесённые С. А. Зерновым (1913) к комплексу «амфиоксусного песка». Его характерными представителями были ланцетник *Branchiostoma lanceolatum* (ранее *Amphioxus*), полихеты *Ophelia limacina* (Rathke, 1843), *Polygordius neapolitanus* Fraipont, 1887 и двустворчатый

моллюск *Gouldia minima*. Эти виды сохранили своё присутствие в составе современной фауны бухты (рис. 4). Ланцетник в настоящее время включён в Красную Книгу города Севастополя (Красная книга..., 2018).

Численность и биомасса. Количественные показатели развития макрозообентоса в 2004 и 2013 годы близки (табл. 3). В отличие от этого, в 1990 году отмечена более чем в 7 раз низкая численность, что, связано с методическими особенностями обработки материала, при которых недоучитывались мелкие формы бентоса. В отличие от параметра численности, для биомассы указанные различия в методике, как правило, не столь существенны, поскольку речь идёт о наиболее лёгкой фракции макрозообентоса. В нашем случае, даже при указанном недоучёте, биомасса макрозообентоса в 1990 году была выше аналогичных параметров 2004 и 2013 года соответственно в 3,1 и 2,9 раз.

Использование литературных данных (Миловидова, 1975; Миловидова, Алемов, 1992; Миронов и др.. 2003; Алемов, 2025) позволило расширить временной ряд наблюдений за бентосом бухты (рис. 5). На более чем сорокалетнем временном интервале отмечено увеличение общей биомассы макрозообентоса в конце 1980-х – начале 1990-х годов, обусловленное развитием двустворчатого моллюска *Ch. gallina*. Его биомасса в 1988 году была в 8 раз больше, чем в 1970-е годы и до середины 1990-х годов колебалась в пределах 97–142 г/м². Начиная со второй половины 1990-х биомасса *Ch. gallina* в бухте снизилась, и в 2004, 2013 годы оставалась на уровне 1970-х годов.

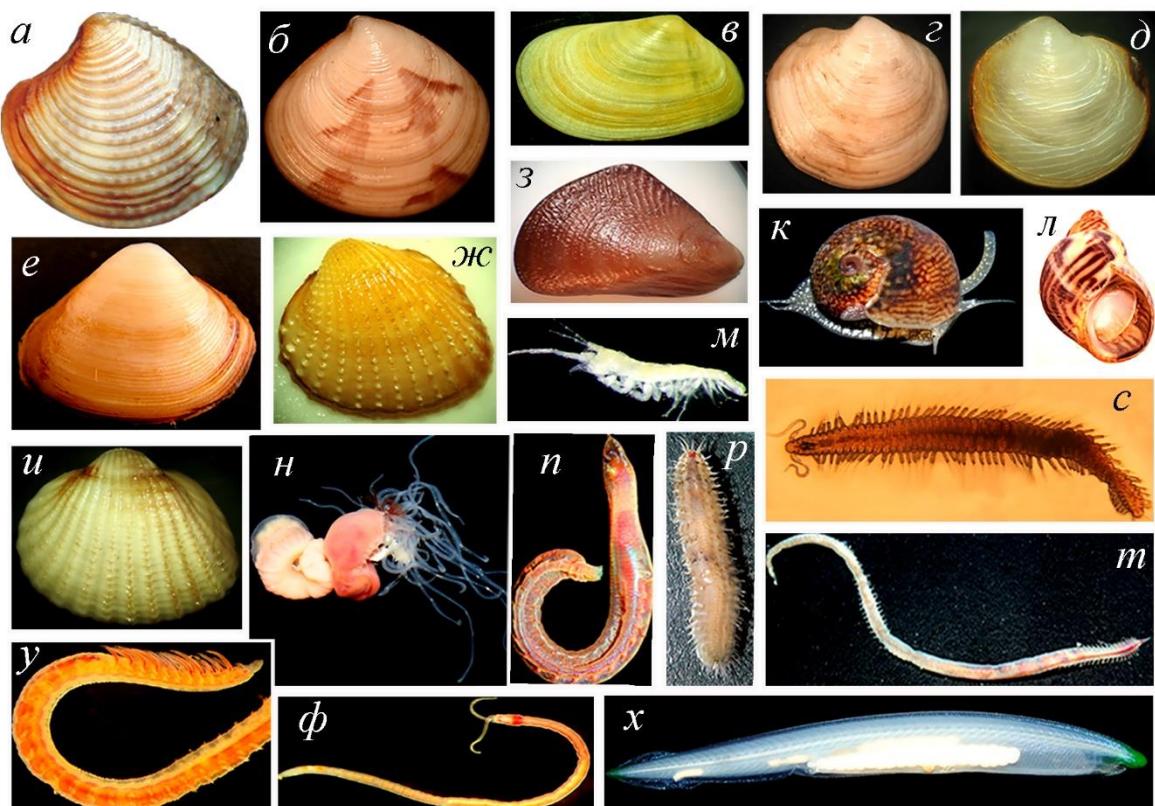


Рис. 4. Некоторые характерные виды макрозообентоса бухты Круглая
Chamelea gallina (а), *Gouldia minima* (б), *Tellina donacina* (в), *Loripes orbiculatus* (г), *Lucinella divaricata* (д), *Spisula subtruncata* (е), *Parvicardium exiguum* (жс), *Mytilaster lineatus* (з), *Cerastoderma glaucum* (у), *Tritia neritea* (к), *Tricolia pullus* (л), *Centraloecetes dellavallei* (м), *Amphitritides gracilis* (и), *Ophelia limacina* (н), *Harmothoe* sp. (п), *Protodrilus kefersteini* (с), *Glycera tridactyla* (т), *Aonides paucibranchiata* (ю), *Protodrilus flavocapitatus* (ф), *Branchiostoma lanceolatum* (х). Авторы фото: Н. К. Ревков (а–и, л), А.А. Надольный (к, м–х)

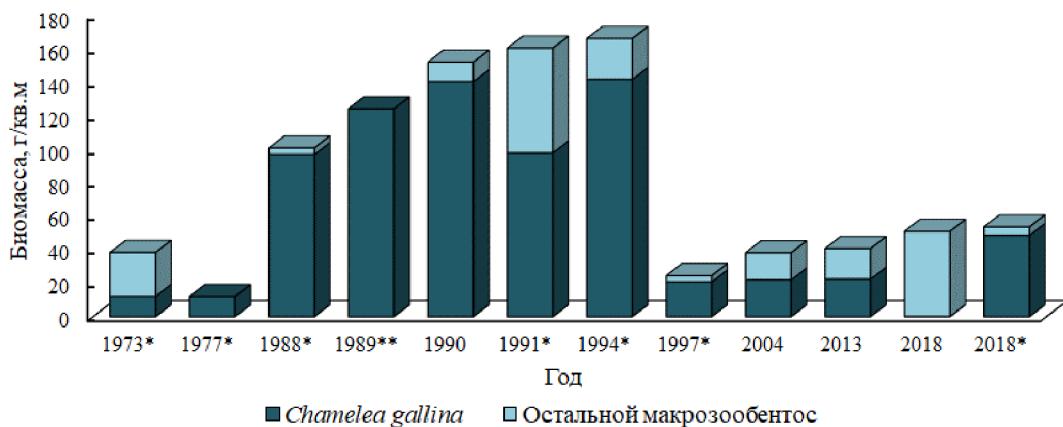


Рис. 5. Многолетняя динамика средней биомассы макрозообентоса, включая *Chamelea gallina*, в бухте Круглая по данным из разных источников

1973*, 1977*, 1988*, 1991*, 1994*, 1997*, 2018* годы – из Миловидова, 1975, Миловидова, Алемов, 1992, Миронов и др., 2003, Алемов, 2025; 1989** год – из Гордеева и др., 1992; 1990, 2004, 2013 и 2018 годы – наши данные; для 1977 и 1989 годов приведена только биомасса *Chamelea gallina*.

К сожалению, после 2013 года мы имеем пока не опубликованные данные только для устьевой глубоководной (глубина 15 м) части бухты. В 2018 году средние значения биомассы макрозообентоса для десяти станций, выполненных в этом районе, составляли 52,4 г/м², что вполне сопоставимо с данными 2004 и 2013 годов. При этом доминирующим видом был *G. minima*, его биомасса – 19,7 г/м², а биомасса *Ch. gallina* – 0,17 г/м². Следует отметить, что в 1990 году в этой части бухты биомасса макрозообентоса достигала 178,8 г/м², а доля хамелеи составляла 81 %. Для 2018 года опубликованы также данные по бентосу на четырех станциях в центральной части бухты, где значения средней биомасса макрозообентоса – 53,55 г/м² – сходны с нашими данными, однако масса доминирующего *Ch. gallina* составляла 90,7 % общей биомассы бентоса (Алемов, 2025).

Сходный характер многолетней динамики биомассы макрозообентоса в течение последних сорока лет был отмечен в биотопе рыхлых грунтов на глубине до 25–30 м у открытых берегов южного и юго-восточного Крыма (Мазлумян и др., 2004, 2009; Ревков, 2009, 2011). Здесь устойчивое увеличение биомассы зообентоса в 1980–1990-х годах прошлого века авторы связывали с повышением эвтрофирования вод Чёрного моря. По мнению авторов, органическое обогащение придонных вод привело к снятию верхних порогов трофического лимитирования в развитии зообентоса. Как и в планктоне, где чрезмерное поступление биогенных элементов приводит к «цветению» толщи воды или массовому развитию отдельных форм микроводорослей, так и в бентосе, последствием избытка доступной пищи стало массовое развитие отдельных форм потребителей этой органики. В условиях Чёрного моря доминирующим (по биомассе) компонентом подавляющего большинства биоценозов являются двустворчатые моллюски-фильтраторы (Киселева, 1981). Формируемые ими (*Mytilus galloprovincialis*, *Chamelea gallina*, *Modiolula phaseolina*) биофильтрационные пояса изначально являются важными компонентами черноморской экосистемы, удерживающими её в состоянии экологического равновесия. Ответом на повышение степени эвтрофирования вод должна была стать реакция этих биофильтрационных поясов, выразившаяся в их структурно-функциональной перестройке. Однако снятие лимитов обеспеченности пищей для многих из фильтраторов оказалось неоднозначным. Так исследования макрозообентоса Юго-Западного Крыма показало наличие в 1980-е – 1990-е годы возрастания средних продукционных показателей зообентоса в верхних (биоценоз *Ch. gallina*, глубина 13–25 м) и снижение – в нижних (зона мидиевых и фазеолиновых илов, глубина 26–110 м) горизонтах шельфа (Ревков, 2003). Наряду с исключительным усилением развития *Ch. gallina*, было отмечено снижение в

показателях количественного развития у *Spisula subtruncata*, *Polititapes aurea*, иловой мидии *Mytilus galloprovincialis* и *Modiolula phaseolina*.

Положительную реакцию *Ch. gallina* на эвтрофирование хорошо иллюстрирует специальное исследование развития макрозообентоса в районе выпуска сточных вод у западного побережья Крыма (близ пос. Любимовка) (Ревков и др., 1999). Выпуск содержал очищенные хозяйствственно-бытовые воды, в состав которых входили: взвесь в концентрации 6,1–8,0 мг/л, органические вещества 2 мг/л, а также фосфаты, аммонийный азот, нефтепродукты, медь, железо, сульфаты и хлориды. На глубине 10 м в 15 м от оголовка канализационного выпуска биомасса *Ch. gallina* была более чем в 7 раз выше, чем средние величины для биоценоза хамелеи у берегов Крыма, которые обычно не превышали 200–300 г/м² (Киселева, 1981). По мере удаления от оголовка сброса биомасса и доминирование *Ch. gallina* снижалась соответственно с 2293 г/м² и 86 % (от общей биомассы макрозообентоса) до 717 г/м² и 62 %.

Последующий процесс «де-эвтрофикации» бассейна (Заика, 2011; Юнев и др., 2019) привел к возвращению показателей количественного развития бентоса к уровню середины прошлого столетия (Ревков, 2011; Болтачева и др., 2015; Болтачева, Заика, 2018).

Размерная структура популяции *Chamelea gallina*. В бухте Круглая в период с 1990 до 2013 год отмечено уменьшение среднепопуляционных размеров *Ch. gallina* (рис. 6). При использовании имеющихся размерно-возрастных соотношений для *Ch. gallina* в бухте Круглой (Boltacheva, Mazlymutap, 2003) оказывается, что в выборке 1990 года присутствовали моллюски практически максимального (для Чёрного моря) возраста 8–9 лет (до 27 мм). В 2004 году максимальный возраст моллюсков можно оценить в 4–5 лет (до 21 мм), в 2013 году – 2 года (до 14 мм).

Динамика биомассы двустворчатых моллюсков. Динамика биомассы других двустворчатых моллюсков оказалась противоположной динамике биомассы хамелеи. Так если биомасса двустворок, за исключением хамелеи, в 1990 году была 3,65 г/м² (2,5 % общей биомассы бентоса), то в 2004 году она составляла 10,25 г/м² (26,9 %), а в 2013 – 11,72 г/м² (28,7 %). Субдоминантом среди двустворок во все периоды являлась *Gouldia minima*, а в 2013 году она вошла в число руководящих, при этом также возросла роль вида *Lucinella divaricata*, не отмеченного в 1990 году.

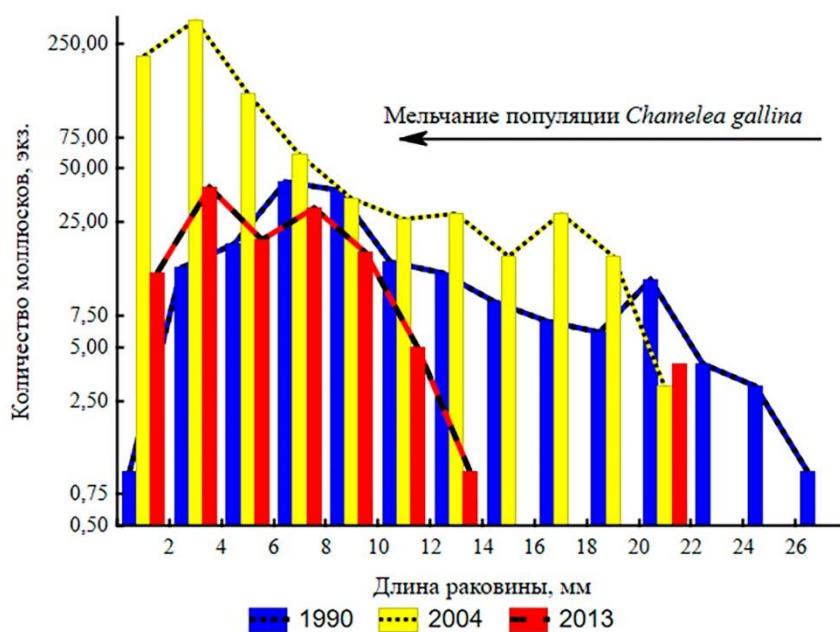


Рис. 6. Размерная структура популяции *Chamelea gallina* в бухте Круглая в разные годы

В упоминавшемся выше исследовании распределения макрообентоса в районе выпуска сточных вод у западных берегов Крыма (Ревков и др., 1999) помимо *Ch. gallina* было рассмотрено распределение других двустворчатых моллюсков – *G. minima*, *L. divaricata* и *P. rudis*. В отличие от хамелеи, у этих видов по мере удаления от оголовка сброса наблюдалось увеличение плотности поселения. На основании этих данных авторы пришли к заключению, что *G. minima*, *L. divaricata* и *P. rudis* более чувствительны, чем *Ch. gallina*, к повышенному содержанию в воде органических соединений, то есть, демонстрируют отрицательную реакцию на действие источника эвтрофирования. Возможно, именно это и объясняет относительно низкие количественные показатели *G. minima* и *L. divaricata* в бухте Круглой на пике эвтрофирования черноморского бассейна в 1990 году.

Сходная направленность динамики обилия разных двустворчатых моллюсков в течение последних 30–40 лет была показана для биоценоза рыхлых грунтов Юго-Восточного Крыма (Болтачева, Заика, 2018). Пику количественного развития *Ch. gallina*, приходящемуся на 1990-е годы, соответствовало снижение количественных показателей других двустворчатых моллюсков – *G. minima* и *L. divaricata*.

Таким образом, вспышка количественного развития бентоса в бухте Круглой в конце 1980-х – начале 1990-х годов произошла, в основном, за счет доминирующего вида *Ch. gallina*, а в 2004 году количественные показатели этого вида, и сообщества в целом, вернулись к уровню 1970-х годов, и продолжали оставаться таковыми до 2018 года.

Согласно материалам количественного учета донной фауны в устьевой части бухты в 1912 году, самым «обильным» из моллюсков в бентосе данного района была *G. minima*, на втором месте – *L. divaricata*; *Ch. gallina* присутствовала в небольшом количестве (Зернов, 1913; Милашевич, 1916). К 1980-м годам, согласно нашим данным, лидирующие позиции в бентосе данного района переходят к *Ch. gallina*, а в 2018 году – снова, как и век назад, к *G. minima*. В целом, в современных сборах обнаружен практически весь набор видов моллюсков, отмеченный в бухте в начале прошлого века (Ревков и др., 2006; Болтачева и др., 2022).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ многолетних изменений макрообентоса рыхлых грунтов бухты Круглая с 1990 по 2013 годы показал, что на протяжении указанного 23-летнего периода основным сообществом бухты являлось сообщество двустворчатого моллюска *Ch. gallina*, однако его состав и структура претерпевали изменения. Отмечено снижение биомассы *Ch. gallina* и макрообентоса в целом, уменьшение среднепопуляционных размеров *Ch. gallina*, а также значительное снижение степени ее доминирования в бентосе. В 1990 году биомасса *Ch. gallina* составляла 136,9 г/м² (90 % биомассы всего сообщества), в 2004 году – 22 г/м² (57 %) и в 2013 году – 22,5 г/м² (55 %).

Привлечение данных более ранних исследований (с 1973 года) дало возможность более точно определиться со временем начала формирования многолетнего пика биомассы зообентоса бухты. Его формирование пришлось на конец 1980-х – начало 1990-х годов и совпало по времени с пиком эвтрофирования черноморского бассейна. Имеющиеся данные указывают, что основным эволюционирующим видом в песчаном биотопе бухты, определившим, общую картину ответной реакции макрообентоса (за счёт массового развития и превалирования биомассы) являлась *Ch. gallina*. В настоящее время показатели количественного развития макрообентоса в биотопе рыхлых грунтов бухты фактически вернулись к уровню 1970-х годов. Отмеченные закономерности многолетней динамики бентоса в песчаном биотопе бухты Круглая в целом соответствуют общей картине адаптивных эволюционных изменений зообентоса у берегов Крыма на этапе эвтрофирования черноморского бассейна во второй половине XX века.

Несмотря на высокий антропогенный пресс, сообщество макрообентоса в б. Круглая имеет высокие показатели видового богатства и разнообразия. Здесь сохраняется комплекс видов (*Ophelia limacina*, *Polygordius neapolitanus*, *Gouldia minima*, *Branchiostoma lanceolatum*),

характерных для уникального биотопа так называемого «камфиокусного песка», известного для этой бухты с 1913 года. Из них последний отнесен к охраняемым краснокнижным видам города Севастополя.

Благодарности. Авторы выражают большую признательность А. С. Повчуну за любезно предоставленные первичные материалы бентосных съемок 1989–1990 годов, В. А. Тимофееву за участие в сборе материала. Г. А. Добротиной за помощь при разборке материала и определение мшанок.

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ ИнБиОМ по теме «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения» №124022400148-4.

Список литературы

- Алемов С. В. Макрообентос бухты Круглая (Крым, Черное море) во второй декаде XXI века // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2025. – Т. 8, № 1. – С. 41–54. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2025_8_1_41
- Болтачева Н. А., Заика В. Е. Моллюски *Chamelea gallina* и *Mytilus galloprovincialis* верхней сублиторали: многолетние изменения // Биология Черного моря у берегов Юго-Восточного Крыма / [Под ред. Н. С. Костенко]. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – С. 87–96. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5150>
- Болтачева Н. А., Ковалёва М. А., Макаров М. В., Бондаренко Л. В. Многолетние изменения макрофлоры скал в зоне верхней сублиторали у Карадага (Чёрное море) // 100 лет Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского: сб. науч. тр. / [Ред. А. В. Гаевская, А. Л. Морозова]. – Симферополь. – 2015. – С. 530–548. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/549>
- Болтачева Н. А., Ревков Н. К., Бондаренко Л. В., Макаров М. В., Надольный А. А. Донная фауна бухты Круглой (Чёрное море, Крым). Сообщение II. Таксономический состав и количественное развитие макрообентоса рыхлых грунтов // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – Природного заповедника РАН. – 2022. – № 2 (22). – С. 3–22. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/11934>
- Болтачева Н. А., Ревков Н. К. Донная фауна бухты Круглая (Черное море, Крым). Сообщение III: Сезонные изменения макрообентоса рыхлых грунтов // Биоразнообразие и устойчивое развитие. – 2023. – Т. 8, № 4. – С. 3–19. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/13936>
- Бондарев И. П. Динамика руководящих видов современных фаций Чёрного моря // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2013. – № 3. – С. 78–93.
- Воробьёв В. П. Бентос Азовского моря // Труды Азово-Черноморского научно-исследовательского морского рыбного хозяйства и океанографии. – Симферополь: Крымиздат. 1949. – Вып. 13. – С. 5–195.
- Гордеева И. К., Лежнев И. В., Городевич К. Бентос севастопольской бухты Омега. – Севастополь. – 1992. – 41 с. – Деп. в ВИНИТИ, № 1265-Б92.
- Заика В. Е. Де-эвтрофикация Чёрного моря и влияние климатических осцилляций // Состояние экосистем Чёрного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия: Сборник статей, посвященный 90-летию Новороссийской морской биологической станции им. профессора В. М. Арнольди. – Краснодар. – 2011. – С. 88–93.
- Зернов С. А. К вопросу об изучении жизни Черного моря. – С.-Петербург. – 1913. – 280 с. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1951>
- Киселева М. И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. – Киев: Наук. Думка, 1981. – 165 с. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/8133>
- Красная книга города Севастополя / [Ред. И. В. Довгаль, В. В. Корженевский]. – Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДОАФК», 2018. – 432 с.
- Мазлумян С. А., Болтачева Н. А., Колесникова Е. А. Анализ долговременных изменений разнообразия бентоса в бухте Лисья (юго-восточное побережье Крыма) // Морской экологический журнал. – 2004. – Т. 3, №. 1. – С. 59–72. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/735>
- Мазлумян С. А., Болтачева Н. А., Ревков Н. К. Анализ изменения разнообразия бентоса в биотопе песка в акватории Карадагского природного заповедника (юго-восточное побережье Крыма) // Карадаг – 2009: Сборник научных трудов, посвящённый 95-летию Карадагской научной станции и 30-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины / [Ред. А. В. Гаевская, А. Л. Морозова]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С. 382–400. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/500>
- Макаров М. В., Бондаренко Л. В., Копий В. Г. Донная фауна бухты Круглой (Чёрное море, Крым). Сообщение I. Эпифиты макрофитов // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – Природного заповедника РАН. – 2022. – № 1 (21). – С. 11–26. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/11726>
- Милашевич К. О. Моллюски русских морей. Моллюски Черного и Азовского морей // Фауна России и сопредельных стран. – Петроград. – 1916. – 312 с. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/14189>

- Миловидова Н. Ю. Изменение донных биоценозов Севастопольских бухт за период с 1913 по 1973 гг. // Биология моря. – 1975. – Вып. 35. – С. 117–124. <https://rest.marine-research.ru/api/core/bitstreams/347ce214-ada1-4e0c-824d-72713783d380/content>
- Миловидова Н. Ю., Алемов С. В. Зообентос мягких грунтов Севастопольских бухт и прилегающих районов // Молисмология Черного моря. – Киев: Наук. Думка, 1992. – С. 263–281.
- Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алемов С. В. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в 20 веке. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1466>
- Ревков Н. К. Многолетние изменения зообентоса рыхлых грунтов в районе юго-западного Крыма // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 222–228. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1467>
- Ревков Н. К. Некоторые замечания по составу и многолетней динамике фауны моллюсков рыхлых грунтов юго-восточного Крыма (Черное море) // Карадаг – 2009: сборник науч. тр. посвящ. 95-летию Карадагской науч. станции и 30-летию Карадаг. природного заповедника НАН Украины. – Севастополь. – 2009. – С. 251–261. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/487>
- Ревков Н. К. Количественное развитие макрообентоса и его многолетняя динамика // Промысловы биоресурсы Черного и Азовского морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 144–152. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1363>
- Ревков Н. К., Валовая Н. А., Колесникова Е. А. Николаенко Т. В., Шаляпин В. К. К вопросу о реакции черноморского макрообентоса на эвтрофирование // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь. – 1999. – С. 199–212. <https://www.researchgate.net/publication/265397117>
- Ревков Н. К., Макаров М. В., Копий В. Г. Таксоцен моллюсков бухты Круглой (Крым, Чёрное море) // Еколо-функціональні та фауністичні аспекти дослідження молюсків. їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища: Збірник наукових праць. – 2-й вип. – Житомир: Вд-во ЖДУ ім. І. Франка, 2006. – С. 239–243.
- Ревков Н. К., Тимофеев В. А., Лисицкая Е. В. Состав и сезонная динамика макрообентоса локального биотического комплекса *Chamelea gallina* (Западный Крым, Чёрное море) // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2014. – № 11 (30). – С. 247–259. <https://ekosystems.cfuv.ru/wp-content/uploads/2016/11/032revkov.pdf>
- Ревков Н. К., Болтачева Н. А. Восстановление биоценоза черноморского гребешка *Flexopecten glaber* (Bivalvia: Pectinidae) у берегов Крыма (район Ласпи) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2022. – № 4. – С. 90–103. <https://ecological-safety.ru/static/assets/files/2022/04/20220407.pdf>
- Юнев О. А., Коновалов С. К., Великова В. Антропогенная эвтрофикация в пелагической зоне Черного моря: долговременные тренды, механизмы, последствия. – М.: Изд-во ГЕОС, 2019. – 164 с. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/7989>
- Boltacheva N. A., Mazlymyan S. A. The Growth and Longevity of *Chamelea gallina* (Mollusca. Veneridae) in the Black Sea // Vestnik zoologii. – 2003. – Т. 37, N 3. – P. 71–74. <https://www.academia.edu/>
- Carr M. R. Primer User Manual. Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research // Plymouth Marine Laboratory. – 1997. – Chapter 4. – P. 1–27.
- Chatfield C., Collins A. J. Introduction to multivariate analysis. – London: Chapman & Hall Publ., 1980. – 329 p.

Revkov N. K., Boltachova N. A. Benthic Fauna of the Kruglaya Bay (Black Sea, Crimea). Part IV. Long-term Changes // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 20–33.

Kruglaya Bay, located within the city of Sevastopol, has a historically established primary function as a recreational area. This necessitates ongoing monitoring the status of the ecological resources of the bay itself and trends in their change. The causes of change can be varied and dependent on both local and large scale regional factors. Comprehensive understanding of these drivers is important for taking appropriate conservation measures. The data available in the literature sources indicate that the ecological crisis of the Black Sea basin, associated with its hypereutrophication (disturbance of the production-destructive balance in the direction of organic matter accumulation) at the turn of 1980–1990s resulted in increased zoobenthos biomass near the Crimean coast due to the development of certain groups of filter-feeders. Was a similar response of zoobenthos to the large-scale eutrophication of the Black Sea in the second half of the 20th century recorded in Kruglaya Bay, and if so, what are its peculiarities? These questions form the basis of this study. Its purpose was to analyze the structure of macrozoobenthos in Kruglaya Bay and its long-term changes based on the results of benthic surveys in 1990, 2004 and 2013; data from earlier literature sources were also used. The findings reveal that the highest macrozoobenthos biomass values of the bay were recorded in 1990 ($151.9 \pm 58.58 \text{ g/m}^2$). A psammophilic community dominated by the bivalve *Chamelea gallina* was recorded in the macrozoobenthos during all periods of the study, but its composition and structure underwent changes. Throughout all three study periods (1990, 2004 and 2013) 31 common species and higher taxa were consistently identified within the *Ch. gallina* community, and the level of interannual similarity of macrofaunal composition did not exceed 25 %. The highest biomass of the community and the degree of dominance of *Ch. gallina* in it were recorded in 1990 – 136.9 g/m^2 and 92 %, respectively. In 2004 and 2013, similar parameters were significantly lower at 22 g/m^2 , 57% and 22.5 g/m^2 , 55 % respectively. Incorporating data from studies in 1973–1989 revealed that Kruglaya Bay experienced significant increase of macrozoobenthos biomass in the late 1980s and early 1990s. This corresponds to similar processes in the same period in other parts of the Crimean coast of the Black Sea, and was a response of the bay ecosystem to increased organic input to the water area. Similar to processes observed in open coastal areas of Crimea, the primary species driving the increase in macrozoobenthos biomass during this period was the psammophilous filter-feeder bivalve *Ch. gallina*. Starting from the late 1990s, a quasi-stabilisation of the main quantitative indicators of the bay's macrozoobenthos was observed, approaching pre-crisis levels characteristic of the Black Sea ecosystem prior to the 1980s. The benthic assemblage characteristic of the so-called “amphioxus sand” biotope, known in this bay since 1913, remains preserved.

Key words: macrozoobenthos, long-term changes, *Chamelea gallina*, Black Sea.

Поступила в редакцию 02.05.25
Принята к печати 16.06.25

Инвазивный клоп *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Oxycarenidae): морфология, биология, новые находки в регионах Юга России

Шаповалов М. И.^{1, 2}, Сапрыкин М. А.¹, Бородин А. Д.^{1, 2}

¹ Адыгейский государственный университет
Майкоп, Республика Адыгея, Россия
bioasu@list.ru, trichodina@mail.ru

² Филиал ФБУ «Рослесозащита» – ЦЗЛ Республики Адыгея
Майкоп, Республика Адыгея, Россия
borodin_alex_1995@mail.ru

Липовый клоп *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) – инвазивный вредитель, западносредиземноморского происхождения. Впервые на территории России вид был отмечен в 2020 году, в городе Краснодар в насаждениях *Tilia*. В настоящее время отмечается массовое распространение инвазивного вида в насаждениях липы на территории городов Юга России: Армавир и Майкоп. Ареал вида находится в стадии расширения, температурный режим зимних месяцев последних лет на Юге России и Северном Кавказе, массовое использование нескольких видов липы в озеленении урбанизированных территорий, будут способствовать дальнейшей экспансии липового клопа. Наиболее активное расселение данного вида, отмечено в урбанизированных ландшафтах: скверах, парках, озелененных кварталах улиц. Анализ соотношения полов в популяциях липового клопа в период зимней диапаузы в регионе, показал, что самки в выявленных скоплениях составляют 39–60 %, при высоком репродуктивном потенциале данного фитофага. После зимовки взрослые особи липового клопа питаются на молодых вегетативных и генеративных органах липы, повреждая почки, молодые побеги и завязавшиеся плоды. Отмечается вред, который клопы могут нанести ослабленным липам, вызывая их увядание и раннюю потерю листьев. Полифагия данного инвазивного вида: помимо *Tilia*, развивается на травянистых растениях, принадлежащих к семейству *Malvaceae*, таких как *Hibiscus* L., *Lavatera* L. и *Althaea* L., имаго может так же повреждать косточковые культуры (персик) и виноград, позволяет рассматривать его в качестве потенциального вредителя плодов и семян многих культурных растений, в том числе древесных в условиях Юга России. В связи с тем, что липовый клоп недостаточно изучен в условиях новых местообитаний, приводится описание морфологии и фото имаго, фото личинки старшего возраста, необходимые для дальнейшей достоверной идентификации вида.

Ключевые слова: имаго, новые находки, инвазивный вид, численность вида, кормовые растения, Юг России, *Tilia*, *Oxycarenus lavaterae*.

ВВЕДЕНИЕ

Oxycarenus lavaterae (Fabricius, 1787) – липовый, или мальвовый клоп, западносредиземноморский вид, в пределах нативного ареала был известен от северо-запада Африки до Португалии, юга Испании, юга Франции, Италии, Словении и Хорватии (Velimirovic et al., 1992; Kalushkov, 2000; Rabitsch, Adlbauer, 2001; Wermelinger et al., 2005). Вид отмечен на Архипелаге Азорских островов в Атлантическом океане, с островов Терсейра (Borges et al., 2013) и Сан-Мигель (van der Heyden, 2023). В течение последних 20 лет вид распространился на восток, на Балканский полуостров и на север, в центральную Европу (Velimirovic et al., 1992; Kondorosy, 1995; Protic, Stojanovic, 2001; Rabitsch, Adlbauer, 2001; Deckert, 2004; Wermelinger et al., 2005; Kment, 2009; Rabitsch, 2008, 2010; Hebda, Olbrycht, 2016; Nedvěd et al., 2023). В 2017 году вид был отмечен с территории северо-западной Турции (Arslangündöđu et al., 2018). В 2023 году липовый клоп был впервые зарегистрирован в Албании (van der Heyden, 2024).

Впервые на территории России инвазивный вид *O. lavaterae* отмечен в 2020 году в городе Краснодар на *Tilia platyphyllos* Scopoli, 1772 (Неймоловец и др., 2020). В том же году клоп впервые был отмечен в Республике Крым: на липах в Нижнегорском районе, на гибискусах в Ботаническом саду в Симферополе (Стрюкова, Стрюков, 2020). С 2021 липовый клоп

отмечался во многих районах города Краснодара (Замотайлов, Белый, 2023). Далее зафиксированы популяции этого вида на аллее деревьев *Tilia* в городе Тимашевск (2021 г.) (Щуров и др., 2021), станице Старомышастовская (2023), а также из Республики Адыгея, в посёлке Энем (12.2022) (Замотайлов, Белый, 2023). *O. lavaterae* отмечен на Черноморском побережье, в 2021 году в городской черте Сочи на *Tilia begoniifolia* Steven, 1846 (Журавлева и др., 2022), в 2022 в поселке Лазаревское, г. Сочи, на деревьях *T. cordata* Miller, 1768 (Каштутина и др., 2024). В 2024 году клоп уже широко расселился по Краснодарскому краю и был обнаружен севернее Армавира (хут. Красная Поляна) (Щуров, Замотайлов, 2024). В 2023 году отмечена находка данного вида в Ставропольском крае, город Изобильный (Козьминых, 2025).

В рамках исследования биологического разнообразия Юга России нашей исследовательской группой на базе лаборатории биоэкологического мониторинга беспозвоночных животных Адыгеи (Адыгейский госуниверситет), уделяется специальное внимание выявлению и мониторингу, чужеродных и потенциально инвазивных видов насекомых.

Цель исследования – мониторинг распространения и изучение биологии инвазивного липового клопа на Юге России.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования, проводились в период с октября 2024 по март 2025 года. Популяции клопа изучались в результате маршрутных обследований урбанизированных ландшафтов городов, посадок, так и отдельных деревьев парков, скверов, улиц.

Регулярно из доступных скоплений клопов на стволах не избирательно изымались и исследовались выборки особей для выяснения половой структуры популяции. Выборки клопов собирались в пробирки с 75 %-ным этанолом и этикетировались.

Половой индекс рассчитывался по формуле Бремера (Драховская, 1962):

$$i = \frac{f}{f+m}$$

где i – половой индекс, f – количество самок, m – количество самцов.

В полевых условиях координаты местонахождений клопов определялись при помощи GPS-навигатора Garmin eTrex 30.

Монтировка и оформление энтомологического материала выполнялись по стандартным методикам (Голуб и др., 2012). Определение и фотографирование клопов проводилось в лабораторных условиях с помощью стереомикроскопа ADF X100 и цифровой камеры ADF Ultra09. Смонтированные клопы, спиртовые пробы и препараты хранятся в коллекционном фонде лаборатории биоэкологического мониторинга беспозвоночных животных Адыгеи, Адыгейского государственного университета (Майкоп).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее для Северо-Западного Кавказа указывались два вида клопов из рода *Oxycarenus* Fiber, 1837: *O. pallens* (Herrich-Schaeffer, 1850) и *O. modestus* (Fallén, 1829) (Неймоловец, 2010). Ввиду того, что липовый клоп *O. lavaterae* недостаточно изучен в условиях новых местообитаний, приводится описание морфологии и фото имаго, необходимое для дальнейшей достоверной идентификации вида. Краткое морфологическое описание имаго проведено по материалам, собранным на территории Адыгеи.

Морфология имаго (рис. 1 *a–e*). Самцы размером – 4,3–5,0 мм, самки немного крупнее – 4,5–5,4 мм. Голова черная; глаза крупные, почти касаются передних углов переднеспинки. Хоботок 4-члениковый, изогнутый, третий членик достигает середины тазиков, четвертый членик короче третьего, простирается за задние тазики, черный. Усики 4-х сегментные,

длинные, нитевидные, слабо опушены, черные. Переднеспинка, боковые края выемчатые, задний слегка вогнутый; средне- и заднегрудь, щиток черные. На голове и клавусе выраженная глубокая пунктировка. Ноги длинные, тонкие. Вертлужная впадина беловатая, бедра черные; передние бедра с четырьмя шипиками. Передние голени тускло-коричневые; средние и задние голени по середине светло-коричневые; лапки темно-коричневые, третий членик черноватый. Передние крылья прозрачные, достигают верхней части брюшка или немного длиннее. Кориум красный или красно-коричневый, у вершины черный или темно-коричневый; эмболиум прозрачный, желтоватый, более темный у вершины, перепоночка гиалиновая. Вторая пара крыльев хорошо развита. Брюшко сверху кирпично-красное; вентральная сторона до 6-го сегмента красная, дорсальные и вентральные латеротергиты черные; 7–9 стерниты черные. Брюшко самцов стройное, генитальные сегменты шаровидные и вытянутые; у самок немного расшириено.

Личинка старшего возраста изображена на рисунке 1ж.

Кормовые растения и потенциальная вредоносность. *O. lavaterae* образует большие скопления на стволах и ветвях деревьев, чтобы перезимовать, обычно на липах (*Tilia*: *T. americana* L., *T. cordata* Miller, 1768, *T. platyphyllos* Scop., 1772), реже на других древесных породах (*Populus*, *Platanus*, *Aesculus hippocastanum*). Отмечено, что после зимовки взрослые

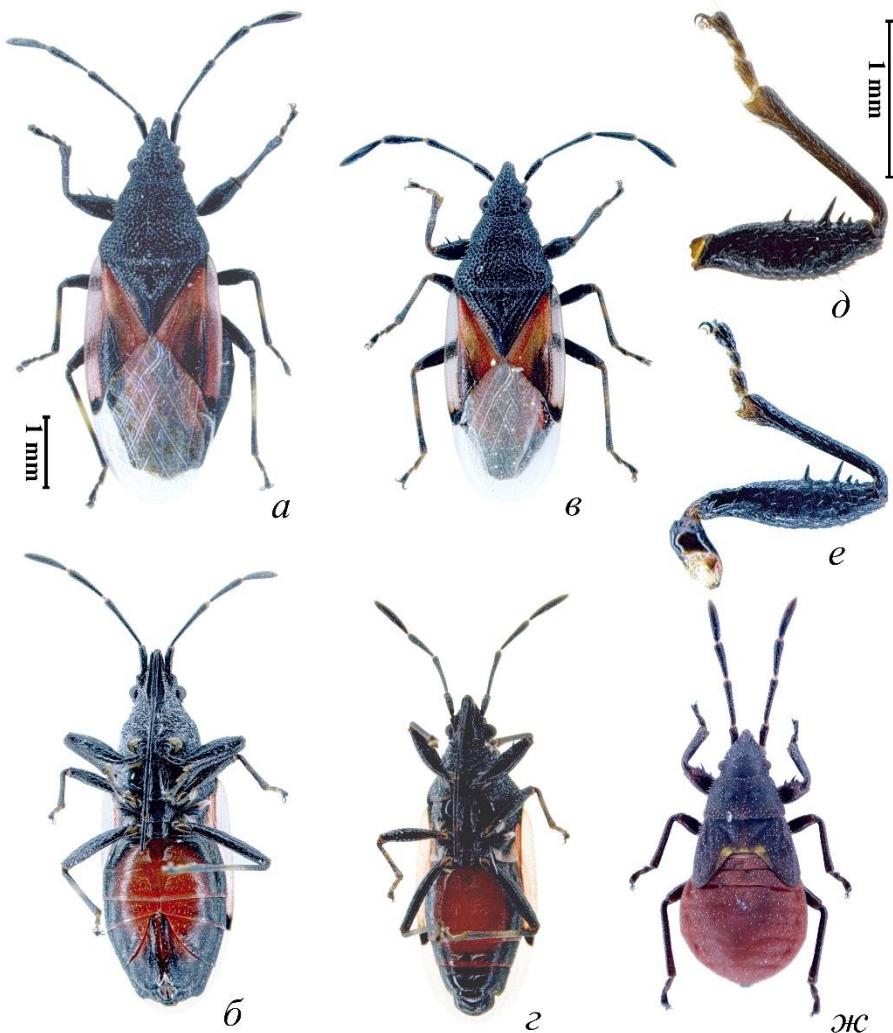


Рис. 1. Морфология *Oxycarenus lavaterae* (F.)

Имаго самка: вид сверху (а), вид снизу (б); имаго самец: вид сверху (в), вид снизу (г); передняя лапка самки (д); передняя лапка самца (е); личинка старшего возраста (ж).

особи липового клопа питаются на молодых вегетативных и генеративных органах липы, повреждая почки, молодые побеги, листья и завязавшиеся плоды (Щуров и др., 2021). Упоминается вред, который клопы могут нанести ослабленным липам, вызывая их увядание и раннюю потерю листьев (Velimirovic et al., 1992; Wachmann et al., 2007).

Клоп *O. lavaterae* развивается на травянистых растениях, принадлежащих к семейству *Malvaceae*, таких как *Hibiscus* L., *Lavatera* L. и *Althaea* L. Отмечено, что имаго повреждают косточковые культуры (персик) и виноград. Для борьбы с клопами рекомендуется избавляться от зарослей мальвовых вокруг садов (Ciampolini, Trematerra, 1987). Вид указан как вредитель хлопка в Тунисе, Марокко и Алжире (Gentry, 1965).

Экспериментальные исследования показали, что питание личинок мальвового клопа семена липы сердцевидной *T. cordata*, гибискуса сирийского *Hibiscus syriacus* L., 1753 и подсолнечника однолетнего *Helianthus annuus* L., 1753, позволяет завершить весь жизненный цикл клопа (Kalushkov, Nedvěd, 2010).

Полифагия позволяет рассматривать этот вид в качестве вероятного вредителя плодов и семян многих культурных растений, в том числе древесных (Долженко и др., 2020; Щуров и др., 2021).

Распространение вида. Исследования, проведенные в период октябрь 2024 – март 2025 позволили выявить очаги массового развития липового клопа на городской территории Армавира и Майкопа, в Гиагинском районе, Республики Адыгея, а также на Крымском полуострове, в городе Севастополе (табл. 1).

В городе Армавир в ноябре 2024 года, выявлено массовое заселение деревьев липы инвазивным клопом. В сквере имени Розы Люксембург, представляющем двурядные посадки липы *T. platyphyllos* (более 100 деревьев), скопления имаго липового клопа отмечались выше места побелки нижней части ствола, на отдельных деревьях до высоты 2–5 метров.

Таблица 1

Выявленные местообитания липового клопа в Краснодарском крае, Республике Адыгея и Республике Крым (2024–2025)

№ п/п	Местообитание	Координаты	Дата изучения, состояние популяции
1	2	3	4
Краснодарский край, город Армавир			
1	Сквер им. Розы Люксембург	45.000099 41.134945	21.11.2024, скопления имаго и личинок старшего возраста ушедших на зимовку на деревьях <i>T. platyphyllos</i> ; заселено более 80 деревьев, все деревья старо-возрастные
2	Сквер 50-летия Октября	44.999111 41.129008	21.11.2024, скопления имаго в трещинах коры <i>Tilia</i> (3 дерева)
Республика Адыгея, город Майкоп			
3	Площадь им. В.И. Ленина, парковая территория	44.606921 40.105769	19.12.2024, 09.01.2025, скопления особей, ушедших на зимовку на отдельных деревьях <i>T. platyphyllos</i> , заселено 5 деревьев, возраст деревьев 35–40 лет
4	ул. Советская	44.605650 40.107608	21.01.2025, отдельное дерево <i>T. platyphyllos</i> у дороги
5	Площадь «Дружбы»	44.606975 40.097281	9.01.2025 парковая зона, отдельные старые деревья <i>Tilia</i> (3 дерева)
6	ул. Депутатская, парк «Черемушки»	44.612495 40.073119	9.01.2025, парковая зона, отдельные старые деревья <i>Tilia</i> (2 дерева)
7	ул. Депутатская 2	44.612174 40.070574	25.12.2024 образование зимующих популяций 9.01.2025, зимующие особи, активное передвижение клопов 15.01.2025 популяции на 10 деревьях <i>Tilia</i>

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4
8	ул. Депутатская 12	44.612372 40.066556	12.02.2025, единичные особи в трещинах коры <i>Tilia</i>
9	ул. Чкалова	44.60979 40.062813	9.02.2025, скопления на отдельных деревьях <i>Tilia</i>
10	ул. Пионерская 383А	44.611469 40.066921	12.01.2025, зимующие особи на одном дереве <i>Tilia</i>
11	ул. Пионерская, парк Победы	44.612251 40.063390	12.01.2025, зимующие особи на кустарнике <i>H. syriacus</i>
12	ул. 8 Марта	44.611191 40.091171	8.02.2025, скопления имаго в трещинах коры <i>Tilia</i> , заселено более 8 деревьев
13	ул. Краснооктябрьская	44.603084 40.103812 – 44.617241 40.106931	29.01.; 12.02.2025. зимующие популяции на стволе <i>Tilia</i> ; обследовано 185 деревьев, степень заселения клопом 45 %. 22.03.2025, на деревьях скопления клопа распались, отмечается перемещение особей по всему стволу и скелетным ветвям
14	угол ул. Хакурате и ул. Краснооктябрьская	44.617253 40.106585	29.01.2025, скопления зимующих особей в междоузлиях кустарника <i>H. syriacus</i>
15	Сквер им. Ленина у железнодорожного вокзала	44.622276 40.107066	29.01.2025, скопления зимующих особей на отдельных деревьях <i>Tilia</i>
16	ул. Промышленная, смешанная леполоса у дороги	44.623109 40.111066	29.01.2025, скопления зимующих особей на отдельных деревьях <i>Tilia</i>
17	Сквер за мемориалом Павшим за Родину	44.626086, 40.102280	29.01.25 зимующие популяции на стволе, заселено два дерева <i>Tilia</i>
18	Угол ул. Промышленной и ул. Адыгейской	44.624779 40.096560	29.01.25, до 20 особей на стволе одного дерева <i>Tilia</i>
19	ул. Крылова 6	44.598530 40.111474	28.02.25 на стволе единичные особи, в массе особи на снегу у основания дерева <i>Tilia</i>
20	ул. 12 Марта	44.609869 40.066201	23.02.25 на стволе единичные особи, в массе особи на снегу у основания дерева <i>Tilia</i>
21	ул. Пушкина	44.600861 40.105253	13.01.2025, единичные особи в трещинах коры <i>Tilia</i>
22	Угол улиц Гагарина и Пушкина	44.600644 40.110300	13.01.2025, единичные особи в трещинах коры <i>Tilia</i>
23	ул. Гагарина	44.608923 40.112098	15.01.2025, зимующие особи на <i>Tilia</i> .
24	ул. Гагарина, Городской парк	44.597773 40.108942	15.01.2025, скопления особей, ушедших на зимовку на отдельных деревьях <i>T. platyphyllos</i>
Республика Адыгея, Гиагинский р-н			
25	Станица Гиагинская, ул. Центральная – ул. Заводская	44.852354 40.084642; 44.853079 40.086053	30.01.2025, скопления имаго и личинок старших возрастов, отдельные деревья <i>T. platyphyllos</i> , заселено 18 деревьев
26	Станица Гиагинская, Центральный парк, ул. Красная – ул. Почтовая	44.874739 40.056525	30.01.2025, скопления имаго, заселено более 15 деревьев
27	Поселок Новый, ул. Терешковой, 2	44.933693 40.175144	01.02.2025, скопления имаго и личинок старших возрастов на отмечено на отдельных деревьях
Республика Крым, город Севастополь			
28	Проспект Нахимова	44.614774 33.522574	18.03.2025, скопления особей на отдельных деревьях <i>Tilia</i> , заселено 3 дерева



Рис. 2. Скопления *Oxycarenus lavaterae*

Скопления на стволах *Tilia platyphyllo* (30.01.2025, Гиагинска) (а); на стволах *T. platyphyllos* (21.11.2024, Армавир) (б); на стволе *Hibiscus syriacus* (12.01.2025, Майкоп) (в); опадение и гибель клопов после заморозков (23.02.2025, Майкоп) (г).

Исследования на территории Майкопа позволили выявить широкое распространение клопа *O. lavaterae*, с массовым заселением стволов лип. Дендрофлора города Майкопа представлена 472 таксонами: 271 вид, 1 подвид, 20 гибридов, 180 культиваров. Голосеменные составляют 24,7 % (37 видов и 80 садовых форм), цветковые – 75,3 % (234 вида, 1 подвид, 20 гибридов, 100 форм) (Толстикова и др., 2013).

Установлено, что в озеленении городской территории присутствуют четыре вида из рода *Tilia*: *T. cordata* (липа сердцевидная, или мелколистная), *T. dasystyla* subsp. *caucasica* Steven, 1832 [*T. begoniifolia* Steven] (липа кавказская), *T. platyphyllos* (липа крупнолистная) и *T. tomentosa* Moench, 1785 (липа войлочная). На некоторых участках (кварталах) улиц озеленение практически полностью представлено деревьями липы. Так на участке на улице Гагарина (между ул. Спортивная – ул. Пушкина), однорядные посадки липы, всего 221

деревьев, включают вперемешку представителей всех четырех видов: липа сердцевидная – 4,5 %, липа кавказская – 40,3 %, липа крупнолистная – 57,7 %, липа войлочная – 44,8 %. Из которых 29,4 % деревьев, на период 14.02.2025 оказались заселенными инвазивным фитофагом. На отдельных стволах деревьев скопления клопов отмечались сплошным слоем от места побелки (40–50 см) до высоты 3–4 метров.

Липовый клоп отмечен так же в насаждениях липы в городах Белореченск (11.2024) и Адыгейск (10.2024).

Отдельно следует подчеркнуть участие исследователей-любителей («Citizenscientists») в обнаружении клопа в регионах Юга России. По данным портала Inaturalist (<https://www.inaturalist.org/taxa/209661-Oxycarenus-lavaterae>) на территории Краснодарского края инвазивный вид *O. lavaterae* выявлен в следующих населенных пунктах: Усть-Лабинск (01.2023), Новороссийск (11.2023), Анапа (12.2023), Тихорецк (03.2024), Геленджик (11.2024), Славянск-на-Кубани (01.2025). Часть находок вида была сделана на основании сведений и сборов граждан в результате запроса, опубликованного одним из авторов в социальных сетях. Сообщено о находке вида в городе Ростов-на-Дону (пер. Аэроклубовский) на липе *T. platyphyllos* (11.2024) (сообщение и фото-подтверждение Н. Петренко).

Численность и соотношение полов. Абсолютную численность популяций липового клопа в различных участках местообитаний определить довольно сложно. В литературе указывается, что общая численность клопов только на одном заселенном дереве может достигать 80–100 тыс. (Неймоловец и др., 2020).

В период зимней диапаузы в выявленных скоплениях липового клопа было изучено соотношение полов (табл. 2).

По литературным данным плодовитость самок липового клопа составляет от 125 до 430 яиц (Nedvěd et al., 2014). Поскольку самки составляли в выявленных скоплениях вида 39–60 % особей, репродуктивный потенциал данного инвазивного фитофага огромен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основе анализа литературных данных и результатов собственных исследований, можно отметить, что популяция клопа *O. lavaterae* находится в стадии расширения ареала на Юге России. Температурный режим зимних месяцев последних лет на Юге России и Северном Кавказе, массовое использование нескольких видов липы в озеленении урбанизированных территорий, будут способствовать дальнейшей экспансии липового клопа. Наиболее активное расселение данного вида, отмечено в урбанизированных ландшафтах: скверах, парках, озелененных кварталах улицах. Поздней осенью 2024 года отмечались зимующие популяции на деревьях и кустарниках: *Hibiscus syriacus*, *Tilia begoniifolia*, *T. platyphyllos*, *T. tomentosa*, *T. cordata*. Наиболее крупные

Таблица 2
Соотношение полов липового клопа в период зимней диапаузы
в местообитаниях на Юге России

№	Местообитание	Соотношение полов		
		Самки	Самцы	Половой индекс
1	пос. Новый	283	394	0,42
2	ст. Гиагинская (ул. Заводская)	165	207	0,44
3	Майкоп (площадь Ленина – проба 1)	178	197	0,47
4	Майкоп (м. р-н Черёмушки)	272	339	0,45
5	Майкоп (ул. Гагарина)	407	631	0,39
6	Армавир (проба 1)	221	344	0,39
7	Армавир (проба 2)	298	197	0,6

Примечание к таблице. Координаты местообитаний указаны в таблице 1.

скопления вида отмечены на ствалах *T. begonifolia* и *T. platyphyllos*. Полифагия позволяет рассматривать этот вид в качестве вероятного вредителя плодов и семян многих культурных растений, в том числе древесных. Необходимо в дальнейшие изучение жизненного цикла, биологических особенностей клопа и оценки оказываемого им вреда в условиях Юга России.

Исследования выполнены при поддержке программы стратегического развития академического лидерства «Приоритет-2030» Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение с Адыгейским государственным университетом № 075-15-2023 от 14.02.2023, в рамках проекта «Цифровая биоресурсная коллекция»).

Список литературы

- Голуб В. Б., Цуриков М. Н., Прокин А.А. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. – М: Общество с ограниченной ответственностью Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 339 с.
- Долженко В. И., Долженко Т. В., Плугатарь Ю. В., Макрушина Е. М., Макрушин Н. М., Замотайлов А. С., Белый А. И. Вредители и болезни семян лесных древесных растений в России. 1. Введение. Вредители // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 85. – С. 305–318.
- Драховская М. Прогноз в защите растений. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 352 с.
- Журавлева Е. Н., Карпун Н. Н., Шошина Е. И., Мусолин Д. Л. Новые виды растительноядных клопов (Hemiptera: Heteroptera) во влажных субтропиках России // Тезисы докладов XVI съезда Русского энтомологического общества (Москва, 22–26 августа 2022 г.). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2022. – С. 130.
- Замотайлов А. С., Белый А. И. Новые находки липового семенного (мальвового) клопа в Краснодарском крае и Республике Адыгея // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии: Мат. ежегодной науч.-практ. конф. преподавателей по итогам НИР за 2022 г. (Краснодар, 12 мая 2023 года). – Краснодар, 2023. – С. 102–104.
- Кашутина Е. В., Бугаева Л. Н., Игнатьева Т. Н. Видовое разнообразие вредителей подотряда клопов (Heteroptera) в агроценозах Лазаревского района г. Сочи // ЮГ России: экология, развитие – 2024. – Т. 19, № 3. – С. 75–82.
- Козьминых В. О. Новые находки полужесткокрылых (Heteroptera) на Кавказе // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах – 2025. – № 81. – С. 5–22.
- Неймоловец В. В. Полужесткокрылые насекомые (Heteroptera) Краснодарского Края и Республики Адыгея. Список видов. – Вестник защиты растений. Приложение. – СПб.: ВИЗР РАСХН, 2010. – 103 с.
- Неймоловец В. В., Щуров В. И., Замотайлов А. С. Сообщение о находках клопа *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) в России // Энтомологическое обозрение – 2020. – Т. 99, № 2. – С. 330–338.
- Стрюкова Н. М., Стрюков А. А. Новые данные об инвазивных насекомых в Республике Крым // Биология растений и садоводство: теория, инновации – 2020. – № 4. – С. 56–66.
- Толстикова Т. Н., Еднич Е. М., Куашева Д. А. Древесные растения Майкопа: инвентаризация, анализ, оценка перспективности использования в озеленении // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки – 2013. – № 116. – С. 33–39.
- Щуров В. И., Замотайлов А. С. Развитие инвазии *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) на Северо-Западном Кавказе // Фитосанитария. Каантин растений. – 2024. – С. 90–91.
- Щуров В. И., Табачникова Е. В., Замотайлов А. С., Белый А. И. Новые находки инвазивного клопа *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) из Краснодарского края // Современное состояние и перспективы сохранения биоресурсов: глобальные и региональные процессы: Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. с международным участием (Майкоп, 15 декабря 2021 г.). – Майкоп, 2021. – С. 176–187.
- Arslangündöđu Z., Hizal E., Acer S. First record of *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) in Turkey // Applied Ecology and Environmental Research. – 2018. – Vol. 16. – P. 1305–1311.
- Borges P.A. V., Reut, M., Ponte N. B., Quartau J. A., Fletcher M., Sousa A. B., Pollet M., Soares A. O., Marcelino J. A. P., Rego C., Cardoso P. New records of exotic spiders and insects to the Azores, and new data on recently introduced species // Arquipelago – Life and Marine Sciences. – 2013. – Vol. 30. – P. 57–70.
- Ciampolini M., Trematerra P. Biological studies on *Oxycarenus lavaterae* (F.) (Heteroptera, Lygaeidae) // Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura. – 1987. – Vol. 19. – P. 187–197.
- Deckert J. Zum Vorkommen von *Oxycareninae* (Heteroptera, Lygaeidae) in Berlin und Brandenburg // Insecta. – 2004. – N 9. – P. 67–75.
- Gentry J. W. Crop Insects of Northeast Africa – Southwest Asia. Agriculture Handbook. / Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture. – 1965. – N 273. – 210 p.
- Kalushkov P. Observations on the biology of *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius) (Heteroptera: Lygaeidae), a new Mediterranean species in the Bulgarian fauna // Acta Zoologica Bulgarica. – 2000. – Vol. 52. – P. 13–15.
- Kalushkov P., Nedvěd O. Suitability of food plants for *Oxycarenus lavaterae* (Heteroptera: Lygaeidae), a Mediterranean bug invasive in central and South-East Europe // Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences. – 2010. – Vol. 63. – P. 271–276.

- Kment P. *Oxycarenus lavaterae*, an expansive species new to Romania (Hemiptera: Heteroptera: Oxycarenidae) // Acta Musei Moraviae, Scientiae Biologicae. – 2009. – Vol. 94. – P. 23–25.
- Kondorosy E. *Oxycarenus lavaterae* a new lygaeid species in the Hungarian bug fauna (Heteroptera: Lygaeidae) // Folia Entomologica Hungarica. – 1995. – Vol. 56. – P. 237–238.
- Protić L., Stojanović A. *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera: Lygaeidae) josh jedna nova vrsta u entomofauni Srbije // Zashtita Prirode (Beograd). – 2001. – Vol. 52. – P. 61–63.
- Rabitsch W. Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) // Zootaxa. – 2008. – Vol. 1827. – P. 1–44.
- Rabitsch W. True Bugs (Hemiptera, Heteroptera). Chapter 9.1. In: Roques, A. et al. (eds) Alien terrestrial arthropods of Europe // BioRisk. – 2010. – Vol. 4. – P. 407–433.
- Rabitsch W., Adlbauer K. Erstnachweis und bekannte Verbreitung von *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) in Österreich (Heteroptera: Lygaeidae) // Beiträge zur Entomofauna. – 2001. – Vol. 2. – P. 49–54.
- Hebda G., Olbrycht T. *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Oxycarenidae) – a new species to the fauna of Poland // Poznań Entomological News. – 2016. – Vol. 35. – P. 133–136.
- Nedvěd O., Chehlarov E., Kalushkov P. Life history of the invasive bug *Oxycarenus lavaterae* (Heteroptera: Oxycarenidae) in Bulgaria // Acta Zoologica Bulgarica. – 2014. – Vol. 66. – P. 203–208.
- Nedvěd O., Kalushkov P., Hodek I. Termination of diapause in the lime seed bug *Oxycarenus lavaterae* (Heteroptera: Lygaeoidea: Oxycarenidae) // European Journal of Entomology. – 2023. – Vol. 120. – P. 150–156.
- Van der Heyden T. First record of *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Oxycarenidae) from São Miguel (Azores, Portugal) // Arquivos Entomolóxicos. – 2023. – Vol. 26. – P. 289–290.
- Van der Heyden T. First record of *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Oxycarenidae) for Albania // Heteroptera Poloniae – Acta Faunistica. – 2024. – Vol. 18. – P. 5–6.
- Velimirovic V., Durovic Z., Raicevic M. Bug *Oxycarenus lavaterae* F. (Lygaeidae, Heteroptera) new pest on lindens in Southern part of Montenegro // Zastita Bilja. – 1992. – Vol. 43. – P. 69–72.
- Wachman E., Melber A., Deckert J. Wanzen 3: Aradidae, Lygaeidae, Piesmatidae, Berytidae, Pyrrhocoridae, Alydidae, Coreidae, Rhopalidae, Stenocephalidae (Tierwelt Deutschlands 78). – Goecke & Evers, 2007. – 272 p.
- Wermelinger B., Wyniger D., Forster B. Outbreak and first record of *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) in Northern Switzerland. Mit-teilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesell-schaft // Bulletin de la Société Entomologique Suisse. – 2005. – Vol. 78. – P. 311–316.

Шаповалов М. И., Сапрыкин М.А., Бородин А.Д. Invasive Bug *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Oxycarenidae): Morphology, Biology, New Records in the Regions of the South of Russia // Экосистемы. 2025. Iss. 43. P. 34–42.

Oxycarenus lavaterae (Fabricius, 1787) is an invasive pest of Western-Mediterranean origin. The species was first recorded in Russia in 2020, in the city of Krasnodar within *Tilia* plantations. Currently, there is a mass spread of the invasive species in linden plantations in cities in the South of Russia: notably in Armavir and Maykop. The species geographic range is in the process of expansion, driven by recent regional winter temperature regimes in the South of Russia and the North Caucasus and the prevalent use of various linden species in urban landscaping. The most active dispersal of this species is documented in urbanized landscapes: squares, parks, and street green spaces. Analysis of the sex ratio in the populations of the linden bug during the winter diapause in the region showed that females in the identified clusters make up 39–60 %, with a high reproductive potential of this invasive phytophage. After wintering, adult individuals of the linden bug feed on young vegetative and generative organs of the linden, damaging buds, young shoots, leaves and developing fruits. It is noted that the pest is particularly detrimental to weakened trees, often causing defoliation and premature leaf drop. Polyphagy of this invasive species: in addition to *Tilia*, it exploits herbaceous plants belonging to the Malvaceae family, such as *Hibiscus* L., *Lavatera* L. and *Althaea* L., Moreover, the imago can also damage stone fruit crops and grapes, suggesting a potential threat to a wide range of cultivated plants, including fruit-bearing and seed-producing species in South of Russia. Given the limited existing data on its ecology in new habitats, this study provides a description of the morphology and a photo of the imago, a photo of an older larva, necessary for further reliable identification of the species, are provided.

Key words: imago, new records, invasive species, species abundance, food plants, South of Russia, *Tilia*, *Oxycarenus lavaterae*.

Поступила в редакцию 02.04.25
Принята к печати 15.06.25

Распространение, биотопическая приуроченность и перспективы сохранения обыкновенной медянки *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 (Reptilia: Squamata: Colubridae) в Тульской области

Ширяев К. А.¹, Терентьев Р. А.¹, Лакомов А. Ф.²

¹ Тульский областной экзотариум

Тула, Россия

naturalistzoo@mail.ru, rom8832@yandex.ru

² Тульское музейное объединение, Тульский областной краеведческий музей

Тула, Россия

foxtail69@mail.ru

В Тульской области к настоящему времени обыкновенная медянка *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 отмечена в 13 локалитетах, расположенных в четырёх административных районах: 7 (53,8 %) местонахождений относятся к лесостепной зоне и сосредоточены на небольшом участке реки Красивой Мечи в Ефремовском районе, остальные были обнаружены в приокских лесных районах (Алексинском, Заокском и Суворовском). Из 14 исследованных биотопов медянки 11 (78,6 %) – это опушечные экотоны широколиственных, реже сосновых, мелколиственных и хвойно-широколиственных лесов; кроме того, вид регистрировался на расположенных вдоль Красивой Мечи склонах, занятых луговой степью и оステпнёйным лугом, а также на плакорном сорно-разнотравном лугу. Выявленные биотопы *C. austriaca* часто (не менее чем в 57,1 % случаев) имеют антропогенное или природно-антропогенное происхождение. Половина биотопов примыкает к прогреваемым солнцем грунтовым дорогам и широким пешеходным тропам, которые способствуют расселению вида. В то же время гибель под колёсами автотранспорта – один из важнейших факторов смертности медянки в Тульской области: 4 из 10 особей, найденных в Ефремовском районе при непосредственном участии авторов, были обнаружены мёртвыми на грунтовых дорогах. В целом лимитирующие факторы, действующие на региональные популяции, изучены нами недостаточно. «Лесные» микропопуляции *C. austriaca* Алексинского и Заокского районов весьма уязвимы из-за усилившегося в последние десятилетия антропогенного пресса (рекреация, строительство дачных посёлков) на приокские экосистемы. В то же время учреждение в 2023 году национального парка «Тульские засеки» может способствовать сохранению наиболее многочисленных из известных в области популяций медянки, частично расположенных на территории его южного кластера в лесостепи Красивомечья.

Ключевые слова: обыкновенная медянка *Coronella austriaca*, распространение, локалитеты, биотопы, опушечные экотоны, лимитирующие факторы, грунтовые дороги, сохранение, Тульская область.

ВВЕДЕНИЕ

Обыкновенная медянка *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 – вид змей семейства ужеобразных (Colubridae), широко распространённый на территории Европы (в Скандинавии на север до 62° с.ш., Аланских островах, Средней и Южной Европе, южной половине Восточной Европы), а также во многих сопредельных регионах Азии (на Кавказе, севере Малой Азии, Южном Прикаспии, восточных предгорьях Мугоджар, юго-западе Западной Сибири) (Дубровский, 1967; Ананьева и др., 2004; Galarza et al., 2015; Safaei-Mahroo, Ghaffari, 2015; Tuniyev et al., 2019; Гашев, Капитонов, 2020; Yaşar et al., 2021). Но на большей части столь обширного ареала медянка в настоящее время распространена весьма спорадически, а её локальные популяции обычно малочисленны и имеют низкую плотность. Так, быстрое снижение численности популяций и фрагментация ареала отмечаются в странах, расположенных в северной и северо-западной частях области распространения *C. austriaca*, и связаны с влиянием антропогенных факторов (Phelps, 1978; Conservation..., 1989; Hofer, 1993; Drobekov, 2000, 2014; Najbar, 2006; Čeirāns, Nikolajeva, 2014; Müller, 2016). Таксон внесён в Приложение II (строго охраняемые виды фауны) Конвенции о сохранении дикой природы и естественных мест обитания в Европе от 19 сентября 1979 года, или Бёрнской конвенции

(Convention..., 1979), а также в Приложение IV (виды животных и растений, представляющие общественный интерес, нуждающиеся в строгой защите) Директивы Совета Европейского Союза 92/43/EС от 21 мая 1992 года о сохранении естественных мест обитания, дикой фауны и флоры (Council Directive..., 1992).

Сходная картина наблюдается и в северо-восточной части ареала, включающей большинство регионов Центрального, Приволжского и Уральского федеральных округов Российской Федерации. В 34 (89,5 %) из 38 регионов, входящих в состав этих федеральных округов, медянка внесена в основные списки региональных Красных книг последних изданий (в том числе в 15 – с 0-й, 1-й или 2-й категориями статуса редкости). При этом в некоторых областях (Костромская, Тверская, Ярославская) современные подтверждения обитания вида, полученные в XXI веке, отсутствуют (Клёнина, Антипов, 2023). Кроме того, таксон внесён в Приложение 2 (Список объектов животного мира..., нуждающихся на территории Орловской области в постоянном контроле и наблюдении) Красной книги Орловской области. Каких-либо сведений о находках *C. austriaca* на территории Смоленской области, Ямalo-Ненецкого автономного округа и Ханты-Мансийского автономного округа – Югры нами не найдено. Современные подтверждения обитания медянки в регионах Северо-Западного федерального округа также отсутствуют (Клёнина, Антипов, 2023), хотя вид внесён в Красные книги Вологодской, Новгородской и Псковской областей на основании старых, далеко не всегда достоверных, данных.

Исследователь герпетофауны и автор списка амфибий и рептилий Тульской губернии П. Л. Аммон не располагал сведениями об обитании вида в пределах региона (Аммон, 1928). Очевидно, не было такой информации и у авторов более поздних работ (Чугунов, Арапов, 1969; Арапов и др., 1975, 1982; Миллер и др., 1985), которые сообщали о пребывании медянки на территории Тульской области без указания конкретных находок, руководствуясь при этом, вероятно, лишь опубликованными к тому времени сведениями по общему распространению вида в Европейской России (Терентьев, Чернов, 1949; Банников и др., 1977). Ю. А. Мясников и Ю. И. Овчинников (1984) отмечали, что «распространена медянка по всей области..., особенно на северо-западе, но встречается крайне редко, преимущественно в лесах, богатых подлеском». Однако и они не привели ни одного конкретного локалитета.

Первые литературные данные о трёх особях *C. austriaca*, обнаруженных в Ефремовском, Суворовском и Алексинском районах Тульской области с указанием ближайших населённых пунктов (Вязово, Мишнево и Казнacheево, соответственно) и кратким описанием одного из местообитаний были опубликованы лишь в 2002 году (Рябов и др., 2002). Позже один из авторов настоящей статьи сообщил ещё об одной находке медянки в Алексинском районе и трёх – в Ефремовском (Ширяев, 2013), но, хотя на прилагавшейся к сообщению карте-схеме ясно видно, что все они расположены относительно близко от уже известных, общая концепция публикации – видового очерка в Красной книге Тульской области – не позволила ему привести более точную привязку к местности этих локалитетов из природоохранных соображений. То же можно сказать и об очерке во втором издании Красной книги Тульской области, ко времени подготовки которого у авторов появилась информация о двух новых местонахождениях вида (по одному в Алексинском и Ефремовском районах) (Ширяев, Терентьев, 2023). С. А. Рябов и С. Ван (2024) в своей работе привели дополнительные сведения по распространению и экологии *C. austriaca* в регионе, но, как и в более раннем сообщении (Рябов и др., 2002), с указанием в качестве привязки локалитетов к местности расположенных поблизости населённых пунктов. Таким образом, до настоящего времени данные о точном расположении мест обнаружения особей вида в пределах Тульской области так и не были опубликованы (исключением служат только 2 фотографии медянки, размещённые на сайте iNaturalist с указанием географических координат находок). В то же время подобные сведения вкупе с информацией о предпочтаемых биотопах и лимитирующих факторах необходимы для эффективного мониторинга состояния популяций этой редкой змеи, занесённой в Красную книгу Тульской области (2-я категория: уязвимый вид), и разработки мер по её сохранению в регионе, а также для поиска новых местообитаний.

Цель нашего исследования – актуализация собранных к настоящему времени достоверных данных о распространении, биотопической приуроченности *C. austriaca* в Тульской области и лимитирующих факторах, типичных для неё на этой территории.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В настоящей работе мы использовали литературные сведения, а также собственные дневниковые записи и фотографии, относящиеся к распространению и биотопической приуроченности обыкновенной медянки в Тульской области. Собранный материал был дополнен данными фотонаблюдений вида, размещёнными на сайте iNaturalist; фотографии части особей *C. austriaca*, обнаруженных с нашим участием в 2010–2023 годах, можно найти там же (ссылки приведены в легенде к карте-схеме (рис. 1), а также на рисунке 2 настоящей статьи). Два экземпляра, найденные мёртвыми на дорогах, хранятся в Тульском областном экзотариуме (ТЕ). Некоторую дополнительную информацию нам любезно предоставили авторы отдельных находок.

Точную привязку к местности большинства местонахождений, упомянутых в приведённых выше источниках литературы без указания геопозиции, мы произвели в полевых условиях с помощью GPS-навигатора Garmin eTrex Summit HC (Garmin Ltd., Тайвань; погрешность измерения координат составляет 10 м) при проведении мониторинговых исследований (*) или при помощи сервиса Google Maps (<http://www.google.com/maps/>) (**). При указании в литературе или фотодокументах лишь приблизительного местоположения локалитета (уточнить которое нам не удалось) он не учитывался при исследовании распространения вида, если поблизости известны точки находок с точной геопозицией.

Географические координаты мест собственных встреч *C. austriaca* мы также определяли при помощи навигатора. Разными точками (локалитетами) считали места находок, удалённые друг от друга более чем на 1 км. Координаты определены в большинстве случаев с точностью до четвёртого знака, для некоторых известных только по литературным источникам местонахождений с менее точной привязкой к местности – до второго знака.

Для иллюстрации распространения обыкновенной медянки в Тульской области мы приводим карту-схему мест находок (рис. 1), в легенде которой представлены географические координаты и краткие описания локалитетов, а также сведения по количеству, возрасту, полу и, иногда, размерам обнаруженных змей, данные о датах наблюдений и источниках информации. Приняты сокращения фамилий авторов: КШ – К. А. Ширяев, РТ – Р. А. Терентьев, АЛ – А. Ф. Лакомов. В тексте статьи и легенде к карте-схеме мы используем административно-территориальное районирование Тульской области, что упрощает сравнение новых данных с опубликованными ранее.

Большая часть биотопов с достоверными находками медянки (12 из 14) была нами исследована при проведении полевых работ, необходимая информация по остальным либо взята из работы С. А. Рябова и С. Ван (2024), либо любезно предоставлена С. М. Конушкиным. Отнесение конкретной точки находки к опушечной экотонной зоне мы проводили по П. А. Феклистову и др. (2011): согласно их исследованиям, проводившимся в северной тайге, максимальная ширина её в глубину леса составляет 40 м (средняя – 20 м), а в сторону открытого пространства – 50 м; при этом учитывались и особенности растительного покрова на месте обнаружения конкретной особи *C. austriaca*. Находки мёртвых змей на грунтовых дорогах мы относили к биотопам, непосредственно примыкающим к ним.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распространение. Наше исследование позволило обобщить сведения о 13 локалитетах *C. austriaca* в Тульской области, расположенных в четырёх административных районах: Ефремовском (7 точек), Алексинском (3 точки), Заокском (2 точки) и Суворовском (1 точка) (рис. 1). Больше половины (7, или 53,8 %) известных местонахождений находится в зоне

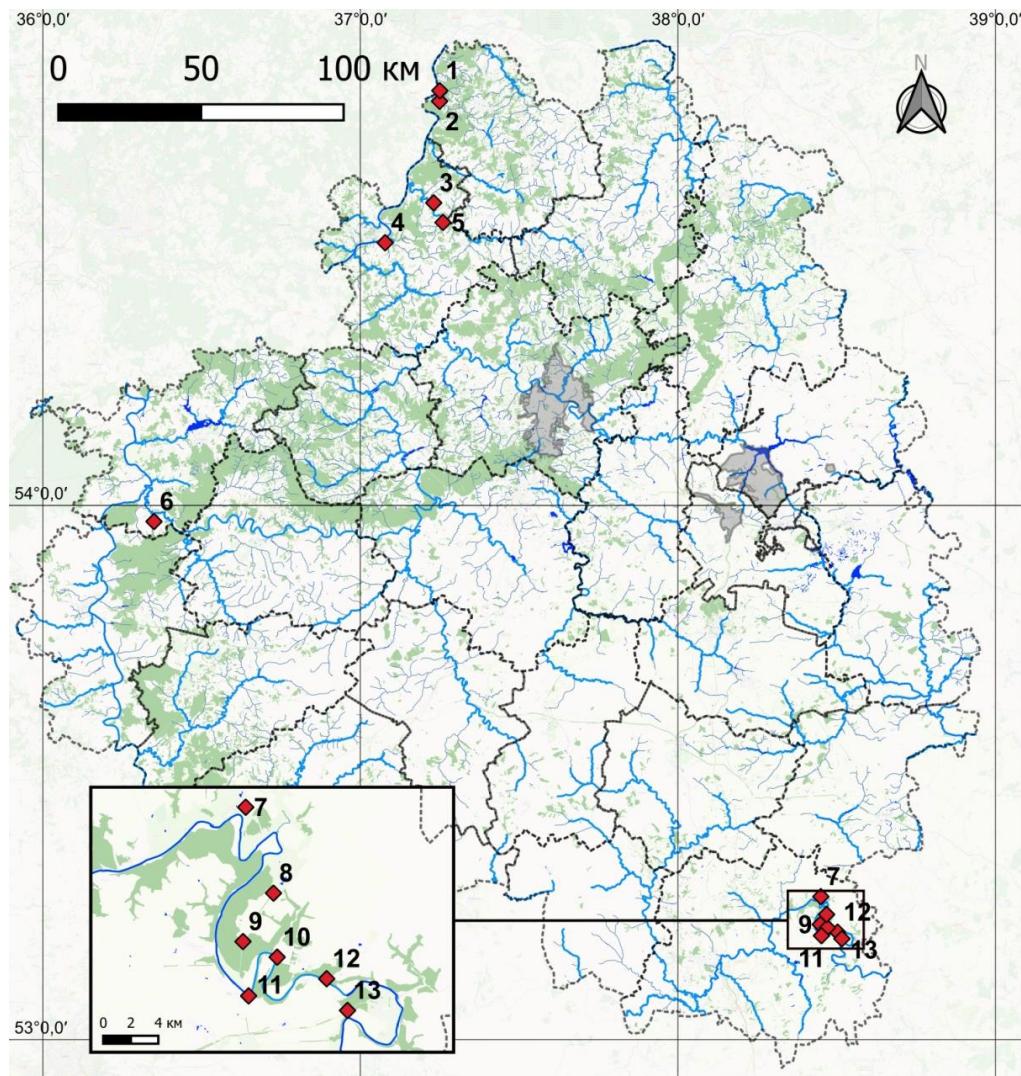


Рис. 1. Найдены обыкновенной медянки *Coronella austriaca* в Тульской области

Заокский район: 1 – окрестности с. Бёхово, каменистая тропа между небольшими лесными участками в 70 м от берега реки Оки, 54.76°N, 37.25°E**, 1 ad. ♂ (TL = 68,2 см), апрель 2023 года (Рябов, Ван, 2024); 2 – окрестности с. Страхово, разреженный сосновый лес с примесью берёзы между грунтовой дорогой и рекой Скнижкой, юго-юго-западная опушка, под корой большой упавшей полусгнившей берёзы, 54.7408°N, 37.2494°E, 1 juv.+ (25 см), 09.06.2020 (С. М. Конушкин, <https://www.inaturalist.org/observations/153405742>); **Алексинский район:** 3 – окрестности д. Соломасово, высокий склон коренного берега реки Вашаны западной экспозиции с выходами известняков и карстовыми полостями («Лысая гора») между двумя облесёнными оврагами, на участке луга 50×15 м с низкой травой и выступающими камнями выше полосы кустарника, 54.5559°N, 37.2309°E*, 5 ad. ♀♀, 1 subad. ♀, 19–20.06.2010 (С. А. Рябов, устное сообщение, 2010; Рябов, Ван, 2024); 4 – окрестности д. Колюпаново, памятник природы регионального значения «Источник Блаженной старицы Евфросинии», небольшие участки разнотравного луга среди лиственных перелесков (дуб, берёза, осина), на бетонной лестнице к источнику, 54.4830°N, 37.0780°E, 1 ad., 08.06.2019 (Н. Климова, <https://www.inaturalist.org/observations/26601532>; Ширяев, Терентьев, 2023); 5 – у с. Казнacheево, 54.52°N, 37.26°E**, на дороге, 1 мёртвый экз., без даты (В. Е. Дмитриев, устное сообщение в Рябов и др., 2002; В. Е. Дмитриев, устное сообщение, 2012); **Суворовский район:** 6 – окрестности с. Мишнево, 53.97°N, 36.35°E**, 1 экз., без даты (О. В. Скалон, А. В. Арапов, устное сообщение в Рябов и др., 2002); **Ефремовский район:** 7 – национальный парк «Тульские засеки», окрестности д. Красногорское, крутой, сильно изрезанный оврагами склон коренного берега реки Красивой Мечи с выходами известняков, 53.27°N, 38.45°E**, единичные экземпляры, без даты (Рябов, Ван, 2024); 8 – южная окраина с. Солдатское, разнотравный луг, на грунтовой дороге в 20 м от кромки

молодого широколиственного леса, 53.2365°N, 38.4681°E, 1 juv. (РТ, <https://www.inaturalist.org/observations/159513443>, ТЕ 363, сбор: РТ), юго-восточная опушка молодого широколиственного леса, на грунтовой дороге, 53.2368°N, 38.4683°E, 1 ad. (РТ), обе змеи найдены мёртвыми 19.06.2022; 9 – национальный парк «Тульские засеки», лесное урочище «Солдатское», заваленная упавшими деревьями поляна у дороги Вязово–Солдатское в 70 м от северной границы дубового леса, 53.2176°N, 38.4482°E*, 1 subad. (ad.?) ♀ (TL = 49 см), 05.07.1987 (Рябов и др., 2002; С. М. Конушкин, устное сообщение, 2024); 10 – национальный парк «Тульские засеки», окрестности д. Дубики, северная окраина лесного урочища «Пожар», крутой степной склон к реке Красивой Мече юго-западной экспозиции, ниже известняковой скалы, в 15 м от западной кромки широколиственного леса, 53.2115°N, 38.4704°E, 1 экз., до 2000 года (АЛ); 11 – а) национальный парк «Тульские засеки», окрестности с. Вязово, средняя часть открытого склона оврага юго-западной экспозиции с выходами щебнистых известняков, 1 экз., 14.07.2007 (С. А. Рябов, устное сообщение, 2007), 1 ad. ♀, 1 juv., 19.09.2009 (С. А. Рябов, устное сообщение, 2010; Рябов, Ван, 2024), до 4 экз. за 2 ч активных поисков, без даты (Рябов, Ван, 2024), 53.1964°N, 38.4519°E, 2 subad. ♀♀ (под камнями), 04.06.2010 (КШ), б) старый, зарастающий берёзой и бредией известняковый карьер, 53.1931°N, 38.4514°E, 1 ad. ♀, 05.06.2010 (А. В. Колотилин, устное сообщение, 2010; <https://www.inaturalist.org/observations/251302479>), в) северо-западная опушка небольшого лиственного леса, на грунтовой дороге, 53.1959°N, 38.4496°E, 1 subad. (мёртвый), 18.06.2022 (РТ, <https://www.inaturalist.org/observations/146124577>); 12 – национальный парк «Тульские засеки», окрестности д. Дубики, лесное урочище «Дубики», большая поляна со степной растительностью в лесостепной дубраве на крутом склоне коренного берега реки Красивой Мечи юго-западной экспозиции с выходами щебнистых известняков, 53.2032°N, 38.5029°E, 1 экз., 17.06.2004 (АЛ); 13 – а) окрестности пос. Быстри, сорно-разнотравный луг на плакоре в 100 м от бровки высокого облесённого склона коренного берега реки Красивой Мечи, на грунтовой дороге у АЗС, 53.1887°N, 38.5133°E, 1 ad. ♂ (мёртвый), 19.06.2023 (ТЕ 393, сбор: РТ), б) национальный парк «Тульские засеки», лесное урочище «Займище», лесостепная дубрава, старая, зарастающая орешником лесная дорога в 25 м от южной границы леса, 53.1907°N, 38.5164°E, 1 ad. ♀ (TL = 62,2 см), 20.06.2023 (Е. В. Солдатова, РТ, <https://www.inaturalist.org/observations/251188347>). Буквами обозначены отдельные биотопы в пределах локалитета.

лесостепи. Эти локалитеты сосредоточены в Ефремовском районе по реке Красивой Мече между д. Красногорское и пос. Быстри (расстояние между крайними точками по прямой линии составляет около 10 км). Остальные точки находок медянки расположены в зонах хвойно-широколиственных и, реже, широколиственных умеренно-влажных лесов приокских районов области, преимущественно на её крайнем северо-северо-западе по реке Оке и её правым притокам Вашане и Скнижке.



Рис. 2. Особи обыкновенной медянки *Coronella austriaca* из Ефремовского района Тульской области

а – взрослая самка в старом, зарастающем берёзой и бредией известняковом карьере (окрестности села Вязово, 05.06.2010) (фото К. А. Ширяева); б – взрослая самка на старой, зарастающей орешником лесной дороге на опушке лесостепной дубравы (лесное урочище «Займище», 20.06.2023) (фото Р. А. Терентьева).

Биотопическая приуроченность, лимитирующие факторы и угрозы. Из 14 исследованных биотопов, в которых была обнаружена *C. austriaca* (разнообразие биотопов медянки представлено на рисунке 3), 11 (78,6 %) – это опушечные экотоны широколиственных, реже сосновых, мелколиственных и хвойно-широколиственных лесов: лесные опушки (нередко расположенные на склонах и в ряде случаев с включением обочин грунтовых дорог), перелески, начало заброшенной лесной дороги, зарастающий



Рис. 3. Биотопы обыкновенной медянки *Coronella austriaca* в Тульской области
 а – участок низкотравного луга выше полосы кустарника в верхней части склона коренного берега реки Ващены западной экспозиции с выходами известняков и карстовыми полостями (окрестности д. Соломасово, 23.10.2020) (фото Р. А. Терентьева); б – участки разнотравного луга среди лиственных перелесков (окрестности д. Колюпаново, 12.08.2022) (фото Р. А. Терентьева); в – большая поляна со степной растительностью в лесостепной дубраве на крутом склоне коренного берега реки Красивой Мечи юго-западной экспозиции с выходами щебнистых известняков (лесное урочище «Дубики», 08.05.2012) (фото К. А. Ширяева); г – старый, зарастающий берёзой и бредией известняковый карьер (окрестности с. Вязово, 19.06.2022) (фото Р. А. Терентьева); д – участок луговой степи и кальцефильные растительные группировки в средней части склона оврага юго-западной экспозиции с выходами щебнистых известняков (окрестности с. Вязово, 28.05.2011) (фото К. А. Ширяева); е – начало заброшенной, зарастающей орешником лесной дороги в лесостепной дубраве (лесное урочище «Займище», 21.06.2023) (фото Р. А. Терентьева).

известняковый карьер (рис. 1: точки 1–4, 8–10, 11 (б, в), 12, 13 (б)). Кроме опушечных экотонов, медянка в Тульской области отмечена на расположенных вдоль реки Красивой Мечи склонах, занятых луговой степью (рис. 1: точка 11 (а)) или остеинённым лугом (рис. 1: точка 7), в обоих случаях с кальцефильными степными сообществами на обнажениях известняка, а также на плакорном сорно-разнотравном лугу (рис. 1: точка 13 (а)). О предпочтении *C. austriaca* в лесных и лесостепной природных зонах разнообразных полуоткрытых биотопов как природного, так и антропогенного происхождения (лесных опушек, полян, вырубок, просек, лесных дорог, редколесий, поросших кустарниками склонов) уже многократно сообщалось в отечественной литературе (Банников и др., 1977; Гаранин, 1983; Пикулик и др., 1988; Krivosheev, 2005; Бакиев и др., 2009; Антипов, 2018; Антонюк, 2020). Также наши данные подтверждают выводы С. М. Дробенкова о приуроченности местообитаний вида в основном к лесным экотонам и сухим участкам мозаичной слабо всхолмлённой местности, сделанные им при исследовании 28 белорусских локалитетов (Drobenkov, 2014). Следует отметить, что именно в опушечных экотонах и на степных склонах берегов рек нами обнаружены популяции ящериц – предпочтаемых пищевых объектов медянки – с наиболее высокой плотностью.

По крайней мере в 8 (57,1 %) случаях (рис. 1: точки 1, 4, 8, 9, 11 (б, в), 13 (а, б)) биотопы *C. austriaca* имеют антропогенное или природно-антропогенное происхождение. Почти все они (7 из 8, или 50 % всех биотопов) непосредственно примыкают к хорошо прогреваемым солнцем грунтовым (в том числе полевым и лесным) дорогам и широким пешеходным тропам, которые, проходя через изолирующие отдельные микропопуляции однородные ландшафты (поля, густые леса), способствуют расселению медянки. Близкие данные были получены для территории Беларуси: здесь обочины грунтовых дорог служат местообитаниями вида в 37,5 % случаев, а полосы вдоль насыпи железных дорог – в 6,2 % (Drobenkov, 2000). В то же время гибель под колёсами автотранспорта – один из важнейших факторов смертности *C. austriaca*: из 10 особей, найденных в Ефремовском районе при непосредственном участии авторов, 4 (40 %) были обнаружены мёртвыми на грунтовых дорогах. Поэтому шоссе с интенсивным движением в светлое время суток, напротив, способствуют изоляции популяций медянки, ведущей, согласно литературным данным, преимущественно дневной образ жизни (Phelps, 1978; Щербак, Щербань, 1980; Пикулик и др., 1988; Drobenkov, 2000; Тертышников, 2002; Бакиев и др., 2009; Зиненко и др., 2014; Johansen et al., 2022).

Среди других вероятных угроз для вида в Тульской области необходимо отметить глубокую трансформацию ландшафтов (вырубку лесных массивов с последующим использованием земель для нужд сельского хозяйства, распашку лугов, урбанизацию), снижение численности ящериц – основных пищевых объектов *C. austriaca* – в результате применения пестицидов, прямое истребление человеком. Однако антропогенная экотонизация ландшафтов в некоторых случаях позволяет виду заселять новые территории. Так, В. И. Гаранин (2003) сообщал о длительном существовании микропопуляции медянки в Раифском лесу близ Казани на месте вырубки площадью 25 га в лиственном лесном массиве.

Лимитирующие факторы, действующие на обнаруженные в Тульской области популяции *C. austriaca*, изучены нами недостаточно; необходимо проведение дополнительных полевых исследований.

Перспективы сохранения вида. Один из обнаруженных в последние годы локалитетов *C. austriaca* находится на территории памятника природы регионального значения «Источник Блаженной старицы Евфросинии» (рис. 1: точка 4) (Ширяев, Терентьев, 2023). Но в долгосрочной перспективе вероятность исчезновения большинства приокских микропопуляций Заокского и Алексинского районов, расположенных к тому же близ вероятной северной границы ареала вида (Банников и др., 1977; Ананьева и др., 2004; Антонюк, 2013; Клёнина, Антипов, 2023), весьма высока из-за усилившегося в последние десятилетия антропогенного пресса (рекреация, строительство дачных посёлков) на долинные комплексы Оки и приусыевые участки её притоков.

Гораздо более обнадёживающе выглядит ситуация в Ефремовском районе. В пределах южного кластера учреждённого в 2023 году национального парка «Тульские засеки» к

настоящему времени выявлено 6 местонахождений вида (рис. 1: точки 7, 9, 10, 11 (а), 12, 13 (б)). Таким образом, введение режима особой охраны на территории национального парка может способствовать сохранению популяций медянки Красивомечья – наиболее многочисленных из известных к настоящему времени в Тульской области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуализация достоверных данных о распространении *C. austriaca* в Тульской области позволила нам уточнить местоположение локалитетов на территории двух основных участков обитания этого редкого, занесённого в региональную Красную книгу таксона на северо-северо-западе (Заокский и Алексинский районы) и крайнем юго-востоке (Ефремовский район) региона. Во время собственных полевых работ мы нашли новые местонахождения; в результате исследований также были систематизированы данные о заселённых медянкой биотопах. В то же время слабая изученность в герпетологическом отношении большинства расположенных в зоне лесостепи административных районов вкупе с широким распространением в них предпочтаемых видом на территории области биотопов – опушечных экотонов и степных склонов по берегам рек, оврагам и балкам – позволяют рассчитывать на дальнейшие находки.

Гибель под колёсами автотранспорта – важная причина смертности *C. austriaca* в Тульской области. Тем не менее это не мешает активному заселению видом экотонных биотопов антропогенного и природно-антропогенного происхождения, примыкающих к освещённым солнцем грунтовым дорогам с автомобильным движением малой интенсивности и широким пешеходным тропам. Выяснение значения обочин грунтовых дорог для расселения медянки может стать важной составляющей общей стратегии по её сохранению в регионе. Необходимо также продолжить работу по выявлению лимитирующих факторов, типичных для *C. austriaca* в Тульской области.

Список литературы

- Аммон П. Л. Список амфибий и рептилий Тульской губернии // Тульский Край. – 1928. – № 3–4. – С. 44–52.
- Ананьева Н. Б., Орлов Н. Л., Халиков Р. Г., Даревский И. С., Рябов С. А., Барабанов А. В. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии (таксономическое разнообразие, географическое распространение и природоохранный статус). – СПб.: Зоол. ин-т РАН, 2004. – 230 с.
- Антипов С. А. Материалы по биологии обыкновенной медянки (*Coronella austriaca*) в Муромском заказнике и на сопредельной территории // Особо охраняемые природные территории: современное состояние и перспективы развития: материалы Всерос. юбилейн. науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию нац. парка «Мещёра» (5–6 октября 2017 г.). – Владимир, 2018. – С. 89–95.
- Антонюк Э. В. К вопросу о северной границе распространения обыкновенной медянки *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 в восточной части её ареала // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 6–1. – С. 2972–2974.
- Антонюк Э. В. Материалы по распространению обыкновенной медянки *Coronella austriaca* в Оксском заповеднике // Труды Оксского заповедника. – Рязань, 2020. – Вып. 39. – С. 136–143.
- Аралов В. В., Гордиенко М. А., Ткаченко А. А. Животный мир Тульской области и его охрана. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1975. – 48 с.
- Аралов В. В., Романченко И. Ф., Ткаченко А. А. Животный мир Тульской области и его охрана. Изд. 2-е, испр. и доп. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1982. – 102 с.
- Бакиев А. Г., Маленёв А. Л., Зайцева О. В., Шуршина И. В. Змеи Самарской области. – Тольятти: Кассандра, 2009. – 170 с.
- Банников А. Г., Даревский И. С., Ищенко В. Г., Рустамов А. К., Щербак Н. Н. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. – М.: Просвещение, 1977. – 414 с.
- Гаранин В. И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. – М.: Наука, 1983. – 175 с.
- Гаранин В. И. О поведении медянки // Змеи Восточной Европы: материалы Междунар. конф. (Тольятти, 3–5 февраля 2003 г.). – Тольятти, 2003. – С. 9–12.
- Гашев С. Н., Капитонов В. И. Обыкновенная медянка *Coronella austriaca* (Laurenti, 1768) // Красная книга Тюменской области: животные, растения, грибы / [Отв. ред. О. А. Петрова]. Изд. 2-е. – Кемерово: Технопринт, 2020. – С. 92.
- Дубровский Ю. А. Новые находки рептилий в степях Казахстана // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 1967. – Т. 72, вып. 1. – С. 146–147.

- Зиненко А. И., Коршунов А. В., Тупиков А. И. Амфибии и рептилии национального природного парка «Двуречанский» // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Біологія. – 2014. – Вип. 19, № 1097. – С. 68–74.
- Клёнина А. А., Антипов С. А. Современные данные о северной границе распространения обыкновенной медянки *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 на Европейской территории России // Вестник ЗКУ. – 2023. – № 1. – С. 168–186. [https://doi.org/10.37238/1680-0761.2023.89\(1\).22](https://doi.org/10.37238/1680-0761.2023.89(1).22)
- Миллер И. Д., Скалон О. В., Рябов С. А. Батрахо- и герпетофауна Тульской области // Вопросы герпетологии: автореф. докл. Шестой Всесоюз. герпетол. конф. (Ташкент, 18–20 сентября 1985 г.). – Л., 1985. – С. 140–141.
- Мясников Ю. А., Овчинников Ю. И. Щуки, лягушки, ужи и так далее... (Рыбы, земноводные и пресмыкающиеся Тульской области). – Тула: Приок. кн. изд-во, 1984. – 174 с.
- Пикулик М. М., Бахарев В. А., Косов С. В. Пресмыкающиеся Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1988. – 166 с.
- Рябов С. А., Ван С. Новые данные по распространению и экологии медянки *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 (Squamata, Colubridae) в Тульской области // Научные исследования в зоологических парках. – 2024. – Вып. 38. – С. 412–421.
- Рябов С. А., Мильто К. Д., Барабанов А. В. Современные данные о герпетофауне Тульской области // Биологическое разнообразие Тульского края на рубеже веков (сб. науч. тр.) / [Ред. Л. В. Большаков]. – Тула: Гриф и К., 2002. – Вып. 2. – С. 58–69.
- Терентьев П. В., Чернов С. А. Определитель пресмыкающихся и земноводных. 3-е доп. изд. – М.: Сов. Наука, 1949. – 340 с.
- Тертышников М. Ф. Пресмыкающиеся Центрального Предкавказья. – Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2002. – 239 с.
- Феклистов П. А., Филиппов Б. Ю., Болотов И. Н., Кононов О. Д., Торбик Д. Н. Экотонные зоны в лесных экосистемах северной тайги // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 4. – С. 102–105.
- Чугунов Ю. Д., Арапов В. В. Полевой определитель земноводных и пресмыкающихся западной лесной зоны // Вопросы биологии. – Тула: Тул. гос. пед. ин-т, 1969. – Вып. 2. – С. 180–192.
- Ширяев К. А. Обыкновенная медянка *Coronella austriaca* Laurenti 1768 // Красная книга Тульской области: животные. – Воронеж: Квarta, 2013. – С. 103.
- Ширяев К. А., Терентьев Р. А. Обыкновенная медянка *Coronella austriaca* Laurenti 1768 // Красная книга Тульской области. Животные. 2-е изд. – Белгород: Константа, 2023. – С. 92.
- Щербак Н. Н., Щербань М. И. Земноводные и пресмыкающиеся Украинских Карпат. – Киев: Наук. думка, 1980. – 265 с.
- Conservation of European reptiles and amphibians / [K. Corbett (ed.)]. – London: Christopher Helm, 1989. – 274 p.
- Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats: Appendix II – strictly protected fauna species. Treaty N 104 [Электронный ресурс]. – Council of Europe, 1979. – 24 p. Режим доступа: <https://rm.coe.int/168078e2ff> (дата обращения: 5.03.2025).
- Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora [Электронный ресурс]. – Official Journal of the European Communities. – 1992. – N L 206, 22/07/1992. – P. 7–50. Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043> (дата обращения: 5.03.2025).
- Čeirāns A., Nikolajeva L. Study of smooth snake (*Coronella austriaca*) population in the Slokas Bog, Latvia // Herpetological Facts Journal. – 2014. – Iss. 1, Suppl. 1. – P. 22–32.
- Drobenkov S. M. Ecology of smooth snake (*Coronella austriaca* Laur.) in Belarus' // Russian Journal of Herpetology. – 2000. – Vol. 7, N 2. – P. 135–138.
- Drobenkov S. M. Distribution, ecological traits and conservation of the smooth snake (*Coronella austriaca*) in Belarus // Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis. – 2014. – Vol. 14, N 1. – P. 21–27.
- Galarza J. A., Mappes J., Valkonen J. K. Biogeography of the smooth snake (*Coronella austriaca*): origin and conservation of the northernmost population // Biological Journal of the Linnean Society. – 2015. – Vol. 114, iss. 2. – P. 426–435. <https://doi.org/10.1111/bij.12424>
- Hofer U. Zur Situation der Schlingnatter (*Coronella austriaca*, Laurenti 1768) in der Schweiz // Mertensiella. – 1993. – Bd. 3. – S. 91–104.
- Johansen B. S., Sørensen P., Nyberg S. O. Mating activity and parturition of the smooth snake *Coronella austriaca* in Norway // Herpetological Bulletin. – 2022. – Iss. 160. – P. 13–18. <https://doi.org/10.33256/hb160.1318>
- Krivosheev V. The Red Data Book of Ul'yanovsk oblast': amphibians and reptiles // Russian Journal of Herpetology. – 2005. – Vol. 12 (Suppl.): Herpetologia Petropolitana: Proc. of the 12th Ord. Gen. Meeting Soc. Eur. Herpetol. (St. Petersburg, August 12–16, 2003) / [N. Ananjeva, O. Tsinenko, eds.]. – P. 164–166.
- Müller W. R. Verbreitung, Ökologie, Nachweise, Situation und Gefährdung der Schlingnatter (*Coronella austriaca*) im nördlichen Niederrheinischen Tiefland // Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde. – 2016. – Bd. 84. – S. 3–47.
- Najbar B. The occurrence and the characteristics of *Coronella austriaca austriaca* (Laurenti, 1768) (Serpentes: Colubridae) in western Poland // Acta zoologica cracoviensia. – 2006. – Vol. 49, Ser. A – Vertebrata, N 1–2. – P. 33–40.

Phelps T. E. Seasonal movement of the snakes *Coronella austriaca*, *Vipera berus* and *Natrix natrix* in Southern England // British Journal of Herpetology. – 1978. – Vol. 5, N 11. – P. 755–761.

Safaei-Mahroo B., Ghaffari H. New data on presence of the smooth snake *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 (Serpentes: Colubridae) in Iran with notes on habitat // Herpetology Notes. – 2015. – Vol. 8. – P. 235–238.

Tuniyev B. S., Orlov N. L., Ananjeva N. B., Aghasyan A. L. Snakes of the Caucasus: taxonomic diversity, distribution, conservation. – St. Petersburg, Moscow: KMK Scientific Press, 2019. – 276 p.

Yaşar Ç, Çiçek K., Mulder J., Tok C. V. The distribution and biogeography of amphibians and reptiles in Turkey // North-Western Journal of Zoology. – 2021. – Vol. 17, N 2. – P. 232–275.

Shiryaev K. A., Terentev R. A., Lakomov A. F. Distribution, Biotopic Confinement and Conservation Prospects of the Smooth Snake *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 (Reptilia: Squamata: Colubridae) in the Tula Region // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 43–52.

To date, within the Tula region the smooth snake *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 has been recorded in 13 localities situated in four administrative districts: 7 (53.8 %) of the locations belong to the forest-steppe zone concentrating in a small section of the Krasivaya Mecha River in the Efremov district, the others were discovered in forested areas adjacent to the Oka River (Aleksin, Zaokskiy and Suvorov districts). Of the 14 studied smooth snake biotopes, 11 (78.6 %) are forest edge ecotones of broadleaved, less frequently pine, small-leaved and coniferous-broadleaved forests. Additionally, the species was recorded on the slopes located along the Krasivaya Mecha River, occupied by meadow steppe and steppe meadow, as well as on a weed-forb meadow on the watershed plain. The identified biotopes of *C. austriaca* are often (in at least 57.1 % of cases) of anthropogenic or natural-anthropogenic origin. Half of the biotopes are adjacent to sun-warmed soil roads and wide footpaths, which facilitate the dispersal of the species. At the same time, death under the wheels of motor vehicles is one of the most important factors of smooth snake mortality in the Tula region: four of ten individuals discovered in the Efremov district with the direct participation of the authors were found dead on dirt roads. In general, the limiting factors affecting regional populations are insufficiently studied. Micro-populations of *C. austriaca* of the forested areas in the Aleksin and Zaokskiy districts are rather vulnerable due to increased anthropogenic pressure (recreation, construction of summer cottage settlements) on the ecosystems adjacent to the Oka River in recent decades. Conversely, the establishment of the Tulskie Zaseki National Park in 2023 can contribute to the conservation of the most numerous of the known populations of smooth snake in the region, partially located within its southern forest-steppe cluster in Krasivomechye.

Key words: smooth snake *Coronella austriaca*, distribution, localities, biotopes, forest edge ecotones, limiting factors, dirt roads, conservation, Tula region.

Поступила в редакцию 24.04.25
Принята к печати 24.06.25

Интеграция экологических знаний с помощью Data Science и онтологий

Верещагина Е. А.¹, Фролов А. В.², Титова А. А.¹

¹Дальневосточный федеральный университет
Владивосток, Россия

vereschagina.ea@dvfu.ru, titova.aana@dvfu.ru

²Морской государственный университет имени адмирала Г. И. Невельского
Владивосток, Россия

Frolov@msun.ru

В экологии актуальны проблемы точности, определенности и своевременности принимаемых решений, поэтому ошибки управления для экологии должны минимизироваться. В рамках данного исследования были проведены комплексные анализы связей на различных уровнях – логическом (онтологическом), предметно-ориентированном и аналитическом с использованием методов системного анализа-синтеза и онтологий. В результате исследований была разработана структурная (структурно-алгебраическая) модель и предложена схема онтологий для представления знаний в экологии. Ключевые результаты исследования включают следующие аспекты: формализация требований к экологическим моделям, включающих релевантность, адекватность, формализованность, модифицируемость, технологичность и верифицируемость; разработка общей схемы представления знаний, состоящей из интента, прецедента и оценки; описание алгоритмов онтологической модели, реализующих функциональные процедуры диагностики риск-ситуаций, идентификации параметров критических экологических ситуаций, классификации и многомерного шкалирования; анализ применения Data Analytics в экологии с примерами построения тепловых карт экосреды, прогнозирования развития экологических процессов и временного анализа данных со спутников; выявление проблем при работе с большими данными в экологии, таких как стандартизация метаданных, единиц измерения и протоколов, а также сложности визуализации и анализа. Полученные результаты позволяют более эффективно использовать семантические технологии и онтологии для представления и анализа экологических знаний. Созданная структурная модель и схема онтологий могут быть применены в практической деятельности для минимизации рисков и повышения качества принятия решений в экологической сфере.

Ключевые слова: экологические знания; методы Data Mining и Advanced Data Analytics; онтологическая модель; инструменты Big Data; проектирование и применение; экологические данные; синтез моделей.

ВВЕДЕНИЕ

В экологии существует много проблем, относящихся как к самой экологии, так и междисциплинарных проблем, в которых встречаются нечеткость и неточность, неопределенность знаний, особенно, новых. Это особенно заметно при рассмотрении проблем зеленого и бережливого производства – направлений, в которых эколого-экономические связи понимаются в зависимости от степени устойчивости экологической среды и оптимальности (рациональности) производства (Фюкс, 2016; Кожевников, Лебедева, 2019). Ошибки менеджмента в данном случае должны быть минимизированы путем их формализации.

Знания, извлекаемые из контента предметной области, могут рассматриваться при различных условиях их представления – на логическом (теоретическом, часто и аксиоматическом), аналитическом и синтетическом (предметно-ориентированном) (Пальчунов, 2008), что согласовано с классификацией истинности суждений:

1) на логическом уровне истинные высказывания – истинны всегда, независимо от значений (смысла) входящих в них понятий. На этом уровне моделируются потенциальные возможности средств онтологического моделирования, несколько абстрагируясь от языков представления онтологий и удобств пользователей.

2) на аналитическом уровне истинность аналитических выражений зависит лишь от смысла понятий, составляющих выражение;

3) на синтетическом уровне истинность предложений (синтетических) определяется их связями и свойствами предметной области. Структура предметной онтологии отображается в виде семантической сети, вершинами которой являются базовые понятия, а стрелки выражают отношения (связи) между ними.

Онтологии используются для представления знаний в различных областях независимо от используемых технологий. Они предоставляют общий словарь и содержательную информацию об отношениях между вещами/данными/информацией в области экологии.

Цель работы – разработать методологические основы для минимизации ошибок управления экологическими процессами через создание структурной (структурно-алгебраической) модели и онтологической схемы представления информации в области экологии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В рамках данного исследования использовались методы системного анализа-синтеза и онтологического моделирования для изучения связей на различных уровнях представления знаний: логическом (онтологическом), предметно-ориентированном и аналитическом. Эти методы позволили формализовать подход к анализу экологических данных и разработать структурную модель для представления знаний в экологии.

Основными методами, примененными в работе, являются:

- 1) системный анализ-синтез: для выявления взаимосвязей между компонентами экосистем и их влияния на принятие решений;
- 2) онтологическое моделирование: для формализации знаний о сложных экологических процессах и создания общей структуры представления информации;
- 3) Data Analytics: для анализа больших массивов данных, выявления закономерностей и прогнозирования экологических ситуаций.

Материалом исследования послужили:

- 1) экологические данные, включая наблюдения за состоянием окружающей среды, результаты мониторинга и параметры экосистем;
- 2) структурированные и неструктурированные данные из различных источников (файлы, таблицы, графическая информация);
- 3) теоретические основы онтологий, такие как язык OWL для описания классов и отношений в предметной области.

Для описания модели были использованы следующие принципы:

- 1) структурно-алгебраическая модель, представленная в виде алгебры;
- 2) общая схема представления знаний.

При разработке моделей были учтены следующие ключевые требования:

- 1) релевантность и адекватность целям исследования;
- 2) формализованность (математическая или информационно-логическая);
- 3) модифицируемость для адаптации к меняющимся условиям;
- 4) технологичность и реализуемость в практической деятельности;
- 5) верифицируемость через тестирование и доказательства.

Для реализации исследовательских задач применялись:

- 1) язык OWL для описания онтологий;
- 2) методы Data Mining и Advanced Data Analytics для анализа больших данных;
- 3) инструменты безопасного хранения и обработки Big Data (например, Hadoop, Apache).

Таким образом, методология исследования включала комплексный подход, сочетающий теоретические основы онтологий, методы анализа данных и практические инструменты для решения актуальных экологических проблем.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Data analytics, онтологии и модели в экологии. С формальной позиции или позиций формально рассматриваемой предметной области, модель – это алгебра $O = \langle A, B \rangle$, где A – совокупность аналитических предложений для описания совокупности, смысла понятий в предметной области или носитель, а B – сигнатура или совокупность операций, определенных над элементами A алгебры O . Для описания классов и отношений между ними часто используется язык OWL (использования онтологий) и др.

Теорией Т предметной области можно считать все предложения, верные для каждого теста предметной области. На практике их невозможно установить, идентифицировать полностью и сразу, поэтому теории бесконечны и развиваются, а мы имеем дело лишь с конечной совокупностью онтологического знания B .

В экологии работать приходится с моделями различных сигнатур, хотя аксиоматическая теория такое не предполагает, она работает с моделями одной сигнатуры, часто даже неопределенной. Например, при извлечении интента (знаний, смысла) из контента, сигнатура алгебраической системы – динамична, расширяема. Рассматривают пару $O_n = \langle A_n, B \rangle$, где $A_n \subseteq A$ – конечное подмножество.

При интеграции интента интегрируются и сигнатуры, возникает проблема различного смысла в текстах одного содержательного смысла, что при отслеживании непротиворечивости и полноты системы весьма сложно реализовать. Можно лишь с определенной вероятностью формулировать гипотезы, истинные для всей предметной области. Общая схема представления знаний состоит из интента, precedента и оценки (рис. 1).

К предметным моделям предъявляются ключевые требования (Казиев, Казиев, 2004):

- 1) релевантность, адекватность, соответствие целям, гипотезам, ресурсам;
- 2) ценность (полезность, отражение необходимых связей);
- 3) формализованность (математическая, инфологическая);
- 4) модифицируемость (экстраполяция на следующий период рассмотрения);
- 5) технологичность (реализуемость);
- 6) функциональность, возможность использования в имитационном (сценарном, ситуационном) варианте моделирования, в том числе, автоматизированном;
- 7) верифицируемость (тестируемость, доказательность) и др.

Экологическая модель должна учитывать внешнюю среду посредством наблюдаемых признаков, «прямых» воздействий окружения, а также внутреннюю среду, определяемую воздействиями экологических факторов, образа жизни (физиологическими особенностями). Эти воздействия, причинно-следственные связи и определяют индивидуальное реагирование на экологические меры.

Структура предметной онтологии отображается в виде семантической сети, вершинами которой являются базовые понятия, а стрелки выражают отношения (связи) между ними. Приоритет, важность симптома, причины и причинно-следственной связи обычно идентифицируются экспертизно-эвристически, при определенных гипотезах моделирования, которые также зависят от системы экологического наблюдения, мониторинга, а также инструментария (методики, планы мониторинга, аппаратное и компьютерное обеспечение, базы знаний, ПО и др.).

Онтологическая модель в экологии позволяет структурировать и формализовать экологическую область, класс экологических задач и precedентов (эмпирики), используя оценочные знания (вероятностные критерии).

Онтологическая модель в экологической области формализует ключевые термы, их отношения, связи явлений и процессов в экологии.



Рис. 1. Схема онтологической модели

Для того чтобы расширить возможность описания предметных областей за счет включения в онтологию не только объектов, но и их качественных и количественных характеристик, в конструкторе онтологий реализованы средства создания свойств объектов и добавления атрибутов для всех концептов. В данном случае свойства отвечают за качественные характеристики, а атрибуты – за количественные. Наличие такой возможности увеличивает объем знаний, которые пользователь может описать с помощью онтологии, так как задание свойств объектов влечет за собой появление следующего уровня детализации онтологии, а именно создание и описание процессов, в которые могут вступать объекты. Прецеденты рассматриваемой области формализуемы булевозначными функциями (моделями), а оценочные критерии, знания – нечеткими моделями.

Алгоритмы (методы) онтологической модели реализуют функциональные процедуры. Основными из них являются:

- 1) алгоритмы диагностики риск-ситуаций, кризисов, например, из-за экологических противопоказаний;
- 2) алгоритмы идентификации (прогноза) параметров возникновения и развития критических экологических ситуаций;
- 3) алгоритмы интерфейса класса «база знаний – эколог», «эколог – предприятие» и др., обеспечения связей с экологическими паспортами, прецедентами;
- 4) алгоритмы классификации, многомерного шкалирования, предварительной статистической обработки и оценки статистических гипотез (например, нормальности по Гауссу);
- 5) алгоритмы оценки противопоказаний и негативных влияний в системе.

С увеличением количества концептов и связей семантические сети становятся нечитаемыми и трудными для восприятия, поэтому возникла необходимость выделения подмножества объектов из общей сети онтологии. В экологических системах актуально использование Data или больших массивов данных, которые плохо структурируемы, представимы и обрабатываемы с помощью классических (например, реляционных) базах данных (БД). Они также плохо обрабатываемы в единых приложениях, с помощью единого интерфейса, в основном, из-за своей мультиформатности, объемности, целевой необходимости извлечения новых связей, априори неизвестных (Маурер, 2020).

Большинство экологических данных представлено файлами, таблицами, графикой. Без связок на уровне описаний, онтологий, экспертных суждений. Это делает их малоценным «вагоном данных», не приспособленным для извлечения знаний (причинно-следственных связей) с помощью Data Mining, Advanced Data Analytics.

Проблема возникает не только с потоком данных, но и с инфологическими моделями их извлечения, анализа и принятия решений. Из-за роста асимптотической сложности алгоритмов и необходимости обеспечения безопасности персональных данных в условиях резкого роста БД и актуализации знаний в доказательной медицине. Влияет и развитие облачно-туманной инфраструктуры систем медицины и здравоохранения.

Главные стимулы использования Data Science – не только выгоды, финансовые или материальные, но и выгоды организационные, технологические, качества, оперативности обслуживания населения.

Примеры использования Advanced Data Analytics в экологии:

- 1) построение тепловых карт экосреды, экосостояния;
- 2) анализ данных Data Mining) с прогнозированием развития экологического процесса;
- 3) экологическое образование (анализ среды, распознавание объектов, оценка заражений и др.);
- 4) временной анализ (например, вейвлет-анализ данных со спутников в реальном режиме;
- 5) дистанционный мониторинг.

Интеграция цифровых методов повышает экологический, эволюционный потенциал и экономит ресурсы, особенно, временные и организационные (всей экосреды).

Экологи и ученые, изучающие экосистемы, в частности, имеют долгую историю работы с концепциями больших данных. Основными проблемами при этом являются стандартизация метаданных, единиц измерения и протоколов, «обнаруживаемость» данных и сложность визуализации и анализа внутри или между подключенными киберинфраструктурными и аналитическими платформами (например, DataONE и статистическое программное обеспечение). В то время как ученые-экосистемологи разрабатывают и используют подходы, основанные на больших данных, наука об экосистемах по-прежнему в значительной степени является дисциплиной, которая объясняет закономерности и процессы, а не занимается их прогнозированием. Отчасти это объясняется тем, что в структуре и процессе все еще очень многое требует объяснения.

Ученые-экосистемологи стремятся понять биофизические процессы, а также сложные области применения и последствия этих процессов (например, функции экосистем, стабильность и услуги). Большие данные могут существенно расширить возможности понимания и прогнозирования экосистемной науки в течение следующего десятилетия. Хотя качество данных и проницательность исследователей по-прежнему будут иметь решающее значение при любом анализе, использование технологий и философии больших данных может обеспечить надежные подходы и инструменты для продвижения к ответам на некоторые сложные вопросы экосистемной науки, такие как, например, как изменение климата на местном и региональном уровнях влияет на функционирование экосистем, как стабильность экосистемных процессов влияет на экосистемную безопасность, поддерживается биологическим разнообразием и другими факторами. Кроме того, четкая связь между подходами к работе с большими данными и сетевыми науками указывает на потенциальный сдвиг в сторону будущего, в котором преподаватели, начинающие карьеру,

должны как развивать сотрудничество, так и получать вознаграждение за его успешное выполнение.

С ростом потоков данных, стандартные методы обработки (анализа) становятся слабыми и «жесткими» (мало адаптивными). Data Analytics имеет огромный потенциал в экологии и других областях, но требует новых подходов и моделей обработки данных.

Для решения проблем с Big Data применяются специализированные технологии и инструменты (Hadoop, Apache и др.). Они позволяют оперативно обрабатывать и эффективно анализировать большие массивы данных. Хотя многие продукты, основанные на больших данных, уже используются, например, в экосистемных моделях глобальных циклов углерода и питательных веществ, они, возможно, менее ценятся за их ценность для развития теории и стимулирования открытия новых гипотез.

Существует два общих аналитических подхода к получению выводов на основе больших данных. Если имеется достаточное понимание для определения модели, для оценки параметров и проверки гипотез используются методы, основанные на статистической регрессии. Иерархическая (часто байесовская) статистика позволяет интегрировать различные источники данных для понимания более сложных экосистемных процессов.

Однако, когда априорного понимания недостаточно для описания модели процесса, методы интеллектуального анализа данных могут выявить надежные многомерные закономерности, определить важные движущие силы и сгенерировать прогнозы на основе самих данных. В экологии исследовательские подходы исторически означали тщательное изучение окружающей среды для выявления экологических взаимосвязей и выработки проверяемых гипотез. Визуализация данных и интеллектуальный анализ также использовались в качестве шага к подтверждающим (статистическим выводам) подходам. Более формально интеллектуальный анализ данных относится к изучению больших многомерных наборов данных для выявления надежных закономерностей данных (например, кластеров точек данных, аномальных сигнатур в данных или зависимостей между переменными), которые заслуживают дальнейшего изучения с помощью целенаправленной проверки гипотез (подтверждающий анализ).

Использование вычислительных алгоритмов, включая ансамблевую регрессию и деревья классификации или анализ ассоциативных правил позволяет обойти ограниченную способность априори назначать взаимодействия и статистические распределения (возможно, очень большому) количеству переменных. Такие подходы становятся все более востребованными для получения информации о системах, которые являются очень сложными или в которых трудно поддается репликации, но этот подход требует некоторой переориентации наших представлений об анализе данных.

Например, Data Mining позволяет компаниям выявлять тренды и потребности клиентов, улучшать принятие решения и др. Кроме Big Data, развиваются и машинное обучение, искусственный интеллект. Они позволяют глубоко анализировать данные, делать прогнозы заданного уровня приемлемости. Развиваются также методы безопасного хранения-обработки Big Data.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что применение онтологий и методов Data Analytics в экологии открывает новые возможности для решения актуальных задач управления природными ресурсами. Обсуждение этих результатов можно разделить на несколько ключевых аспектов.

Эффективность онтологической модели. Разработанная структурная (структурно-алгебраическая) модель и схема онтологий показали свою применимость для формализации знаний в экологии. Использование онтологий позволяет создавать общий словарь терминов и четко определять отношения между различными компонентами экосистем. Это особенно важно при работе с большими данными, где стандартизация метаданных и единиц измерения становится критически важной задачей.

Применение Data Analytics в экологии. Анализ данных с использованием методов Data Mining и Advanced Data Analytics доказал свою эффективность в выявлении закономерностей и прогнозировании экологических процессов. Например, построение тепловых карт экосреды и анализ данных со спутников помогают лучше понять состояние окружающей среды и принимать более обоснованные решения. Однако остается проблема интеграции различных источников данных, что требует дальнейшего развития технологий обработки Big Data.

Человеческий фактор и минимизация ошибок. Внедрение онтологической модели способствует снижению влияния человеческого фактора при принятии решений в экологии. Это достигается за счет формализации процессов анализа данных и использования вероятностных подходов для оценки рисков. Такой подход особенно важен при управлении критическими экологическими ситуациями, где точность и своевременность решений играют решающую роль.

Сложности при работе с большими данными. Несмотря на успехи в применении Big Data в экологии, остаются значительные вызовы. Стандартизация метаданных, единиц измерения и протоколов все еще является актуальной проблемой. Кроме того, сложность визуализации и анализа больших массивов данных требует разработки новых методов и инструментов. Развитие облачных технологий и туманной инфраструктуры может стать одним из путей решения этих проблем.

Перспективы развития. Будущее применения онтологий и Data Analytics в экологии видится в направлении создания более интеллектуальных систем анализа данных. Интеграция машинного обучения и искусственного интеллекта позволит глубже исследовать сложные экосистемные процессы и делать более точные прогнозы. Также важно продолжать работу по стандартизации данных и развитию интероперабельных платформ для их обмена между исследователями.

Таким образом, полученные результаты подтверждают важность применения современных семантических технологий и методов анализа данных в экологии. Они предоставляют надежную основу для дальнейшего развития подходов к управлению экологическими системами и минимизации ошибок в принятии решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что использование онтологической модели и методов Data Analytics позволяет существенно повысить эффективность управления экологическими процессами. Созданная структурная (структурно-алгебраическая) модель и схема онтологий обеспечивают формализацию знаний в экологии, что помогает минимизировать ошибки принятия решений. Ключевые преимущества подхода включают возможность интеграции различных типов данных, учет сложных причинно-следственных связей и повышение точности прогнозирования критических экологических ситуаций. При этом сохраняется актуальность решения проблем обработки больших данных, таких как стандартизация метаданных и развитие адаптивных методов анализа. Онтологическая модель позволяет априори снижать вероятность рисковых ситуаций и учитывать человеческий фактор при управлении экосистемами.

Список литературы

- Фюкс Р. Зеленая революция: экономический рост без ущерба для экологии. – М: Альпина нон-фикшн. – 2016. – 330 с.
- Кожевников С. А., Лебедева М. А. Проблемы перехода к зеленой экономике в регионе (на материалах Европейского Севера России) // Проблемы развития территории. – 2019. – № 4 (102). – С. 72–88.
- Пальчунов Д. Е. Решение задачи поиска информации на основе онтологии // Бизнес-информатика. – 2008. – № 1. – С. 3–13.
- Казиев В. М., Казиев К. В. Основы математического и инфологического моделирования в примерах // Информатика и образование. – 2004. – № 1. – С. 18–23.
- Маурер Р. Метод кайдзен: Шаг за шагом к достижению цели. – М: Альпина Паблишер. – 2020. – 179 с.

Фролов А. В., Титова А. А., Верещагина Е. А. Мониторинг рисков и безопасности перевозок нефти-газа железнодорожным транспортом // Экологические системы и приборы. – 2022. – № 9. – С. 51–53. DOI: 10.25791/esip.9.2022.1319. – EDN IHZQEE

Фролов А. В., Титова А. А. Системная инженерия в комплексе улучшения судовождения // Эксплуатация морского транспорта. – 2022. – № 2. – С. 69–71. DOI: 10.34046/aumsuomt103/15. – EDN HODVBT

Фролов А. В., Титова А. А. Цифровые технологии судовождения // Эксплуатация морского транспорта. – 2022. – № 3 (104). – С. 152–153. DOI: 10.34046/aumsuomt104/24. – EDN SNMPPS

Фролов А. В. Моделирование выделения полезного линейночастотного сигнала в системе распределенных приемников в воднотранспортном потоке // Прикладная физика и математика. – 2022. – № 1. – С. 6–9. DOI: 10.25791/pfim.01.2022.1219. – EDN KQYXTJ

Фролов А. В. Моделирование воднотранспортных потоков с учетом инфраструктуры порта // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2021. – № 11. – С. 9–11. DOI: 10.25791/asu.11.2021.1323. – EDN AKNNHM

Vereshchagina E. A., Frolov A. V., Titova A. A. Integration of Environmental Knowledge through Data Science and Ontologies // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 53–60.

In contemporary environment ecology, the problems of accuracy, certainty and timeliness of decision-making are relevant, therefore management errors should be minimized. This study presents a comprehensive analysis of the relationships at various levels – logical (ontological), subject-oriented, and analytical – employing methods of systems analysis, synthesis, and ontologies. As a result of the research, a structural (structural-algebraic) model was developed and an ontology scheme was proposed for representing environmental knowledge. The key findings of the study include the following aspects: formalization of requirements for ecological models, including relevance, adequacy, formalization, modifiability, manufacturability and verifiability; development of a general scheme for representing knowledge, consisting of intent, precedent and assessment; description of algorithms of the ontological model that implement functional procedures for diagnosing risk situations, identifying parameters of critical environmental situations, classification and multidimensional scaling; analysis of the application of Data Analytics in environment with examples of constructing heat maps of the eco-environment, forecasting the development of environmental processes and time analysis of satellite data; identification of problems when working with big data in environment, such as standardization of metadata, units of measurement and protocols, as well as the complexity of visualization and analysis. The obtained results facilitate more efficient use of semantic technologies and ontologies for the presentation and analysis of ecological environmental knowledge. The created structural model and ontology scheme can be applied in practical activities to minimize risks and improve the quality of decision-making in the environmental sphere.

Key words: environmental knowledge, Data mining; Advanced data analysis, ontological model, Big Data tools, design engineering and application; environmental data; model synthesis.

*Поступила в редакцию 08.04.25
Принята к печати 26.06.25*

Современные подходы к микробной ремедиации нефтезагрязнённых почв

Туркин К. А.

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии Сибирского федерального университета
Красноярск, Красноярский край, Россия
kirill.je.je@yandex.ru

Микробиологическая ремедиация – эффективный метод реабилитации почв, загрязненных нефтепродуктами. В данной статье представлен обзор литературы по использованию микроорганизмов для ликвидации загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами. Приведены результаты анализа современных подходов и технологий микробной ремедиации, выявлены наиболее эффективные штаммы микроорганизмов и условия, необходимые для максимального ускорения процесса деградации нефти в почвах. В анализе использованы данные научных статей и обзоров по различным аспектам микробной ремедиации. Особое внимание уделено результатам экспериментов по использованию автохтонных и альлохтонных микроорганизмов, а также биостимуляции и биоаугментации как методов повышения эффективности очистки. Исследования показывают, что успешная микробная ремедиация требует комплексного подхода, включающего выявление бактерий и микромицетов, наиболее активных в деградации нефти, корректировку условий окружающей среды для их роста и активности (подбор питательных веществ, регулирование pH, температуры и аэрации) и, при необходимости, добавление конкретных питательных веществ или поверхностно-активных веществ. Микробная ремедиация является перспективной технологией для очистки нефтезагрязненных почв, способной обеспечить высокий уровень деградации нефти с минимальным воздействием на окружающую среду. Будущие исследования должны быть сосредоточены на оптимизации условий микробной деградации и разработке комплексных подходов, сочетающих различные методы биоремедиации для повышения их эффективности.

Ключевые слова: микробная ремедиация, микроорганизмы, окружающая среда, нефть, почва, нефтепродукты.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами является одной из наиболее актуальных проблем современной экологии. Разливы нефти приводят к деградации почв, деградации растений и микробов, а также оказывают негативное воздействие на здоровье человека через биоаккумуляцию токсикантов. В этом контексте поиск и разработка эффективных методов очистки почв от разливов нефти представляется чрезвычайно важной задачей (Тусупова, Мелдекул, 2022). Одной из наиболее многообещающих областей в этой сфере является микробная ремедиация – процесс, который использует естественную способность микроорганизмов расщеплять загрязняющие вещества на менее вредные соединения. Благодаря своей экологичности, эффективности и экономическим преимуществам по сравнению с традиционными методами очистки этот метод получил широкое распространение.

Возрастающий интерес к проблеме загрязнения почв нефтью обусловлен активным производством и транспортировкой нефтепродуктов, а также участвующими случаями техногенных катастроф, приводящих к аварийным выходам. Существующие физико-химические методы либо малоэффективны, либо требуют больших материальных затрат и могут привести к дополнительному загрязнению почвы. В этом контексте микробная реабилитация представляет собой альтернативный подход, который использует природный потенциал микроорганизмов для восстановления окружающей среды. Однако, несмотря на значительный прогресс в этой области, до сих пор остается ряд нерешенных вопросов, связанных с эффективностью использования микроорганизмов в различных условиях окружающей среды, что делает тему актуальной для дальнейших исследований (Никонов, Потапова, 2018; Пашкевич, Быкова, 2022; Созина, Данилов, 2023).

Актуальность исследования также подтверждается и тем, что Россия, как один из крупнейших производителей и экспортёров нефти и газа в мире, сталкивается с серьезной проблемой загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами. Проблема усугубляется возрастом и износом нефтепроводов, а также частыми прорывами и авариями. Например, в 2020 году Норильская топливная катастрофа, в результате которой более 20 тысяч тонн дизельного топлива вылилось в грунт и водные ресурсы, вызвала большое международное внимание и стала одной из крупнейших экологических катастроф в Арктике.

Что касается мировой статистики, то во всем мире регулярно происходят разливы нефти, возникающие в результате серьезных аварий на нефтепроводах, на морских нефтяных платформах и при транспортировке нефти танкерами. Например, катастрофа в Мексиканском заливе в 2010 году (катастрофа Deepwater Horizon), в результате которой в океан было выброшено около 4,9 миллиона баррелей нефти, является одним из крупнейших и наиболее известных примеров (Ахмадиев, 2014; Лим и др., 2016). Эти и другие инциденты привели к серьезному загрязнению морских и прибрежных экосистем и почв, что подчеркивает глобальную значимость проблемы (Borowik et al., 2017; Chaudhary et al., 2017; Tumanyan et al., 2017; Vaoupe et al., 2019; Chen et al., 2019; Vasilyeva et al., 2020).

Цель настоящего исследования – на основе анализа современных подходов к микробной реабилитации нефтезагрязненных почв выявить наиболее эффективные методы и технологии, позволяющие максимально ускорить процесс биодеградации нефтяных загрязнителей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данной статье представлен актуальный обзор публикаций, посвященных современным подходам к микробной ремедиации нефтезагрязненных почв. Поиск литературы проводился в Mendeley, КиберЛенинка, Web of Science, eLIBRARY.RU по следующим ключевым словам: «микробная ремедиация», «микроорганизмы», «окружающая среда», «нефть», «почва», «нефтепродукты».

Анализ включал систематические обзоры, ретроспективные исследования и поиск литературы, опубликованных с 2009 по 2023 год. Включались публикации, содержащие данные по изоляции микроорганизмов, их идентификации и характеристике, методам применения и оценки эффективности. Работа выполнена в рамках реализации программы развития «Приоритет-2030».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования по микробной реабилитации нефтезагрязненных почв показывают разные подходы к ликвидации разливов нефти. В данной работе мы рассмотрим их более подробно.

Развитие методов микробной ремедиации. Каждая из этих работ представляет собой важный вклад в развитие методов микробной очистки и позволяет лучше понять, как можно использовать микроорганизмы для очистки почв, загрязненных нефтепродуктами. Ниже приведён более подробный обзор каждой из этих работ.

Одной из важнейших работ, которая считается классической в той области, является работа исследователей Ж. Б. Тусупова и Д. Э. Мельдекул (2022), изучавших эффективность очистки нефтезагрязненных почв с помощью микроорганизмов. В данной работе исследуется влияние определенных видов микроорганизмов на распад углеводородов в нефтезагрязненных почвах. Авторы сосредоточились на выявлении наиболее эффективных штаммов микроорганизмов, которые можно использовать для ускорения процесса биоремедиации. В работе выявлены ключевые механизмы микробной деградации и предложены методы повышения эффективности рекультивации почв.

Другие известные авторы – И. Д. Созина и А. С. Данилов (2023), в своих исследованиях обратили внимание на микробиологическую ремедиацию нефтезагрязненных почв. Исследование посвящено анализу методов микробиологической рекультивации, которые можно использовать для очистки нефтезагрязненных почв. Авторы обсуждают различные

подходы к отбору микроорганизмов, адаптированных к добыче углеводородов, и рассматривают условия, обеспечивающие максимальную эффективность рекультивации. Результаты исследования включают оценку различных микробных консорциумов и их влияние на скорость восстановления почвы.

Следующая работа М. В. Ахмадиева (2014) продемонстрировала использование аборигенных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов при биоремедиации нефтезагрязненных почв и грунтов. Данная работа посвящена использованию аборигенных (естественно встречающихся в загрязненной почве) штаммов микроорганизмов для биоремедиации. Автор подробно описывает методику отбора углеводородокисляющих микроорганизмов, способных эффективно разлагать нефтепродукты в различных типах почв. Исследование способствует пониманию того, как можно активировать местную микрофлору для очистки экосистем.

Также стоит упомянуть исследования А. А. Юферева и М. С. Дремовой (2022), работа которых представляет собой анализ микробной ремедиации как метода борьбы с загрязнением почв нефтепродуктами. В работе подчеркивается важность использования микроорганизмов для стимулирования процессов самоочищения в почве и предлагаются стратегии оптимизации биоремедиации. Авторы рассматривают различные методы повышения жизнеспособности и активности микроорганизмов в загрязненных средах, а также обсуждают возможные применения биотехнологий.

Метод адсорбционной ремедиации нефтезагрязненных почв с высокой концентрацией поллютанта был исследован Г. К. Васильевой с соавторами (2020). Авторы исследуют использование адсорбентов в сочетании с микробиологическими процессами для повышения эффективности удаления нефтяных загрязнений и подчеркивают важность синергизма между физическими и биологическими методами.

Исследования различных ученых в области микробной реабилитации нефтезагрязненных почв подчеркивают потенциал использования микроорганизмов в процессах реабилитации окружающей среды. Работы М. В. Ахмадиева (2014), Ж. Б. Тусупова и Д. Е. Мельдекула (2022), И. Д. Созиной и А. С. Данилова (2023) и других авторов иллюстрируют успехи в подборе эффективных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов, изучении механизмов их деградации нефтепродуктов, разработке комплексных подходов биоремедиации.

Особое внимание удалено не только адаптации микроорганизмов к конкретным условиям загрязненных почв, но и синергическому взаимодействию используемых штаммов и технологических решений для улучшения процессов самоочищения. Достижения в этой области открывают путь для разработки инновационных и экологически безопасных методов реабилитации, включая сочетание биологических вмешательств и физико-химических методов, в то время как исследования микробного разнообразия остаются ключевым аспектом эффективной реабилитации загрязненных территорий.

При рассмотрении различных подходов микробной ремедиации нефтезагрязнённых почв нельзя не отметить важность учёта природных особенностей загрязнённых территорий, особенно в уязвимых регионах с низкими температурами. Например, в недавнем исследовании С. С. Попова с соавторами (2024) была проведена комплексная оценка загрязнённости нефтепродуктами почв ряда островов архипелага Земля Франца-Иосифа. Авторы отметили, что содержание нефтяных углеводородов в некоторых пробах превышает фоновый уровень в несколько раз, при этом способность природных сообществ к самоочищению крайне ограничена низкими температурами и отсутствием доступных питательных субстратов. По мнению исследователей, при таких условиях требуются специально адаптированные консорциумы микроорганизмов, а также стимуляция их активности с помощью внесения азота- и фосфорсодержащих соединений или биоактивных добавок.

Это подтверждает тезис о том, что для успешной микробной ремедиации в различных климатических условиях необходим тщательный отбор адаптированных к местной среде штаммов. К примеру, микроорганизмы, выделенные из почв при низких температурах,

нередко обладают способностью синтезировать собственные биоПАВ (сурфактин, рамнолипид), которые снижают поверхностное натяжение углеводородов и способствуют их эмульгированию, делая загрязняющие вещества более доступными для микробной деградации (Baoune et al., 2019; Vasilyeva et al., 2020).

Каждая из этих работ демонстрирует различные подходы и методы в области микробной ремедиации и даёт важные научные данные для разработки более эффективных технологий очистки почв от нефтяных загрязнений. Для наглядного представления информации о рассмотренных в обзоре работах различных авторов, использованных методах микробной ремедиации, решаемых проблемах и полученных результатах в таблице 1 обобщены ключевые характеристики проведённых исследований.

Перспективы развития. Перспективные направления включают разработку универсальных протоколов для оценки потенциала существующей микрофлоры почвы и интеграцию физико-химических методов в микробную ремедиацию для повышения эффективности. Также актуальным является изучение взаимодействия между различными

Таблица 1

Основные работы по микробной ремедиации нефтезагрязнённых почв: проблемы, методы, результаты

Авторы	Проблема	Метод	Ключевой результат
1	2	3	4
Созина И. Д., Данилов А. С., 2023	Микробиологическая рекультивация почв	Анализ подходов к отбору адаптированных штаммов и условия их применения	Оценены различные микробные консорциумы и условия, обеспечивающие максимальную эффективность рекультивации
Тусупова Ж. Б., Мелдекул Д. Е., 2022	Очистка нефтезагрязнённых почв	Изучение влияния различных микроорганизмов на разложение углеводородов	Выявлены наиболее эффективные штаммы и ключевые механизмы микробной деградации нефти
Юфереев А. А., Дремова М. С., 2022	Микробная ремедиация как метод очистки почв	Анализ стратегий повышения жизнеспособности микроорганизмов	Предложены стратегии оптимизации микробной ремедиации и стимулирования процессов самоочищения почв
Васильева Г. К. и др., 2020	Адсорбционная ремедиация нефтезагрязнённых почв	Совместное применение сорбентов и биоремедиации	Показано, что сочетание адсорбентов с микробиологическими методами существенно повышает эффективность удаления нефтяных загрязнений
Chen Y. et al., 2019	Биоразложение нафталина	Изоляция и характеристика новых штаммов бактерий	Описан <i>Devosia naphthalenivorans</i> – новый вид, специализирующийся на разложении нафталина

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4
Eddy S. R., 2019	Методы идентификации микробов для биоремедиации	Разработка инструментов поиска гомологий на основе вероятностных методов	Разработаны новые биоинформационные инструменты для идентификации и характеристики микроорганизмов, участвующих в биоремедиации
Chaudhary D. K. et al., 2017	Новый вид бактерий для биоремедиации	Изоляция и описание нового вида из нефтезагрязнённых почв	Открыт новый вид <i>Lysobacter olei</i> , способный участвовать в разложении нефтепродуктов
Germaine C. J. et al., 2015	Фиторемедиация нефтезагрязнённых почв	Метод «Ecopiling»	Разработана инновационная система, демонстрируется синергия фито- и микробных технологий для улучшения очистки
Ахмадиев М. В., 2014	Биоремедиация загрязнённых почв и грунтов	Отбор аборигенных углеводородокисляющих штаммов из загрязнённых почв	Описана методика выбора эффективных местных штаммов, показано, как активировать естественную микрофлору

видами микроорганизмов и разработка экологически чистых методов их внедрения в загрязненные среды.

Разработанный К. Дж. Джемейном с соавторами (Germaine et al., 2015) метод «Ecopiling» объединяет в себе фиторемедиацию и пассивные биоплёнки для реабилитации загрязненных углеводородами почв на разных уровнях. Эта инновационная система показывает, как сочетание различных методов может значительно повысить эффективность ремедиации.

Работа Д. К. Чудрея с соавторами (Chaudhary et al., 2017) представляет собой открытие нового вида бактерий, выделенных из загрязненных нефтью почв, которые могут участвовать в разложении нефтепродуктов. Описание *Lysobacter olei* указывает на потенциальное использование этого вида в технологиях биоремедиации.

Исследование Е. Чен с коллегами (Chen et al., 2019) представляет еще один новый вид бактерий, специализирующийся на разложении нафталина. Открытие *Devosia naphthalenivorans* подчеркивает важность изучения микробного разнообразия для поиска эффективных средств микробиологической реабилитации окружающей среды.

С. Р. Эдди (Eddy, 2019) описывает разработку новых инструментов поиска гомологии, основанных на вероятностных методах, которые важны для идентификации и характеристики микроорганизмов, участвующих в процессах биоремедиации.

Таким образом, каждая из этих работ демонстрирует различные подходы и методы в области микробной ремедиации и дает важные научные данные для разработки более эффективных технологий очистки почв от нефтяных загрязнений.

Перспективы развития микробной ремедиации нефтезагрязнённых почв связаны с углублённой адаптацией микроорганизмов к специфическим условиям загрязнённых территорий. Ключевыми направлениями являются:

1. Формирование консорциумов микроорганизмов с синергетическим эффектом. Разнообразные сообщества, включающие виды с различной метаболической активностью,

обеспечивают более полное разрушение нефтяных углеводородов (Ж. Б. Тусупов и Д. Э. Мельдекул, 2022; И. Д. Созина и А. С. Данилов, 2023).

2. Стимулирование синтеза ПАВ в клетках микроорганизмов для увеличения биодоступности загрязнителей. Например, у некоторых родов бактерий при адаптации к хроническому нефтяному загрязнению активируется продукция поверхностно-активных веществ, способствующих эмульгированию углеводородов и облегчению их метаболизма (Vasilyeva et al., 2020).

3. Интеграция с физико-химическими методами. Сочетание микробной ремедиации с фиторемедиацией, например, методом «Ecopiling» (Germaine et al., 2015) или с адсорбционными методами позволит повысить эффективность комплексных систем очистки почв.

Кроме того, важно предусматривать мониторинг микробной активности в реальном времени при помощи современных молекулярно-генетических методов, таких как метагеномный анализ или ПЦР с видоспецифическими праймерами, позволяющими оценить изменение структуры микробных сообществ и степень деградации нефтяных углеводородов (Eddy, 2019). Это даст возможность оперативной корректировки параметров процесса ремедиации для достижения максимальных показателей очистки.

Внедрение новых технологий очистки почв от нефтезагрязнений (новые достижения). В настоящее время в России активно разрабатываются и внедряются новые технологии очистки почв от разливов нефти с целью повышения эффективности за счет инновационных решений (Лим и др., 2016). Важность этих разработок обусловлена значительным воздействием на окружающую среду добычи и переработки нефти в стране. Ниже приведены некоторые из последних достижений в этой области:

1. Биоремедиация местными микроорганизмами. Исследователи различных научно-исследовательских институтов и университетов (Институт микробиологии им. С. Н. Виноградского РАН; Институт проблем нефти и газа РАН, Тюменский государственный университет; Дальневосточный федеральный университет) России активно работают над поиском и использованием специфических штаммов микроорганизмов, способных расщеплять углеводороды нефти (Тусупова, Мелдекул, 2022; Пащекевич, Быкова, 2022; Созина, Данилов 2023). Эти микроорганизмы можно изолировать непосредственно с загрязненных территорий, что обеспечивает их высокую адаптацию к местным условиям.

2. Фиторемедиация адаптированными растениями. Разработка и внедрение методов фиторемедиации с использованием растений, адаптирующихся к высоким концентрациям нефтепродуктов в почве и способных активно поглощать их с участием ризосферных микроорганизмов или расщеплять через корневую систему.

3. Термическая десорбция. Российские инженеры и ученые разрабатывают устройства для термической обработки загрязненных почв, позволяющие получать из них нефтепродукты методом термодесорбции. Этот метод подходит для обработки больших объемов загрязненной почвы и позволяет впоследствии использовать очищенную почву для рекультивации земель (Никонов, Потапова, 2018).

4. Сурфактанты и нанотехнологии. Использование синтетических и биологических ПАВ для повышения эффективности отделения компонентов нефти от почвы. Нанотехнологии открывают новые возможности для производства высокоэффективных ПАВ с контролируемыми свойствами, которые позволяют существенно улучшить процессы извлечения загрязняющих веществ.

5. Комплексные подходы. Разработка комплексных систем очистки, включающих сочетание физических, химических и биологических методов (например, многоступенчатая очистка с механической предварительной очисткой, биоремедиацией и окончательной фильтрацией), позволяет повысить эффективность очистки за счет синергии различных процессов.

Эти достижения демонстрируют стремление России разрабатывать и внедрять передовые технологии в области очистки почв от разливов нефти, что особенно важно в контексте

сохранения и восстановления окружающей среды в регионах с активной добычей и переработкой нефти.

На основе исследования можно сделать несколько важных выводов, отражающих современное состояние и перспективы использования микробных технологий для очистки почв от разливов нефти (Коряжкина, 2009; Ахмадиев, 2014; Гекк, Ларькова, 2015; Лим и др., 2016; Аббасян и др., 2016; Коршунова, Логинов, 2019; Vaoupe et al., 2019; Chen et al., 2019; Eddy, 2019; Soboleva et al., 2020; Vasilyeva et al., 2020; Yuferev, Dremova, 2022):

1. Эффективность местных штаммов микроорганизмов. Исследования показывают, что использование аборигенных микроорганизмов, выделенных непосредственно из загрязненных территорий, является одним из наиболее эффективных подходов к биоремедиации. Эти штаммы хорошо адаптируются к местным условиям и способны эффективно расщеплять нефтяные углеводороды.

2. Комбинированный подход к очистке. Хотя микробная ремедиация сама по себе является многообещающим методом, наиболее успешные результаты достигаются при комбинированном подходе. Сюда могут входить физические методы, такие как добавление питательных веществ или изменение условий окружающей среды (например, вентиляция) для стимулирования активности и роста микроорганизмов.

3. Биостимуляция и биоаугментация. Биостимуляция, то есть стимулирование роста местных микробных сообществ путем добавления питательных веществ и/или изменения физико-химических условий, и биоаугментация - введение специфических штаммов микроорганизмов оказались эффективными стратегиями, которые можно использовать как по отдельности, так и вместе для повышения эффективности ремедиации.

4. Разработка консорциумов микроорганизмов. Исследования показали, что использование консорциумов микроорганизмов, то есть совместное использование нескольких видов с разными специализированными способностями к расщеплению нефтепродуктов может значительно повысить эффективность очистки по сравнению с использованием одного штамма.

5. Важность мониторинга и контроля. Для достижения наилучших результатов биоремедиации важно не только правильно подобрать методы и штаммы микроорганизмов, но и тщательно контролировать процесс лечения. Сюда входит мониторинг состава почвы, концентрации загрязняющих веществ, климатических условий и других факторов, которые могут повлиять на успех восстановления.

6. Перспективы и проблемы. Несмотря на значительный потенциал микробной реабилитации, существуют технические, экономические и экологические проблемы, связанные с крупномасштабным применением этой технологии. Это включает в себя разработку более эффективных и адаптированных микроорганизмов, совершенствование методов мониторинга и контроля, а также оценку долгосрочного воздействия на экосистемы.

Таким образом, микробная ремедиация является перспективной и экологически чистой технологией очистки нефтегрязевых грунтов, однако ее успешное применение требует комплексного подхода, включающего дальнейшие исследования и совершенствование существующих технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования современных подходов к микробной ремедиации нефтешламовых почв выявлены ключевые факторы, способствующие эффективному использованию микроорганизмов в процессах биодеградации нефтяных углеводородов. Установлено, что использование местных штаммов микроорганизмов и формирование консорциумов с учетом

разнообразия деградационных способностей существенно повышает эффективность процессов очистки. Комбинированный подход, включающий биостимуляцию и биоаугментацию, позволяет создать оптимальные условия для активации процессов биодеградации и расширения спектра разлагаемых компонентов нефти.

Однако для масштабного внедрения и повышения эффективности микробной ремедиации необходимо уделять повышенное внимание изучению микробных сообществ, особенностей их взаимодействия и адаптации к различным условиям загрязнения. Роль точного мониторинга и адаптивного управления процессами рекультивации имеет решающее значение для достижения целей реабилитации в различных условиях окружающей среды. Однако экономическая и экологическая оценка методов микробной реабилитации, включая анализ их долгосрочного воздействия на почвы и водные экосистемы, остается важным аспектом будущих исследований.

Таким образом, микробная реабилитация нефтезагрязненных почв является перспективным направлением со значительным потенциалом экологически устойчивой реабилитации загрязненных территорий. Успех его применения зависит от глубокого понимания микробных процессов, подходов к стимуляции микробной активности и разработки инновационных технологий мониторинга. Продолжение исследований в этой области позволит усовершенствовать технологии биоремедиации, сделав их более эффективными, экономически выгодными и экологически безопасными.

Список литературы

- Аббасян Ф., Локингтон Р., Мегарадж М., Найду Р. Изменения биоразнообразия в микробной популяции почв, загрязненных сырой нефтью // Современная микробиология. – 2016. – Т. 72, № 6. – С. 23–28.
- Ахмадиев М. В. Применение нативных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов в биоремедиации нефте-загрязненных почв и грунтов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – № 2 (14). – С. 15–26.
- Гекк А. С., Ларькова А. Н. Использование растений и биоразлагаемых сорбентов для биоремедиации нефтезагрязненных почв // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий (сб. научн. конф.). – Абакан, 2015. – Т. 1. – С. 175.
- Коршунова Т. Ю., Логинов О. Н. Нефтешламы: состояние проблемы в РФ и методы снижения их воздействия на окружающую среду // Экобиотех. – 2019. – Т. 2, № 1. – С. 75–85.
- Коряжкина М. Ф. Полифункциональный комплекс микроорганизмов для повышения эффективности биоремедиации прибрежных нефтезагрязненных территорий // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2009. – № 9. – С. 59–61.
- Лим М. В., Фон Лау Э., По П. Э. Комплексное руководство по технологиям восстановления загрязненных нефтью почв — текущие работы и будущие направления // Бюллетень загрязнения моря. – 2016. – Т. 72, № 6. – С. 663–670.
- Никонов А. Н., Потапова С. О. Нефтяная промышленность как один из серьезных загрязнителей окружающей среды // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1, № 9. – С. 666–673.
- Пашкевич М. А., Быкова М. В. Методология термодесорбционной очистки локальных загрязнений почв от нефтепродуктов на объектах минерально-сырьевого комплекса // Записки Горного института. – 2022. – Т. 253. – С. 49–60. DOI: 10.31897/PMI.2022.6.
- Попов С. С., Никитина М. В., Хекимова Н. Б., Наквасина Е. Н. Оценка содержания нефтепродуктов в почвах некоторых островов архипелага Земля Франца-Иосифа // Экосистемы. – 2024. – № 40. – С. 26–31.
- Созина И. Д., Данилов А. С. Микробиологическая ремедиация нефтезагрязненных почв // Записки Горного института. – 2023. – Т. 260. – С. 297–312. DOI: 10.31897/PMI.2023.8.
- Тусупова Ж. Б., Мелдекул Д. Е. Эффективность очистки нефтезагрязненных почв с использованием микроорганизмов // Молодой ученый. – 2022. – № 18 (413). – С. 522–524.
- Baoune H., Aparicio J. D., Acuña A., El Hadj-khelif A. O., Sanchez L., Polti M. A., et al. Effectiveness of the *Zea mays*-*Streptomyces* association for the phytoremediation of petroleum hydrocarbons impacted soils // Ecotoxicology and Environmental Safety – 2019. – Vol. 184. – Article 109591. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.109591.
- Borowik A., Wyszkowska J., Oszust K. Functional diversity of fungal communities in soil contaminated with diesel oil // Frontiers in Microbiology – 2017. – Vol. 8. – Article 1862. DOI: 10.3389/fmicb.2017.01862.
- Chaudhary D. K., Lee S. D., Kim J. *Lysobacter olei* sp. nov., isolated from oil-contaminated soil // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology – 2017. – Vol. 67. – P. 4660–4666. DOI: 10.1099/ijsem.0.002348.
- Chen Y., Zhu S., Lin D., Wang X., Yang J., Chen J. *Devosia naphthalenivorans* sp. nov., isolated from East Pacific Ocean sediment // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology – 2019. – Vol. 69. – P. 1974–1979. DOI: 10.1099/ijsem.0.003410.

Eddy S. R. A new generation of homology search tools based on probabilistic inference // Genomics and Informatics. – 2019. – Vol. 23. – P. 205–211. DOI: 10.1142/9781848165632_0019.

Gauchotte-Lindsa C., Aspray T. J., Knappc M., Ijaz U. Z. A systems biology approach to elucidation of contaminant biodegradation in complex samples – integration of high-resolution analytical and molecular tools // Faraday Discussions. – 2019. – Vol. 218. – P. 481–504. DOI: 10.1039/c9fd00020h.

Germaine K. J., Byrne J., Liu X., Keohane J., Culhane J., Lally R. D., et al. Ecopiling: a combined phytoremediation and passive biopiling system for remediating hydrocarbon impacted soils at field scale // Frontiers in Plant Science – 2015. – Vol. 5. – Article 756. DOI: 10.3389/fpls.2014.00756.

Soboleva O. M., Kolosova M. M., Filipovich L. A. Electromagnetic field of super high frequency as a method for controlling microbial exchange of poultry feed // Modern Trends in Agricultural Production in the World Economy: XVIII International Scientific and Practical Conference. – Kemerovo: Kuzbass State Agricultural Academy, 2020. – P. 138–144.

Tumanyan A. F., Tyutyuma N. V., Bondarenko A. N., Shcherbakova N. A. Influence of oil pollution on various types of soil // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2017. – Vol. 53 (3). – P. 369–376. DOI: 10.1007/s10553-017-0813-7.

Vasilyeva G., Kondrashina V., Strijkova E., Ortega-Calvo J.-J. Adsorptive bioremediation of soil highly contaminated with crude oil // Science of The Total Environment. – 2020. – Vol. 706. – Article 135739. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135739.

Yuferev A. A., Dremova M. S. Microbiological remediation of oil-contaminated soils // Современные технологии в сфере сельскохозяйственного производства и образования: Материалы XIII Международной научно-практической конференции на иностранных языках (Кемерово, 27 октября 2022 г.). – 2022. – С. 365–367.

Turkin K. A. Modern Approaches to Microbial Remediation of Oil-Contaminated Soils // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 61–69.

Microbiological remediation is an effective method for the rehabilitation of soils contaminated with petroleum products. This article examines the use of microorganisms for the elimination of soil contamination caused by crude oil and its derivatives. The study aims to analyze current approaches and technologies in microbial remediation, identify the most effective microbial strains, and determine the conditions necessary to maximize the degradation rate of oil in soils. The analysis is based on data from scientific articles and reviews addressing various aspects of microbial remediation. Particular attention is given to experimental results on the use of autochthonous and allochthonous microorganisms, as well as biostimulation and bioaugmentation methods to enhance the efficiency of remediation. The findings indicate that successful microbial remediation requires an integrated approach, including the identification of key oil degrading bacteria and fungi, adjustment of environmental parameters to support their growth and activity (e.g., nutrient selection, pH regulation, temperature control, and aeration), and, if necessary, the addition of specific nutrients or surfactants. Microbial remediation is a promising technology for treatment of oil-contaminated soils, capable of achieving substantial oil degradation with minimal environmental impact. Further research should focus on optimizing conditions for microbial degradation and developing integrated approaches that combine various bioremediation methods to enhance their effectiveness.

Keywords: microbial remediation, microorganisms, environment, oil, soil, petroleum products.

Поступила в редакцию 17.12.24
Принята к печати 26.06.25

Фитопланктон Кизлярского залива (Каспийское море)

Ардабьева А. Г., Рубцова Е. Г.

Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства)
Астрахань, Россия
ardabeva202@mail.ru, rubtsova15081966@mail.ru

Важность фитопланктона в формировании биологической продуктивности, подтверждена многолетними литературными данными. Исследование фитопланктона дает возможность судить о тенденциях изменений в структуре водоема. Сведения о состоянии водорослей могут быть использованы в системе экологического контроля и санитарного состояния водной акватории. В работе приводятся данные о состоянии фитопланктона Кизлярского залива в весенне-летний период 2024 года, как продолжение многолетних исследований. Таксономический состав фитопланктона был многообразен и составлял 103 вида рангом ниже рода, изменяясь от весны (80 видов) к лету (70 видов). Существенных изменений в общем составе фитоценоза по сезонам не наблюдалось, происходила лишь замена отдельных видов на другие. Основу флористического состава определяли диатомовые водоросли, на долю которых приходилось 41 % общего состава фитопланктона. В фитоценозе Кизлярского залива обитают представители пяти экологических групп. В период исследования наблюдалось преобладание пресноводных видов (51 % и 44 % общего состава в весенне-летний период соответственно) из отделов синезеленых, диатомовых, зеленых и эвгленовых водорослей. Количественные показатели увеличивались от весны к лету за счет интенсивного развития в оба сезона синезеленых водорослей особенно *Oscillatoria* sp., видов рода *Anabaena*. Весной биомасса синезеленых водорослей составляла 45 %, летом – 60 % общей массы фитопланктона. Значение индекса сапробности – 1,8–1,9 свидетельствует о том, что вода в заливе оценивается как β -мезосапробная, класс качества воды третий – умеренно загрязненная (удовлетворительно чистая).

Ключевые слова: фитопланктон, качественный состав, биомасса, численность, сапробность.

ВВЕДЕНИЕ

Кизлярский залив – это естественный водоем, расположенный в юго-западной части Северного Каспия. Протяженность его с севера на юг – около 50 км, средняя ширина – около 20 км. Залив представляет собой мелководье с глубинами от 0,5 до 5,0 м (средняя 2,5 м), с полуопресненной водой и илисто-песчаными грунтами (Шамсудинов и др., 2017). Его воды находятся под непосредственным влиянием стоков рек Волги, Кумы и левых рукавов Терека. Солёность воды колеблется в пределах 2,5–3,0 %, тогда как средняя солёность моря в целом составляет 12,8 %.

Кизлярский залив Каспийского моря представляет собой уникальный нерестовый, нагульный и зимовальный природный водоем для многих видов рыб. Здесь проходит нерест рыб, развитие икры, нагул молоди, откорм взрослых особей. В настоящее время в связи со снижением уровня Каспийского моря наблюдается обмеление залива, уменьшение его площади, увеличивается зарастаемость высшей водной растительностью, ухудшаются абиотические условия для формирования кормовой базы молоди и взрослых рыб (Алигаджиев и др., 2008; Бархалов, 2014).

Фитопланктон формирует основу пищевой цепи водоемов, обладает колоссальной питательной ценностью, быстро реагирует на любые изменения экосистемы. Развитие фитопланктона определяет уровень биологической продуктивности водоема. Исследования состояния фитопланктона являются неотъемлемой частью экологического мониторинга.

Цель работы – оценить качественный и количественный состав фитопланктона Кизлярского залива Каспийского моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для настоящей работы послужили пробы, собранные в мае и августе 2024 года с поверхности горизонта воды Кизлярского залива.

Отбор (12 проб) и камеральную обработку фитопланктона проводили согласно общепринятой методике (Усачев, 1961). Идентификацию видов устанавливали с помощью определителей (Забелина, 1951; Прошкина-Лавренко, Макарова, 1968).

Количественный анализ фитопланктонных организмов проводили счетно-объемным методом с помощью микроскопа Микромед – 2. Определение индекса сапробности производилось на основе метода Пантле и Букка в модификации Сладечека (Унифицированные методы ..., 1977). Выбраны организмы, относимые к разным зонам сапробности. Произведены расчеты показателей средневзвешенной сапробности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Качественный состав фитопланктона Кизлярского залива в весенне–летний период 2024 года был разнообразен, что отмечалось и ранее (Абдуллаев, 2005; Гасанова, Ковалева, Гусейнов, 2011), и представлен 103 видами рангом ниже рода из пяти отделов: Cyanophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Chlorophyta (рис. 1). Ведущую роль по видовому разнообразию фитопланктона залива по–прежнему (Велибекова, Муталлиева, 2021) играли диатомовые водоросли (41 % общего состава фитоценоза). На долю синезеленых и зеленых водорослей приходилось 33 % и 21 % соответственно. Другие отделы водорослей были представлены единичными экземплярами.

Весной в видовом составе фитопланктона было обнаружено 80 видов, разновидностей и форм. Наибольшее количество видов было зафиксировано среди синезеленых водорослей (41 % общего состава водорослей). Качественное разнообразие наблюдалось среди представителей родов *Anabaena* (9 видов), *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenoides* (по 4 вида). Второе место по значимости занимали диатомовые водоросли (31 %), среди которых многочисленным был род *Navicula* (9 видов). На долю зеленых водорослей приходилось 23 %. Разнообразны были роды *Scenedesmus* (5 видов), *Pediastrum* (4 вида). Остальные роды во всех отделах были представлены единичными экземплярами.

Число видов фитопланктона от весны к лету уменьшилось до 70 таксономических единиц, что отмечалось и в предыдущих исследованиях (Бархалов, 2014). Сокращение произошло за счет синезеленых (почти в 2 раза) и отчасти зеленых водорослей. Качественный состав диатомовых водорослей увеличился с 25 до 35 видов, что позволило им занять

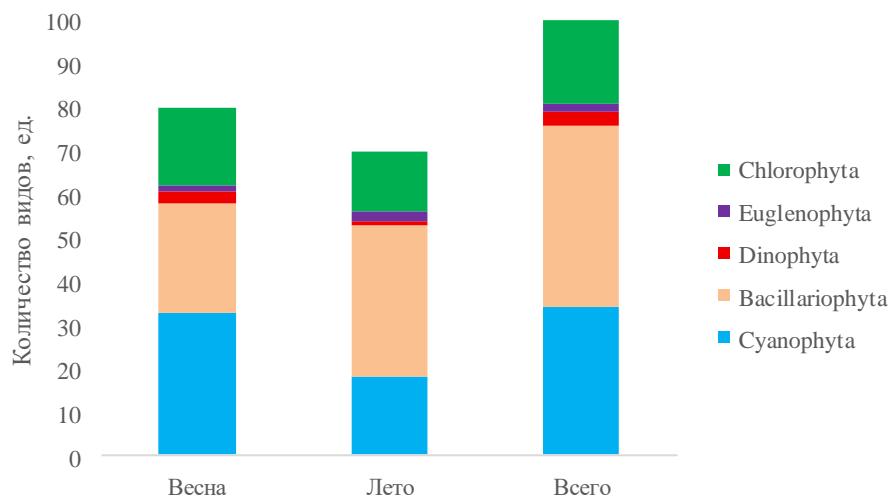


Рис. 1. Таксономический состав фитопланктона Кизлярского залива

лидирующее положение в летнем фитоценозе. Флористический состав эвгленовых и динофитовых, по сравнению с весенним периодом, практически не изменился.

В фитопланктоне Кизлярского залива обитают представители пяти экологических групп, что характерно для Каспийского моря (Ардабьева, 2000). Наиболее разнообразны были виды пресноводного происхождения, куда входили представители всех отделов, кроме динофитовых водорослей (рис. 2).

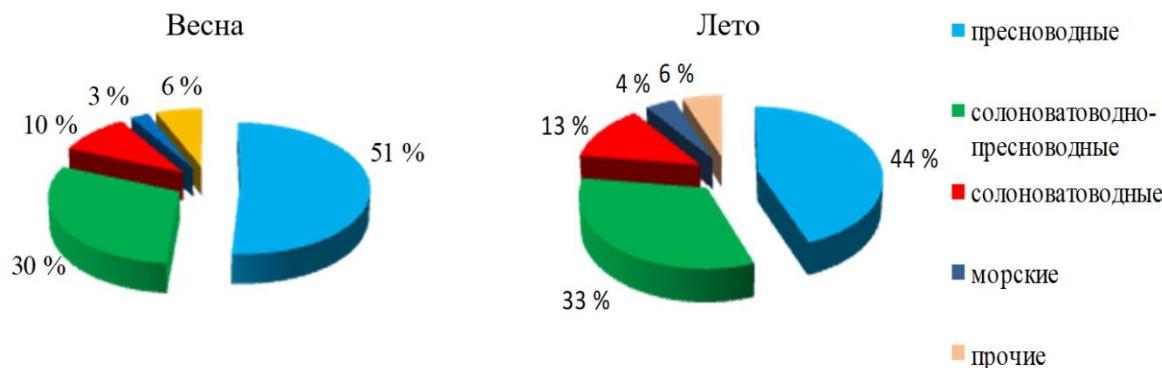


Рис. 2. Видовое разнообразие фитопланктона в экологических группах

Солоноватоводно-пресноводные виды водорослей, состоящие из представителей всех отделов, кроме эвгленовых, встречались меньше. На долю солоноватоводных водорослей из отделов синезеленых, динофитовых и диатомовых приходилось 10–13 %. В группу «прочие» вошли убиквисты, галофобы и виды с неясным отношением к солености.

Количественные показатели фитопланктона увеличивались от весны к лету (рис. 3). Доминировали в весенне–летнем фитоценозе, как по биомассе, так и по численности, синезеленые водоросли.

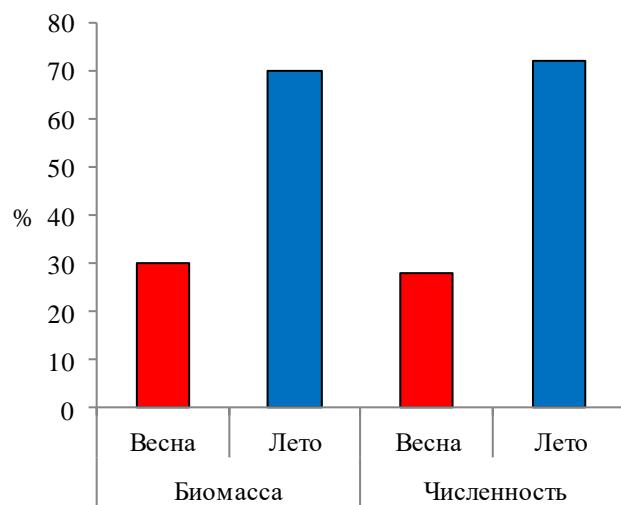


Рис. 3. Количественные показатели фитопланктона Кизлярского залива (доля биомассы и численности фитопланктона от общей биомассы и численности за исследуемый период)

Весной биомассу фитопланктона определяли синезеленые водоросли, они составляли 45 % общей биомассы фитоценоза (рис. 4). Среди них по массе доминировали *Oscillatoria* sp., виды родов *Anabaena*, *Aphanizomenon*, численность составляли *Oscillatoria* sp., виды родов *Anabaena*, *Gloecapsa*.

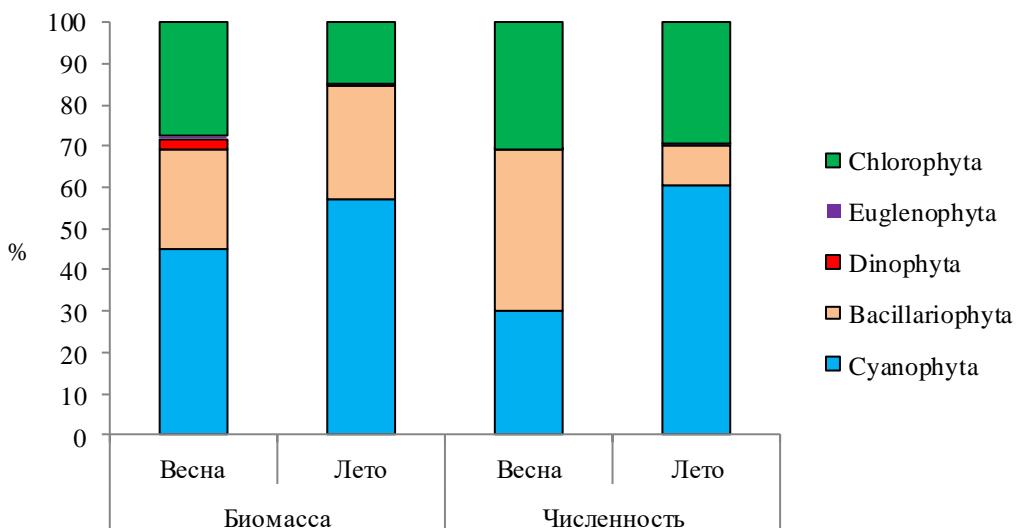


Рис. 4. Биомасса и численность отделов фитопланктона Кизлярского залива (доля биомассы и численности отделов фитопланктона от общей биомассы и численности за исследуемый период)

Второе место по развитию биомассы занимали зеленые водоросли, где преобладали крупноклеточный вид *Pediastrum boryanum var. longicorne* (Reinsch) Hansgirg 1867 (45 % массы зеленых водорослей) и колониальный *Dictyosphaerium pulchellum* H. C. Wood 1873 (14 %). В больших количествах встречались *Binuclearia lauterbornii* (Schmidle) Proshkina-Lavrenko 1966, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brebisson 1835, которые составляли главным образом численность зеленых водорослей.

Диатомовые водоросли были представлены мелкоразмерными видами из родов *Fragilaria*, *Stephanodiscus*, что позволило им доминировать по численности в весеннем фитопланктоне. Основу биомассы, кроме видов из рода *Fragilaria*, определяли в равной степени *Amphora ovalis* (Kutzing) Kutzing 1844 и *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs 1861.

Развитие динофитовых и эвгленовых водорослей находилось на низком уровне.

В летний период количественные показатели фитопланктона увеличились более чем в 2 раза. Формировали биомассу и численность, как и в весенний период, синезеленые водоросли, на долю которых приходилось 60 % общей массы и плотности клеток. Основу количественных показателей синезеленых определяла в основном *Oscillatoria* sp. (74 % биомассы и 64 % численности данного отдела). На долю диатомовых водорослей приходилось 28 % биомассы и 10 % численности летнего фитопланктона. Среди диатомовых, кроме весенних доминантов, в больших количествах встречались крупноклеточные виды *Pleurosigma elongatum* Smith 1852 и *Thalassiosira capsica* Makarova 1957. В отделе зеленых водорослей к весенним превалирующим видам добавился *Ankistrodesmus pseudomirabilis var. spiralis* Korshikov 1953. Развитие остальных отделов фитопланктона находилось на низком уровне.

Качество воды Кизлярского залива в рассматриваемый период изменялось в пределах β-сапробной зоны, индекс сапробности варьировал от 1,8 весной до 1,9 летом, что означает умеренно загрязненные воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мелководность, постоянный приток биогенных элементов обеспечивают в Кизлярском заливе оптимальные условия для вегетации фитоценоза. В период исследования фитопланктон Кизлярского залива отличался высоким таксономическим разнообразием (103 вида) и уменьшался от весны (80 видов) к лету (70 видов). Основу флористического состава

определяли диатомовые водоросли. В экологических комплексах отмечено преобладание видов пресноводного происхождения. Количественные показатели увеличивались от весны к лету. Формировали биомассу и численность в оба сезона синезеленые водоросли. Отмечались незначительные изменения средних величин индекса сапробности (1,8 – 1,9).

Благодарности. Авторы статьи выражают благодарность начальнику отдела «Западно-Каспийский» Волжско-Каспийского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») П. С. Таибову за сбор материала на акватории Кизлярского залива.

Список литературы

- Абдуллаев Х. Т. Гидробиологические исследования в Кизлярском заливе. Систематический анализ фитопланктона и коловраток // Вестник Дагестанского Государственного университета. – 2005. – № 1. – С. 67–75.
- Алигаджиев М. М., Османов М. М., Амаева Ф. Ш., Абдурахманова А. А. Кизлярский залив как объект мониторинга в новых экологических условиях // Юг России: экология, развитие. – 2008. – Т. 3, № 2. – С. 32–36.
- Ардабьева А. Г. Влияние повышения уровня моря на фитопланктон Северного Каспия: автореф. дис. канд. биол. наук: спец. 11.00.11 Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. – Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2000. – 22 с.
- Бархалов Р. М. Состояние промысловых рыб на участке «Кизлярский залив» заповедника «Дагестанский» // Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». – 2014. – № 9. – С. 69–97.
- Велибекова Б. Д., Муталиева Ю. К. Современное состояние кормовой базы рыб в Кизлярском заливе в 2016–2020 гг. // Материалы VIII научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений». – 2021. – С. 65–72.
- Гасанова А. Ш., Ковалева Г. В., Гусейнов К. М. Структура фитопланктонного сообщества Кизлярского и Сулакского заливов Каспийского моря // Аридные экосистемы. – 2011. – Т. 17, № 3. – С. 77–82.
- Забелина М. М. Определитель пресных водорослей СССР. – М.: 1951. – 619 с.
- Прошкина – Лавренко А. И., Макарова И. В. Водоросли планктона Каспийского моря. – М.: Наука, 1968. – 291 с.
- Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III методы биологического анализа вод // Атлас сапробности организмов. – М.: 1977. – 100 с.
- Усачев П. И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Труды ВГБО АН СССР, 1961. – Т. 11. – С. 411–415.
- Шамсудинов Ж. М., Горбунова Г. С., Мехтиханова Р. К., Эльдарова З. З., Гусейнова Б. Р., Панарина Н. В. Эколого-токсикологическое состояние Кизлярского залива // Труды Государственного природного заповедника «Дагестанский». – 2017. – Вып. 13. – С. 130–133.

Ardabyeva A. G., Rubtsova E. G. Phytoplankton of Kizlyar Bay (Caspian Sea) // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 70–74

The importance of phytoplankton in the formation of biological productivity is confirmed by long-term literary data. The study of phytoplankton provides insights into trends in changes within aquatic ecosystems. Information on the state of algae can be used for environmental monitoring and sanitary assessment of water bodies. The paper reveals data on the state of phytoplankton of the Kizlyar Bay in the spring-summer period of 2024, as a continuation of long-term research. The taxonomic composition of phytoplankton was diverse and comprised 103 species below genus level, varying from 80 species in spring to 70 species in summer. No significant changes in the overall composition of the phytocenosis were observed across seasons, only individual species replacement occurred. Diatom algae dominated the floristic composition, accounting for 41 % of the total phytoplankton composition. Representatives of five ecological groups inhabited the phytocenosis of the Kizlyar Bay. During the study period, freshwater species predominated (51 % and 44 % of the total composition in the spring and summer, respectively), including cyanobacteria, diatoms, green algae, and euglenoids. Quantitative indicators increased from spring to summer due to intensive development of cyanobacteria in both seasons, particularly *Oscillatoria* sp., species of the genus *Anabaena*. In spring, the biomass of blue-green algae was 45 %, in summer – 60 % of the total mass of phytoplankton. The saprobity index value of 1,8–1,9 indicates that the water in the bay is classified as β-mesosaprobic, while water quality corresponds to third-class – moderately polluted (satisfactorily clean).

Key words: phytoplankton, qualitative composition, biomass, abundance, saprobity.

Поступила в редакцию 27.03.25
Принята к печати 27.06.25

Растения из «Черного списка» флоры Крымского полуострова на особо охраняемой природной территории «Мыс Мартьян» (Крым)

Резников О. Н., Багрикова Н. А.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
Ялта, Россия,
rez-on07@yandex.ru, nbagrik@mail.ru

Представлены результаты исследований чужеродной фракции флоры заповедной территории «Мыс Мартьян». Определены наиболее агрессивные для разных растительных сообществ 12 инвазионных видов, 11 из которых включены в «Черный список» флоры Крымского полуострова. К видам-трансформерам (с 1-м статусом) отнесено три вида (*Bupleurum fruticosum*, *Jacobsaea maritima* и *Fraxinus ornus*), активно внедряющиеся в естественные и полуестественные сообщества, изменяющие облик экосистем и нарушающие сукцессионные связи. Инвазионный статус *Clematis flammula* имеет переходный характер от 2-го к 1-му, так как в отдельных местообитаниях на Мартьяне он представлен очень обильно и имеет все признаки вида-трансформера. Активно расселяются и натурализуются в нарушенных, полуестественных и природных сообществах *Rhamnus alaternus*, *Quercus ilex*, для которых определен 2-й статус. Для четырех видов (*Opuntia engelmannii* var. *lindheimeri*, *Petrosedum rupestre*, *Daphne laureola* и *Laurus nobilis*) установлен 3-й статус, так как они имеют наибольшее распространение в нарушенных местообитаниях. Два вида (*Ailanthis altissima* и *Berberis aquifolium*) отнесены к потенциально инвазионным с 4-м статусом. Еще 14 видов из «Черного списка» флоры Крыма на заповедной территории «Мыс Мартьян» встречаются единично или с незначительным покрытием и не представляют угрозу для естественных фитоценозов.

Ключевые слова: инвазионные виды, чужеродные виды, «черный список» растений, флора, особо охраняемые природные территории, Южный берег Крыма.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное распространение чужеродных видов во всем мире является одним из основных результатов антропогенного воздействия, а их влияние на потерю природного биоразнообразия приобрело глобальный характер. В связи с чем изучение процессов распространения наиболее инвазионных организмов за пределы их естественного ареала является одним из наиболее приоритетных направлений современных ботанических, экологических исследований и одной из задач, определяемых «Стратегией и Планом действий по сохранению биологического разнообразия Российской Федерации» (2014). Чрезвычайно актуальными являются исследования роли видов с высоким инвазионным потенциалом на видовой состав и структуру растительных группировок, особенности их адаптации к условиям новых местообитаний (Santamarina et al., 2023).

В Крыму актуальность исследований для решения проблемы внедрения чужеродных видов в экосистемы разной степени нарушенности определяется тем, что природная растительность полуострова естественным образом формировалась видами преимущественно средиземноморского происхождения, но в процессе многовекового освоения на полуострове, особенно в его южнобережной зоне, было интродуцировано немало видов растений из Средиземноморья и других флористических областей (Багрикова, 2014; Bagrikova, Skurlatova, 2021; Бондаренко, Багрикова, 2022). В последние десятилетия проблема инвазий стоит особенно остро в связи с изменением климата на значительной территории России, в том числе на Крымском полуострове и его южнобережной зоне (Корсакова, 2018; Корсакова, Корсаков, 2023).

На территории Крыма многие из чужеродных видов натурализовались в новых для них условиях. Статус некоторых из них активно дискутируется, так как они имеют европейское

или средиземноморское происхождение и являются постоянным компонентом природных комплексов полуострова. За последние годы выявлено не менее 70 инвазионных видов, широко распространявшихся или активно внедряющихся в природные сообщества, в результате чего они представляют опасность для экосистем региона (Ена, 2012; Протопопова та ін., 2012; Bagrikova, Skurlatova, 2021). Одной из наиболее освоенных в хозяйственном отношении территорий Крымского полуострова является его южный берег (ЮБК), со значительно трансформированным растительным покровом. За последние 200 лет в результате проведения работ по введению в культуру огромного количества декоративных растений, развития садово-парковых комплексов постоянно идет процесс обогащения флоры региона. Особого внимания заслуживают инвазионные виды, способные активно распространяться как в антропогенно-нарушенные, так и в естественные ценозы, в том числе на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Южного берега Крыма, так как южнобережные ландшафты наиболее подвержены внедрению новых видов (Каменских, Миронова, 2012; Багрикова и др., 2021; Бондаренко, Багрикова, 2022; Резников, 2024).

Заповедная территория «Мыс Мартыян» расположена в наиболее развитой рекреационной зоне южнобережья Крыма, в нижнем приморском поясе, в 6 км восточнее Ялты, у посёлка Никита, на известняковом мысе Мартыян. Площадь составляет 240 га, в том числе покрытых лесом – 100 га, кустарником – 15 га, 5 га береговой полосы и 120 га прилегающей акватории Черного моря. Южная его граница – морская, вдоль северной границы проходит автотрасса Ялта–Алушта, в восточной части он граничит с территорией санаторного комплекса «Ай-Даниль» и в настоящее время заброшенными виноградниками АО ПАО «Массандра», в западной части – с территорией Никитского ботанического сада, старейшего научно-исследовательского учреждения России растениеводческого направления. И хотя ООПТ «Мыс Мартыян» окружена сельхозугодьями и урбанизированными территориями, ее ценность состоит в том, что она является уникальным субсредиземноморским природным комплексом, резерватом, эталонным участком, который отображает 2,5 % уникальных природных ландшафтов, характерных для ЮБК и территория является практически последним анклавом средиземноморской флоры и фауны на северной границе их распространения. Мониторинговые исследования проводятся на территории и в акватории более 50 лет, что позволяет оценить динамику происходящих процессов в результате влияния как природных, так и антропогенных факторов (Плугатарь и др., 2023). Флора высших сосудистых растений отличается высоким таксономическим разнообразием и в настоящее время включает 553 таксона видового и внутривидового рангов из 85 семейств. Статус чужеродных имеют 67 видов из 58 родов и 33 семейств, уровень адвентизации флоры составляет 12,1 %, к инвазионным или потенциально инвазионным видам относится не менее 12 видов (Резников, Багрикова, 2021; Резников, 2024).

Цель работы – составить список чужеродных видов, отмеченных на заповедной территории «Мыс Мартыян» и включённых в «Чёрный список» флоры Крымского полуострова, провести анализ и обобщение данных о распространении, биоморфологических и экологических особенностях инвазионного компонента флоры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований были чужеродные виды сосудистых растений, включенные в «Чёрный список» флоры Крымского полуострова, натурализовавшиеся в разных по составу и структуре растительных сообществах ООПТ «Мыс Мартыян».

Полевые исследования проводились в 2019–2024 годах в естественных ценозах, а также в составе антропогенно-нарушенных местообитаний (вдоль дорог, троп и на границе с населёнными пунктами).

Определение статуса чужеродного вида сделано на основе анализа литературных источников (Кожевникова, Рубцов, 1971; Голубев, 1996; Ена, 2012; Багрикова, 2013а, б; Bagrikova, Skurlatova, 2021 и др.) и собственных данных. Степень натурализации видов установлена согласно общепринятым подходам (Багрикова, 2013б; Баранова и др., 2018).

Определение инвазионного статуса выполнено согласно рекомендациям по ведению региональных «Чёрных книг» (Нотов и др., 2010; Виноградова и др., 2011), по которым выделено четыре группы растений:

1. Виды-трансформеры – активно внедряющиеся в естественные и полуестественные сообщества растения, изменяющие облик экосистем и нарушающие сукцессионные связи.
2. Чужеродные виды, активно расселяющиеся и натурализующиеся в нарушенных, полуестественных и естественных местообитаниях.
3. Чужеродные виды, расселяющиеся и натурализующиеся в настоящее время в нарушенных местообитаниях и способные в ходе дальнейшей натурализации внедряться в полуестественные и естественные сообщества.
4. Потенциально инвазионные виды, способные к возобновлению в местах заноса и проявившие себя в смежных регионах в качестве инвазионных видов.

Биоморфы и экоморфы приведены по «Биологической флоре Крыма» (Голубев, 1996). Обилие видов оценивалось по «Аннотированному каталогу высших растений заповедника «Мыс Мартын» (Крайнюк, 2012) с некоторыми изменениями: rr – единично, крайне редко, с очень незначительной площадью покрытия; r – чрезвычайно малочисленно (не более 10), в 3–5 местообитаниях, с незначительной площадью покрытия; + – малочисленно (до нескольких десятков особей) на ограниченной территории (в определённых биотопах), или единично по всей (большей части) территории ООПТ, с незначительной площадью покрытия; 1 – обильно, но с незначительной площадью покрытия; 2 – очень многочисленно, с покрытием по крайне мере 5 %; 3 – любое число особей, с покрытием 25–50 %.

Распространение в первичном и вторичном ареалах приводилось в результате обобщения информации из баз данных (GBIF, 2025; POWO, 2025) и литературных источников.

Названия видов растений приводятся согласно международной базе данных Plants of the Words On-line (POWO, 2025), названия синтаксонов на уровне классов, порядков, союзов – по классификационной схеме растительности Европы (Mucina et al., 2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На ООПТ «Мыс Мартын» выявлено 25 чужеродных видов растений из 17 семейств, внесённых в «Чёрный список» флоры Крымского полуострова. В последние годы отмечено активное расселение *Laurus nobilis* L., который не был включен в перечень инвазионных растений Крыма, так как для него был установлен 4-й статус. Таким образом, рассмотрено 26 видов, из которых в группу инвазионных или потенциально инвазионных растений на заповедной территории отнесено 12 видов (табл. 1). Анализ таксономического спектра 26 видов показал, что семейства Asteraceae, Fabaceae, Pinaceae и Rosaceae представлены тремя видами, остальные 14 семейств – одним видом. Инвазионные виды входят в 10 семейств. По времени заноса все виды относятся к группе кенофитов (неофитов). По степени натурализации 2/3 видов являются агриофитами (18 таксонов, 69 %), к коленофитам относится 7 видов (27 %), эпекофитам – 1 (4 %), 12 инвазионных и потенциально инвазионных видов включены в группу агриофитов, так как на заповедной территории они отмечаются не только в преобразованных, но и в природных сообществах и активно распространяются за пределы первичного заноса. По географическому происхождению преобладают средиземноморские виды (14, или 54 %), что объясняется тем, что растительность на изученной территории имеет средиземноморский характер. К североамериканским и азиатским видам относится по три вида (или по 12 %), остальные шесть видов в первичном ареале произрастают в Европе, на Кавказе или в Ирано-Туранской области. Среди инвазионных растений большинство видов (9, или 75 %) также имеют средиземноморское происхождение (Резников, Багрикова, 2021).

По жизненной форме в целом в чужеродном компоненте и среди инвазионных видов преобладают деревья (10 и 3 вида соответственно) и кустарники (9 и 4 вида соответственно), 2–3-мя видами представлены поликарпические травы, полукустарники, по одному виду

Таблица 1

Список чужеродных видов растений, являющиеся инвазионными на ООПТ «Мыс Мартыня» и включённых в «Черный список» Крымского полуострова

№	Семейства, виды	ПА	Биоморфа		Экоморфа		Обилие	Инвазионный статус	
			ЖФ	ТВ	вода	свет		ММ	Крым
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apiaceae									
1	* <i>Bupleurum fruticosum</i> L.	M	2	в	к	сг	3	1	1
Asteraceae									
2	<i>Erigeron canadensis</i> L.	NA	9	л	мз	г	rr	-	3
3	<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) Guss.	M	4	в	м	г	rr	-	3
4	* <i>Jacobaea maritima</i> (L.) Pelser et Meijden	M	4	лз	э	г	2	1	1
Berberidaceae									
5	* <i>Berberis aquifolium</i> Pursh	NA	3	в	к	гс	r	4	2
Cactaceae									
6	* <i>Opuntia engelmannii</i> var. <i>lindheimeri</i> (Engelm.) B. D. Parfitt & Pinkava	NA	6с	в	э	г	+	3	1
Caprifoliaceae									
7	<i>Valeriana rubra</i> L.	M	6	лз	к	г	rr	-	2
Crassulaceae									
8	* <i>Petrosedum rupestre</i> (L.) P. V.	E, M	6м	лз	к	г	2	3	2
Fabaceae									
9	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	E	2	л	к	сг	rr	-	3,2
10	<i>Spartium junceum</i> L.	M	2	в	к	г	rr	-	3
11	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	M	1	л	к	сг	rr	-	2
Fagaceae									
12	* <i>Quercus ilex</i> L.	M	1	в	м	сг	1	2	2
Lauraceae									
13	* <i>Laurus nobilis</i> L.	M	1	в	к	гс	+	3	4
Oleaceae									
14	* <i>Fraxinus ornus</i> L.	M	1	л	к	сг	2	1	1
Pinaceae									
15	<i>Abies cephalonica</i> Loud.	M	1	в	м	гс	rr	-	3,2
16	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	M	1	в	к	сг	rr	-	3,2
17	<i>Cedrus deodara</i> (Roxb. ex D.Don) G.Don	As, IT	1	в	к	гс	rr	-	3,2
Ranunculaceae									
18	* <i>Clematis flammula</i> L.	M, As	2л	в	к	сг	2	2,1	2,1
Rhamnaceae									
19	* <i>Rhamnus alaternus</i> L.	M	2	в	к	сг	1	2	1
Rosaceae									
20	<i>Malus domestica</i> Borkh.	E	1	л	мз	г	r	-	2
21	<i>Prunus amygdalus</i> Batsch	As, K	1	л	к	г	rr	-	3

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	К	1	л	мз	г	г	-	2
Scrophulariaceae									
23	<i>Buddleja davidii</i> Franch.	As	2	ф	к	сг	гг	-	3,2
Simaroubaceae									
24	* <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	As	1к	л	к	сг	гг	4	1
Thymelaceae									
25	* <i>Daphne laureola</i> L.	М	2	в	мз	с	+	3	2
Viburnaceae									
26	<i>Viburnum tinus</i> L.	М	2	в	к	сг	гг	-	3

Примечание к таблице. ПА (первичный ареал, мигроэлемент): М – Средиземноморский; Е – Европейский, As – Азиатский; NA – Североамериканский; К – Кавказский (Багрикова, 2013б). Жизненная форма: 1 – дерево; 2 – кустарник; 2л – лиана; 3 – кустарничек; 4 – полукустарник; 6 – поликарпические травы; 7 – многолетний или 2-летний монокарпик; 8 – озимый однолетник; 9 – яровой однолетник (Голубев, 1996). ТВ (тип вегетации): в – собственно вечнозеленые; л – летнезеленые; лз – летне-зимнезеленые; ф – факультативно вечнозеленые (Голубев, 1996). Экоморфы: *по водному режиму*: к – ксеромезофиты (переходные, от сухолюбивых растений, к растениям умеренной влажности); м – мезоксерофиты (растения засушливых, но несколько увлажненных местообитаний); мз – мезофиты (растения умеренно увлажненных местообитаний, то есть с достаточным, но не избыточным увлажнением); э – эуксерофиты (способны переносить глубокое обезвоживание (до 60 %) и перегрев без видимых повреждений); *по световому режиму*: г – гелиофиты (светолюбивые); гс – гелиосциофиты (хорошо растут на ярком свету и выдерживают затенение); с – сциофиты (тенелюбивые); сг – сциогелиофиты (теневыносливые) (Голубев, 1996). ММ – статус вида на ООПТ «Мыс Мартыян».

относятся к кустарничкам и яровым однолетникам. Следует отметить, что среди инвазионных растений преобладают кустарники. По типу вегетации более половины чужеродных – 14 (или 54 %) и 8 (или 67 %) инвазионных видов относится к собственно вечнозеленым растениям. В условиях первичного ареала многие из этих видов составляют основу средиземноморских вечнозеленых лесных сообществ. Остальные растения относятся к летнезеленым – 8 и 2 вида соответственно, летне-зимнезеленым – 3 и 1 вид соответственно. По водному режиму среди чужеродных растений преобладают ксеромезофиты (16 видов, 62 %), предлагающие хорошо прогреваемые и умерено увлажненные местообитания. По отношению к световому режиму, большинство чужеродных и инвазионных растений относится к сциогелиофитам (12 и 8 видов соответственно), которые в основном встречаются в тенистых местообитаниях в густом подлеске в лесных сообществах со средней сомкнутостью древесного яруса; на втором месте гелиофиты – светолюбивые виды (10 и 3 соответственно), предлагающие хорошо освещенные открытые южные склоны в разреженных сообществах с участием *Arbutus andrachne* L., *Pistacia atlantica* Desf., являющиеся вариантом средиземноморского маквиса.

Из 12 инвазионных или потенциально инвазионных видов для *Bupleurum fruticosum*, *Fraxinus ornus*, *Jacobaea maritima* на заповедной территории «Мыс Мартыян» также как и всего Крыма установлен 1-й инвазионный статус (виды-трансформы), так как они произрастают в различных экологических условиях, внедряясь и преобразуя структуру его природных и полуестественных фитоценозов, вытесняя и препятствуя возобновлению видов природной флоры (Багрикова, Резников, 2021). Переходный от 2-го к 1-му инвазионный статус имеет на территории Крымского полуострова и ООПТ «Мыс Мартыян» *Clematis flammula*. В группу инвазионных видов для территории «Мыс Мартыян» со 2-м статусом входят *Quercus ilex* и *Rhamnus alaternus*, которые активно внедряются в природные сообщества. Но из-за недостаточного общего количества, в том числе генеративных особей, эти виды ещё не способны изменять биотические условия, вытеснять другие виды или значительно снижать их возобновление. При этом за последние десятилетия

для них характерно увеличение общей численности. К растениям с 3-м инвазионным статусом на ООПТ «Мыс Мартыян» относятся четыре вида (*Opuntia engelmannii* var. *lindheimeri*, *Petrosedum rupestre*, *Daphne laureola*, *Laurus nobilis*), так как они расселяются и натурализуются в настоящее время преимущественно в нарушенных местообитаниях, в полуестественных ценозах встречаются единично или редко, но способны в ходе дальнейшей натурализации внедряться в природные сообщества. *Ailanthus altissima* и *Berberis aquifolium* на территории «Мыс Мартыян» представлены единично или чрезвычайно малочисленно, в небольшом количестве местообитаний (не более 10), с незначительной площадью покрытия, поэтому для них определен 4-й статус – потенциально инвазионных видов, способных к возобновлению в местах заноса и проявившие себя в смежных регионах в качестве инвазионных видов. Например, на территории Государственного природного заповедника «Ялтинский горно-лесной», в парковых ценозах и в антропогенно преобразованных местообитаниях Южного берега Крыма эти виды распространяются довольно активно и имеют 1-й или 2-й инвазионный статусы (Bagrikova, Skurlatova, 2021; Бондаренко, Багрикова, 2022). Остальные 14 чужеродных видов встречаются единично, крайне редко, с очень незначительной площадью покрытия и в настоящее время опасности для природных сообществ ООПТ «Мыс Мартыян» не представляют.

Далее приводится краткая характеристика 12 инвазионных или потенциально инвазионных видов и их распространение на заповедной территории «Мыс Мартын», которая в результате проведения таксационных исследований (Плугатарь, Папельбу, 2024) разделена на 15 кварталов (рис. 1).

Bupleurum fruticosum (володушка кустарниковая) – вечнозеленый кустарник, имеет средиземноморское происхождение, в природном ареале произрастает в составе маквиса, на открытых сухих каменистых склонах и осыпях, а также в разреженных приморских можжевеловых лесах, является диагностическим видом порядка *Pistacio lentisci-Rhamnetalia*.

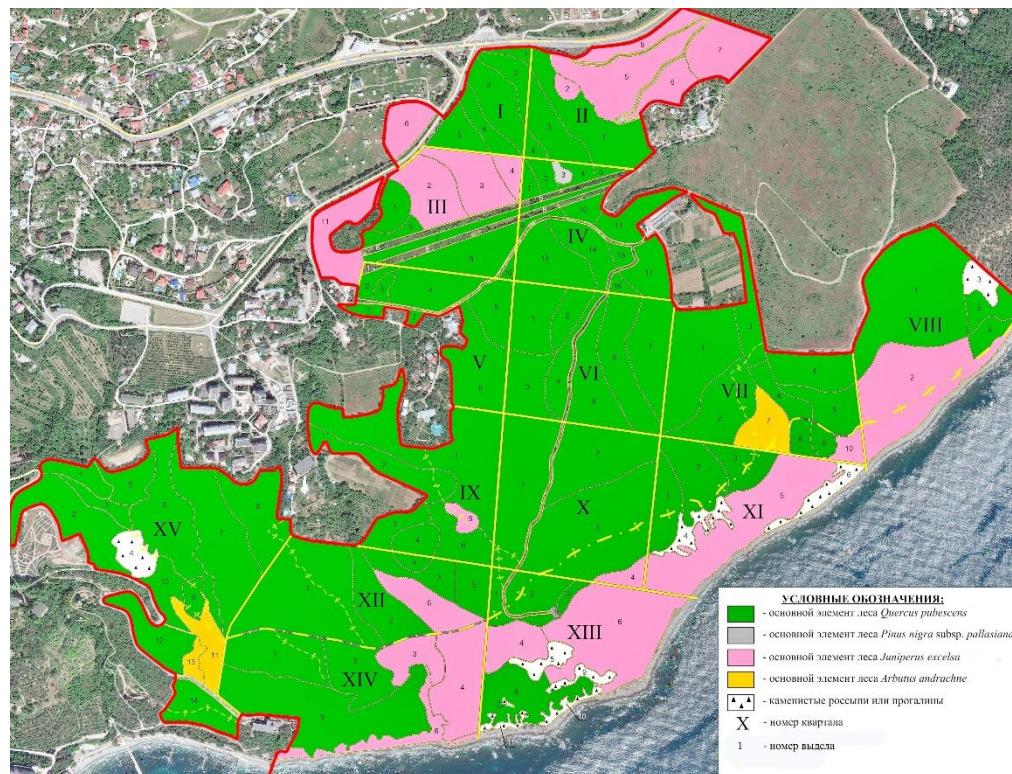


Рис. 1. Схема квартальной сети и распределение покрытой лесом площади по основным элементам леса ООПТ «Мыс Мартын»

alaterni Rivas-Martínez 1975 (класс *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. de Bolòs y Vayreda 1950). Натурализовавшиеся растения отмечены в Южной Америке, в некоторых странах Центральной и Западной Европы, на территории России – только в Крыму, глобальный риск очень низкий и оценивается 1,44 баллов (Randall, 2017; Багрикова и др., 2021; GBIF, 2025; POWO, 2025).

В России вид интродуцирован на территории Крымского полуострова в 1814 году в Никитском ботаническом саду. Как декоративное растение часто используется в озеленении, в результате чего на южнобережье до высоты 600 м н.у.м. широко распространился как в природных, так и в полуестественных фитоценозах субсредиземноморских гемиксерофильных пушистодубово-можжевеловых лесов и редколесий, на каменистых склонах и осыпях, зачатую полностью меняя их структуру, образуя сплошные заросли. Встречается также в придорожных сообществах, на заброшенных виноградниках (Снятков, 2011; Протопопова и др., 2012; Bagrikova, Skurlatova, 2021; Багрикова и др., 2021).

На заповедной территории «Мыс Мартын» занимает по встречаемости первое место, растения володушки кустарниковой выявлены в 9 из 15 кварталов, образуют заросли с покрытием от 25 до 50 %, а в отдельных местах – до 100 %. В X–XV кварталах, на высоте до 200 м н.у.м. *B. fruticosum* произрастает на западных и южных склонах, в I–III кварталах – в северной и северо-восточной частях заповедной территории на высотах от 220 до 250 м н.у.м. Вид легко внедряется в природные сообщества класса *Quercetea pubescens* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959, порядка *Orno-Cotinetalia* Jakucs (1960) 1961, в том числе в реликтовые субсредиземноморские высокоможжевеловые леса, входящие в состав союза *Jasmino-Juniperion excelsae* Didukh, Vakarenko et Shelyag 1986 ex Didukh 1996. Володушка кустарниковая хорошо возобновляется как семенным, так и вегетативным способом. В подавляющем большинстве случаев (до 90 %) вид представлен растениями генеративной стадии развития, на отдельных участках в виде сплошных, плотных зарослей в кустарниковом ярусе, где угнетает все виды травянистых, кустарниковых растений и молодой подрост деревьев. В таких местах, под старыми генеративными растениями *B. fruticosum* травяной покров практически отсутствует. Доказано, что угнетающее действие растения володушки кустарниковой оказывают как на состав растительности, так и размеры других растений в результате аллелопатического влияния, которое обусловлено водорастворимыми и газообразными выделениями. При этом аллелопатическая активность изменяется в течение вегетации и онтогенеза (Симагина, Лысякова, 2011).

Jacobaea maritima (якобея приморская) – полукустарник, летне-зимнезелёное многолетнее растение, засухоустойчивый вид западно-средиземноморского происхождения. В природном ареале растёт на открытых сухих каменистых склонах, осыпях, скалах и пляжах, является диагностическим видом класса *Crithmo-Staticetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1952, объединяющего растительность соленых прибрежных местообитаний Атлантики и Средиземного моря Европы, Северной Африки и Ближнего Востока (Mucina et al., 2016). Во многих регионах используется как декоративное растение. Натурализация вида отмечена в Новой Зеландии, Южной и Центральной Америке, Индии, некоторых регионах Европы, Кавказа, России (Randall, 2017; Багрикова и др., 2021; GBIF, 2025; POWO, 2025).

На юге Крымского полуострова вид известен с первой половины XIX века. Растение неприхотливое, стойкое к влиянию морского прибрежного климата и краткосрочных заморозков, благодаря высокой всхожести и распространению семян ветром, *J. maritima* легко внедряется в приморские биотопы ЮБК. В природных и полуестественных сообществах побережья Чёрного моря, в том числе на заповедной территории «Мыс Мартын» произрастает на скалах и глыбах, валунно-галечниковых пляжах и приморских глинисто-щебнистых склонах, вид часто является доминантом и содоминантом (Протопопова и др., 2012; Korzhenevsky, Bondareva, 2020; Bagrikova, Skurlatova, 2021; Резников, Багрикова, 2022).

На ООПТ «Мыс Мартын» растения *J. maritima* представлены очень многочисленно с покрытием не менее 5 % в 4 из 15 кварталов (VIII, IX, XIII и XIV). В природных и полуестественных биотопах произрастает в составе группировок субассоциации *Crithmo-Elytrigietum bessarabicae* Korzhenevski 2001 subass. *senecietosum bicoloris*. В разных эколого-

ценотических условиях, мозаично распространяется вдоль неоднородной, шириной от 1 до 10–15 м, береговой полосы, подвергающейся воздействию морских волн, брызг, туманов и активному аэрозольному влиянию, на высоте до 32 м н.у.м. Популяция самоподдерживается в основном за счет вегетативного размножения, а семенное возобновление из-за прибойно-штормовой активности имеет слабый потенциал (Резников, Багрикова, 2022). В составе бедной, разреженной гало-нитрофильной растительности соленых прибрежных местообитаний *J. maritima* является трансформером, вытесняя из состава сообществ краснокнижные виды растений *Crithmum maritimum* L., *Heliotropium sibiricum* (L.) J.I.L.Melo, *Glaucium flavum* Crantz, а также значительно сокращая количество особей других видов.

Fraxinus ornus (ясень манный) – лиственное древесное летне-зелёное растение средиземноморского происхождения. В природном ареале в лиственных и смешанных лесах входит в состав сообществ с участием средиземноморских видов из родов *Quercus* L., *Carpinus* L., *Acer* L., а также *Ostrya carpinifolia* Scop., *Castanea sativa* Mill. Является диагностическим видом порядка *Quercetalia pubescantis* Klika 1933, класса *Quercetea pubescantis*. Произрастает на разных типах пород и почв, в том числе известняковых, приурочен к теплым южным склонам. Отнесен к чужеродным видам в Южной Америке (Аргентина) и в некоторых европейских странах, глобальный риск вида довольно высокий – 17,28 баллов (Randall, 2017; Багрикова и др., 2021; GBIF, 2025; POWO, 2025).

Вопрос о рассмотрении *F. ornus* в составе аборигенной или чужеродной фракции флоры Крыма до настоящего времени является дискуссионным. Например, К. И. Габлиц, П. С. Паллас, Ан. В. Ена считают, что этот средиземноморский вид является природным для Крымского полуострова, однако, по мнению Г. Hegi, Н. Н. Цвелеева, Е. В. Вульфа, С. С. Станкова, С. К. Кожевниковой, В. Н. Голубева, Н. А. Багриковой и других авторов *F. ornus* относится к чужеродной фракции флоры данного региона и является инвазионным видом, трансформирующим природные биотопы Крыма (Кожевникова, Рубцов, 1971; Голубев, 1996; Протопопова та ін., 2012; Багрикова, 2013а, б; Багрикова и др., 2021; Bagrikova, Skurlatova, 2021). В культуре в Никитском ботаническом саду вид известен с 1821 года, широко используется как декоративное растение в городских и парковых насаждениях по всему полуострову (Багрикова и др., 2021).

На заповедной территории «Мыс Мартыян» *F. ornus* отмечен в 11 из 15 кварталов, на большей части встречается мозаично, с разной плотностью. Так как вид теплолюбив, засухоустойчив, светолюбив, но растет и в полуутени (Деревья..., 1960; Ellenberg et al., 2001), наибольшее число разновозрастных растений с покрытием от 5 % и более выявлено в XII, XIV и XV кварталах, в западной и центральной частях преимущественно на высотах от 80 до 200 м н.у.м., на склонах юго-западной и южной экспозиции, в пушистодубово-высокоможжевеловых сообществах, относящихся к союзу *Jasmino-Juniperion excelsae*. В местах массового скопления ясень манный распространяется очагами, с наибольшей плотностью в радиусе от 15–20 до 25–45 м вокруг старых и средневозрастных генеративных особей, доминирует среди древесных и кустарниковых видов, вытесняя из состава сообществ в древесном ярусе *Arbutus andrachne*, *Pistacia atlantica*, *Juniperus excelsa* M. Bieb., *J. deltoides* R.P.Adams, *Fraxinus angustifolia* Vahl., *F. oxycarpa* Willd., *Quercus pubescens* Willd., *Carpinus orientalis* Mill. и др.) и подавляя возобновление кустарниковых видов (*Cistus tauricus* J.Presl. et Presl., *Ruscus aculeatus* L. и др.). Достаточно много в основном виргинильных растений выявлено в IV–VI, IX и XIII кварталах, единично ясень манный встречается III и XI кварталах.

Clematis flammula (клематис жгучий) относится к полукустарниковой или кустарниковой полувечнозеленой лиане, имеет средиземноморско-азиатское происхождение. В природном ареале распространен в древесно-кустарниковых ценозах термофильных разреженных средиземноморских сосновых и дубовых лесов Западного Закавказья, Южной Европы, Северной Африки, Малой и Передней Азии, а также в составе связанных с ними сообществ маквиса. Является характерным видом сообществ союза *Quercion ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934, порядка *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934, класса *Quercetea ilicis*, союза *Arundo plinii-Rubion ulmifolii* Biondi, Blasi, Casavecchia et Gasparri in Biondi et al. 2014, порядка *Pyro spinosae-Rubetalia ulmifolii* Biondi, Blasi et Casavecchia in Biondi et al. 2014, класса *Crataego-*

Prunetea Tx. 1962 in Mucina et al., 2016 (Резников и др., 2017). В Австралии, Новой Зеландии, Индии, Узбекистане и некоторых европейских странах является чужеродным видом, глобальный риск достаточно высокий и оценивается 14,4 баллами (Randall, 2017; Багрикова и др., 2021; GBIF, 2025; POWO, 2025). На территории России отмечен только в Крыму (Bagrikova, Skurlatova, 2021; Резников и др., 2017; Багрикова и др., 2025).

В Крыму клематис жгучий введен в культуру в Никитском ботаническом саду в 1814 году, как одичавшее растение отмечается в естественных фитоценозах мыса Мартыян с конца XIX века. В настоящее время произрастает также в составе полуестественных и синантропных сообществ Никитского ботанического сада, в окрестностях пос. Отрадное (Ялтинский городской округ) (Багрикова и др., 2025).

На ООПТ «Мыс Мартыян» *C. flammula* встречается многочисленно с покрытием не менее 5 %, во всех возрастных состояниях с обилием 1–3 балла в 6 из 15 кварталов. Наибольшее число особей клематиса жгучего отмечено в центральной и западной частях территории в XII, XIII и XV кварталах, в составе относительно сомкнутых пущистодубовых, пущистодубово-можжевеловых, можжевелово-земляничниковых лесных сообществ, на высоте от 60 до 160 м н.у.м., откуда растения распространяются на восток и северо-восток. С меньшим обилием вид встречается в XI и XIV кварталах на хорошо прогреваемых, крутых южных склонах от 10 до 90 (100) м н.у.м., характерными видами этих сообществ являются *Arbutus andrachne*, *Juniperus excelsa*. На северо-востоке в IV квартале на высоте 170–240 м н.у.м. растения клематиса жгучего отмечается единично. В IV, XI, XIII и XIV кварталах *C. flammula* выявлен вместе с аборигенным для Крыма *Clematis vitalba* L. Анализ параметров фундаментальной ниши *C. flammula* и реализованных ниш нарушенных и естественных фитоценозов показал, что широкий диапазон экологической ниши клематиса жгучего по большинству эдафо-климатических факторов позволяет ему внедряться в разные по степени нарушенности фитоценозы и наиболее подходящими для него являются разреженные пущистодубово-можжевеловые сообщества (Багрикова и др., 2025). Распространение клематиса жгучего в разных природных и антропогенных биотопах ЮБК и его высокий инвазионный статус может быть обусловлен аллелопатическим влиянием, так как другой вид (*Clematis vitalba*) отнесен к группе аллелопатически сильноактивных растений (Еременко, 2012).

Quercus ilex (дуб каменный) – вечнозелёное дерево средиземноморского происхождения. В природном ареале произрастает в смешанных лесных сообществах, преимущественно в вечнозелёных широколиственных и хвойных растений, в том числе в нижнем приморском поясе в составе маквиса. Дуб каменный засухоустойчив, теневынослив и способен прорастать в подлеске с высокой сомкнутостью древостоя и плотным травянисто-кустарниковым ярусом, неприхотлив к почвам, в условиях Средиземноморья выдерживает резкие колебания температуры и влажности, в горах растёт на больших (1000–1200 м н.у.м.) высотах. Является диагностическим видом класса *Quercetea ilicis*, порядка *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni* и ассоциаций, входящих в союзы *Quercion ilicis*, *Fraxino orni-Quercion ilicis* Biondi, Casavecchia et Gigante in Biondi et al. 2013, а также в сообществах термофильных средиземноморских сосновых лесов союза *Genisto pilosae-Pinion pinastri* Biondi et Vagge 2015, который предлагается рассматривать в составе нового класса *Pinetea halepensis* Bonari et Chytrý in Bonari et al. 2021 (Bonari et al., 2021; Резников, Багрикова, 2024). В Новой Зеландии, Австралии, Северной Америке, в некоторых регионах Европы и Кавказа является чужеродным видом, глобальный риск которого оценивается 12,96 баллами (Randall, 2017; Багрикова и др., 2021; GBIF, 2025; POWO, 2025).

В России введен в культуру в Крыму в Никитском ботаническом саду с 1819 года, хорошо растет на Черноморском побережье Кавказа, в Азербайджане. На территории Крымского полуострова наибольшее распространение получил в центральных и западных частях южного берега, в нижнем лесном поясе, в составе парковых насаждений, а также в естественных сообществах (Деревья..., 1951; Багрикова и др., 2021).

На ООПТ «Мыс Мартыян», также как и в целом по Крыму, является инвазионным видом со 2-м статусом. Отдельные экземпляры *Q. ilex* были высажены на территории мыса Мартыян до организации заповедника, но в списках видов он упоминается только с 1982 года

(Багрикова, Резников, 2014). В настоящее время на заповедной территории «Мыс Мартыян» *Q. ilex* встречается в разных биотопах, на высоте от 45 до 255 м н.у.м., на склонах от юго-западной до юго-восточной экспозиции с крутизной от 5° до 65°, в составе псевдомаквиса субсредиземноморских гемиксерофитных пущистодубово-грабинниковых относительно сомкнутых древесно-кустарниковых сообществ, с участием *Juniperus excelsa*, *J. deltoides*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Arbutus andrachne*, относящихся к классу *Quercetea pubescentis*. С обилием до 1–2 баллов, но с незначительной площадью покрытия дуб каменный отмечается в 12 из 15 кварталов. Массово, с высокой плотностью разновозрастных, но в основном имматурных и виргинильных особей отмечен в ценопопуляциях на высотах от 100 до 180 м н.у.м. в V, VI, XII, XIV и XV кварталах, менее представлен в IX, X и XIII кварталах, единично встречается в северной и северо-восточной (I, IV кварталы), а также восточной (VII и XI кварталы) частях. За последние 10 лет на заповедной территории «Мыс Мартыян» зафиксировано двукратное увеличение количества натурализовавшихся особей *Q. ilex*, а за всё время наблюдений (с 1982 г.), популяция увеличилась почти в десять раз. При сохранении темпов внедрения *Q. ilex* в природные сообщества Мартыяна, уже через несколько лет дуб каменный перейдёт в статус видов-трансформеров и станет субдоминантом его древесно-кустарникового яруса (Резников, Багрикова, 2024). Полученные нами данные подтверждают исследования параметров фундаментальной ниши *Q. ilex* и реализованной ниши фитоценозов южнобережных ландшафтов Крыма, в которых отмечено активное внедрение дуба каменного (Плугатарь и др., 2022).

Rhamnus alaternus (жостер венчнозеленый) – высокий (до 5 метров) венчнозелёный кустарник, средиземноморского происхождения. Типичный представитель зарослей венчнозеленых ксерофитных кустарников, растет на освещенных, сухих, щебнистых и каменистых склонах. Входит в состав диагностических видов порядка *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*, класса *Quercetea ilicis*. Является чужеродным видом в Новой Зеландии, Австралии, в некоторых регионах Европы, в том числе на территории России, его глобальный риск относительно невысокий и оценивается 6,48 баллами (Randall, 2017; GBIF, 2025; POWO, 2025), так как по многим характеристикам вид имеет достаточно узкую экологическую нишу (Ellenberg, 2001).

На территории России интродуцирован в Крыму с 1812 года в Никитском ботаническом саду, на ЮБК в культуре в садах и парках, а также на прибрежных скалах и склонах натурализовавшиеся растения отмечаются с 1860 года (Протопопова и др., 2012; Багрикова и др., 2021). Вид широко культивировался на Черноморском побережье Кавказа и в Закавказье, в Средней Азии, но во многих из этих районов периодически вымерзает (Деревья..., 1958).

В «Чёрном списке» видов флоры Крымского полуострова *R. alaternus* отнесён к видам-трансформерам (Bagrikova, Skurlatova, 2021). В природных сообществах ООПТ «Мыс Мартыян» в настоящее время для него определен 2-й инвазионный статус, так как на большей части заповедной территории он произрастает мозаично, в разных эколого-ценотических условиях, предпочитает затенённые, сухие и не выносит сырых и избыточно увлажненных местообитаний. Вид отмечен с разной плотностью в 10 из 15 кварталов. В центральной, западной и юго-западной части мыса Мартыян, в кварталах V, VI, XII, XIV и XV встречается обильно, во всех возрастных состояниях, но с незначительной площадью покрытия, в разных биотопах, в составе пущистодубово-можжевеловых сообществ союза *Jasmino-Juniperion excelsae* и в составе порядка *Onosmato polypyllae-Ptilostemonetalia* Korzhenevsky 1990, класса *Drypidetea spinosae* Quézel 1964. С меньшим обилием в основном молодые экземпляры отмечены в IV, IX, XI и XIII кварталах, единично представлены в I и III кварталах. По результатам многолетних наблюдений, с учетом тенденции повышения среднегодовой температуры и среднемесячной температуры в летний период на ЮБК (Корсакова, Корсаков, 2023) можно прогнозировать дальнейшее распространение вида в природные сообщества и отнесение *R. alaternus* в группу с 1-м статусом на изученной территории.

Таким образом, большинство инвазионных для ООПТ «Мыс Мартыян» видов со статусом 1 или 2 имеют средиземноморское происхождение, по времени заноса являются кенофитами (неофиты), по степени натурализации – агриофитами, по отношению к водному режиму

большинство относится к ксеромезофитам, к световому режиму – к теневыносливым растениям (сциогелиофитам). Четыре вида являются вечнозелеными и по одному виду относятся к летне-зимнезелёным и летнезелёным растениям. На заповедной территории наибольшее распространение и численность имеют в сообществах, наиболее близких по составу к природным фитоценозам в границах их естественного ареала.

Opuntia engelmannii var. *lindheimeri* (опунция Лингеймера) – североамериканский вечнозеленый суккулентный кустарничек или полукустарник. В природном ареале произрастает в сухих смешанных и лиственных лесах *Quercus fusiformis-Juniperus ashei* группы, в которых отмечается в подлеске, в саванноидных сообществах *Trichloris pluriflora-Bothriochloa barbinodis-Opuntia engelmannii* var. *lindheimeri* группы, для которой характерны многолетние травы и разнотравье (Багрикова и др., 2021). Используется во многих регионах как декоративное растение, а также как промышленная культура, в статусе натурализовавшегося чужеродного вида отмечается в Австралии, Африке, в южных регионах Европы, на Кавказе, на территории России – в Крыму, глобальный риск оценивается в 5,76 баллов (Randall, 2017; Багрикова, Перминова, 2022; GBIF, 2025; POWO, 2025).

В Крыму в культуре эта разновидность и ее гибридные формы известны с начала XX века. В настоящее время натурализовавшиеся растения отмечены преимущественно на ЮБК, а также в окрестностях городов Саки и Севастополь (Багрикова и др., 2020; Багрикова, Перминова, 2022).

На ООПТ «Мыс Мартыян» *O. engelmannii* var. *lindheimeri* и ее гибридные формы произрастают в разных биотопах, в пяти местообитаниях, компактно в IX, единично – в XIII кварталах, в составе синантропизированных и природных сообществ классов *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* Rivas-Mart. 1978, *Ononido-Rosmarinetea* Br.-Bl. in A. Bolòs y Vayreda 1950, а также кустарниковых сообществ союза *Jasmino-Juniperion excelsae*, класса *Quercetea pubescentis*. На северо-западной границе заповедной территории «Мыс Мартыян», на высоте от 140 до 180 м н.у.м. в районе бывшей воинской части в IX квартале растения опунции были посажены до создания заповедника. В настоящее время образуют куртины до нескольких десятков особей и активно внедряются в разреженные пущистодубово-высокоможжеволово-фисташковые сообщества с участием *Chrysojasminum fruticans* (L.) Banfi, *Ruscus aculeatus*. На остальной территории в основном на крутых склонах на высоте от 50 до 80 м н.у.м. в XIII квартале выявлены единичные генеративные особи (Багрикова и др., 2020; Багрикова, Перминова, 2022). Размножается семенным и вегетативным путем. Выявлены сеянцы, имматурные, виргинильные и разновозрастные генеративные особи. Таким образом, на мысе Мартыян натурализовавшиеся растения опунции встречаются на ограниченной территории, с незначительной площадью покрытия, преимущественно на хорошо освещённых и сухих местообитаниях.

Petrosedum rupestre (очиток скальный, о. отогнутый) – летне-зимнезеленая мясистая поликарпическая трава (суккулент), европейско-средиземноморского происхождения. В природном ареале произрастает в горных и прибрежных областях Средиземноморья, входит в состав сообществ, относящихся к классу *Sedo-Scleranthea* Br.-Bl. 1955 (Davis, 1972; Zervous et al., 2009; Mucina et al., 2016). В Новой Зеландии, Австралии, Северной Америке, в некоторых регионах Центральной и Восточной Европы, России является чужеродным видом, глобальный риск которого оценивается в 9,6 баллов (Randall, 2017; GBIF, 2025; POWO, 2025).

На территории Крымского полуострова внедряется в различные типы нарушенных и полуестественных местообитаний во многих ландшафтных зонах, как в горной, так и в равнинной части. Предпочитает травянистые сообщества, произрастающие на глинисто-песчаных, ракушечниковых субстратах, обилен на скалах, выходах каменистых пород (Бялт, 2020; Bagrikova, Skurlatova, 2021).

На заповедной территории «Мыс Мартыян» *P. rupestre* впервые был обнаружен в 1995 году В. Н. Голубевым на границе IV квартала и производственного участка «Лавровое» (Никифоров и др., 2023). В настоящее время встречается в 3 (III, IV и XV) из 15 кварталов, граничащих с Никитским ботаническим садом и жилым поселком. Представлен неоднородно,

чаще мозаично, а также небольшими локалитетами размером до 1 м², а в отдельных местах очень многочисленно, сплошным покровом. Наибольшее распространение имеет в XV квартале. Произрастает преимущественно в нарушенных местообитаниях вдоль лесных дорог, троп, а также у обрывов и склонов в сухих, хорошо освещённых биотопах с разреженной растительностью, на щебнисто-глинистых почвах. Растения хорошо размножаются семенами и вегетативно.

Daphne laureola (волчник или волчеядник лавровый) – вечнозелёный средиземноморский кустарник, в природном ареале, охватывающем Европу, Юго-Западную Азию, Северную Африку и Средиземноморский регион, вид встречается в хвойных (сосновых) лесах класса *Erico-Pinetea* Horvat 1959, смешанных (дубово-кедровых, буково-пихтовых) *порядка Querco-Cedretalia atlanticae* Barbero, Loisel & Quezel 1974, класса *Quercetea pubescens*), лиственных (сухих буковых, дубовых, бересковых, осиновых и др.) лесах класса *Carpino-Fagetea sylvatica* Jakucs ex Passarge 1968. Вид натурализовался в Австралии, имеет инвазионный статус в Северной Америке, Новой Зеландии, Дании, Ирландии, Крыму, но в большинстве регионов отмечается вблизи мест введения в культуру. Глобальный риск вида оценивается в 6,48 баллов (Randall, 2017; Багрикова и др., 2024; GBIF, 2025; POWO, 2025).

В культуре на территории Крымского полуострова в Никитском ботаническом саду с 1824 года выращивался как декоративное растение. В настоящее время на Южном берегу Крыма натурализовавшиеся особи *D. laureola* встречаются в природных сообществах в нижнем и среднем лесном поясе, а также в парковых насаждениях, единичные растения отмечены в лесах на северном макрослоне Крымских гор (Багрикова и др., 2021; 2024). На территории природного заповедника «Ялтинский горно-лесной» волчеядник лавровый имеет 2-й инвазионный статус, так как образует полноценные ценопопуляции (Бондаренко, Багрикова, 2021). Внедряется в разные по составу и структуре лесные сообщества, предпочитая более увлажненные местообитания по руслам рек, у источников, по днищам балок, которые в наибольшей степени соответствуют большинству параметров фундаментальной экологической ниши *D. laureola*. За пределами оптимальных значений потенциальные требования вида находятся на градиентах факторов освещенность, омброрежим и аэрация почвы (Багрикова, Бондаренко, 2024; Багрикова и др., 2024).

На ООПТ «Мыс Мартъян» для *D. laureola* определен 3-й инвазионный статус, так как растения отмечаются мозаично в северо-восточной части, только в III и V кварталах, на высоте 200 м н.у.м, в пущистодубово-можжевелово-сосновых сообществах с сомкнутостью древостоя 0,6–0,8, в которых значительный процент участия приходится на *Carpinus orientalis*. Популяция является неполночленной, правостороннего типа, в ней значительный процент участия приходится на средневозрастные и старые генеративные особи. Относительно засушливые условия лимитируют семенное возобновление и дальнейшее распространение вида по территории (Бондаренко, Багрикова, 2021).

Laurus nobilis (лавр благородный) – вечнозеленое дерево или кустарник высотой до 12–15 м, средиземноморского происхождения. В природном ареале вид входит в состав реликтовых фитоценозов. Образует древесный и кустарниковый ярус в вечнозеленых лесах со значительным участием таких лаврофильных видов как *Q. ilex*, *Hedera helix* L., *Rhamnus alaternus*, *Smilax aspera* L. и *Viburnum tinus* L., относящихся к порядку *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*, класса *Quercetea ilicis*, с обилием 1–3 отмечается в лиственных лесах с участием разных видов рода *Quercus*, *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer campestre* L., *Cornus mas* L., *Ruscus aculeatus* класса *Carpino-Fagetea sylvatica*, а также в сообществах прибрежных местообитаний с участием *Fraxinus angustifolia*, *Ulmus minor* Mill., *Sambucus nigra* L., относящихся к классу *Crataego-Prunetea* (Gianguzzi et al., 2010; Pignatti et al., 2015; Mucina et al., 2016; Albani Rocchetti et al., 2022). Широкая экологическая амплитуда вида на градиентах многих факторов среды (Ellenberg et al., 2001) обуславливает его участие в различных по флористическому составу и эдафо-климатическим характеристикам лесных сообществах. Во многих регионах в Европе, на Кавказе выращивается как декоративное растение, разводится в большом количестве как промышленная культура для получения листа

и плодов, для чего используются также одичавшие посадки (Деревья..., 1954). В статусе натурализовавшегося чужеродного вида отмечается в некоторых европейских регионах, в Корее, Вьетнаме, Индии, Австралии, Новой Зеландии, Северной и Южной Америке, на Кавказе и Закавказье, на территории России – в Крыму. Широкое распространение и активная натурализация определяют высокий показатель глобального риска – 12,96 баллов (Randall, 2017; GBIF, 2025; POWO, 2025).

В Крыму лавр выращивался еще греческими переселенцами, но с момента основания в 1812 году Никитского ботанического сада активно используется на южнобережье как декоративное растение вместе с разными видами кипарисов, каменным дубом для создания вечнозеленых насаждений. На ЮБК прекрасно растет, дает хороший прирост и самосев, во многих местах дичает. Кроме основного вида в озеленении используются многочисленные формы (Деревья..., 1954). На ЮБК, также как на Черноморском побережье Кавказа и в Закавказье, создавались посадки для сбора листа и плодов, применяемых в пищевой, фармацевтической, парфюмерной и других отраслях, который в настоящее время находится в заброшенном состоянии. Наиболее распространение *L. nobilis* имеет в центральных и западных частях Южного берега Крыма. В нижнем лесном поясе натурализовавшиеся растения встречаются в парковых насаждениях, а также в составе полуестественных пущистодубово-можжевеловых лесных сообществ с участием *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*. Хорошо размножается семенами, часто под крупными экземплярами образуется густой самосев. Реже встречается в сообществах в среднем лесном поясе, куда разносится птицами.

На ООПТ «Мыс Мартын» был посажен до создания заповедника, но в списки видов внесен в 1982 году (Багрикова, Резников, 2014). Выявлен в 6 из 15 кварталов, представлен неоднородно, мозаично, с разной плотностью особей, в разных возрастных состояниях, но преобладают имматурные и виргинильные особи. Предпочитает хорошо прогреваемые южные, юго-западные и юго-восточные склоны, достаточно увлажненные смешанные лесные сообщества с сомкнутостью древостоя 0,6–0,8. Источником распространения лавра в III–VI кварталах в северной и восточной частях являются посадки на «Лавровом участке», а также зеленые насаждения на территории жилого поселка. В XV и XIV кварталах распространение происходит от крупных экземпляров, посаженных у источника, а также в глубокой балке и с территории Никитского ботанического сада. При потеплении климата, которое отмечено в последнем десятилетии (Корсакова, 2018; Корсакова, Корсаков, 2023), можно прогнозировать дальнейшее расселение лавра на заповедной территории.

Ailanthus altissima (айлант высочайший) – высокое листопадное дерево, азиатского происхождения. В природном ареале произрастает в горах и на равнине в Китае, Монголии, Тайване, Северной Корее, Маньчжурии, где является компонентом широколиственных лесов. Широко используется в качестве быстрорастущего декоративного растения, в настоящее время встречается практически на всех континентах кроме Антарктиды, является инвазионным в Европе, Северной и Южной Америке, Африке, Австралии, Новой Зеландии и др. Глобальный риск очень высокий, оценивается в 43,2 балла (Протопопова та ін., 2012; Randall, 2017; GBIF, 2025; POWO, 2025). Айлант высочайший в разных регионах наибольшее распространение имеет в местообитаниях с наибольшим уровнем антропогенного воздействия, но его присутствие ставит под угрозу состояние естественных фитоценозов, в которых он, влияя на экосистемные процессы, вытесняет аборигенные виды, изменяет среду обитания, структуру сообществ. Вид хорошо адаптируется к широкому спектру почв и предпочитает тёплый климат, хотя может расти во многих различных эдафо-климатических условиях (Sladonja et al., 2015; Soler, Izquierdo, 2024). Во вторичном ареале образует монодоминантные сообщества как в антропогенно нарушенных, так и природных экосистемах, отмечается в сегетальных иrudеральных сообществах классов *Papaveretea rhoeadis* S. Brullo et al. 2001 in Mucina et al. 2016; *Galio-Urticetea* Passarge ex Kopecký 1969; *Artemisieta vulgaris* Lohmeyer et al. ex Rochow 1951), а также древесно-кустарниковых сообществ класса *Crataego-Prunetea* (Протопопова та ін., 2012; Mucina et al., 2016). В южной Европе в составе союза *Lauro nobilis-Robinion pseudoaciae* Allegrezza, Montecchiari, Ottaviani, Pelliccia & Tesei 2019, порядка *Chelidonio-Robinietalia* Jurko ex Hadac et Sofron 1980, класса

Robinietea Jurko ex Hadac et Sofron 1980 описаны лесные сообщества: ассоциации *Asparago acutifolii-Ailanthesum altissimae* Montecchiari, Allegrezza, Peliccia, Tesei 2020 в условиях сухой почвы и низкого антропогенного воздействия, а также *Aro italicici-Ailanthesum altissimae* Montecchiari, Allegrezza, Peliccia, Tesei 2020, обычно встречающаяся на сельскохозяйственных землях, на урбанизированных территориях в условиях эдафической влажности и высокого антропогенного воздействия. Эти сообщества отличаются от ассоциации *Balloto nigrae-Ailanthesum altissimae* Sirbu, Oprea 2010, описанной в центральной и южной Европе в составе союза *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron 1980, а также других синтаксонов (*Ailanthesum altissimae* Sirbu, Oprea 2011; *Fico-Ailanthesum altissimae* Lov. (1975) 1984, *Ailanthesum altissimae-Robinietum pseudacaciae* Julve 2003), рассматриваемых в составе класса *Robinietea* (Sirbu, Oprea, 2011; Niculescu et al., 2018; Montecchiari et al., 2020). Формирование моновидовых группировок или сообществ со значительным участием айланта высочайшего обусловлено его сильным аллелопатическим влиянием, так как разновозрастные растения содержат несколько фитотоксичных соединений в корнях и листьях (Heisey, 1990; Еременко, 2012; Sladonja et al., 2015).

В Крыму айлант высочайший введен в культуру с 1813 года в Никитском ботаническом саду, как одичавшее растение отмечается с середины XIX века. В настоящее время образует заросли в разных типах растительности практически во всех ландшафтных зонах на территории Республики Крым и в Севастополе, обычен и многочислен вдоль дорог, на рудеральных местообитаниях, в парках, плодовых садах, на виноградниках. В природных и полуестественных сообществах образует заросли на осыпях и обнажениях денудационных склонов (Деревья..., 1958; Протопопова та ін, 2012; Bagrikova, Skurlatova, 2021). На Южном берегу Крыма в антропогенно нарушенных местообитаниях с участием *A. altissima* описана ассоциация *Inulo asperae-Centauretum diffusae* Levon 1997, союза *Rorippa austriaca-Falcarion vulgaris* Levon 1997, класса *Artemisietae vulgaris*. В естественных и полуприродных сообществах, объединенных в ассоциации *Rapistro rugosi-Melicetum tauricae* Korzhenevsky et Ryff 2002, *Meliloti taurici-Seselietae dichotomi* Korzhenevsky et Ryff 2002 союза *Elytrigio nodosae-Rhoion coriariae* Korzhenevsky et Ryff 2002, класса *Onosmato polyphylla-Ptilostemonetea* Korzhenevsky 1990, *A. altissima* приводится среди диагностических видов (Багрикова, 2016). Вид также с невысоким обилием отмечается в сообществах приморских биотопов в составе класса *Crithmo-Staticetea*.

Несмотря на то, что на производственных плодовых участках Никитского ботанического сада, а также в рудеральных биотопах вдоль границы ООПТ «Мыс Мартын» отмечаются крупные экземпляры и заросли айланта, непосредственно на заповедной территории выявлены единичные в основном имматурные или виргинильные особи высотой до 4 м, с диаметром ствола 5–7 см на границе с жилым поселком в XV квартале и на побережье у фитоцентра в XIV квартале, так как большая часть заповедной территории занята лесными сообществами, в которых экологические условия местообитаний не соответствуют требованиям вида, предпочитающим хорошо освещенные и достаточно сухие биотопы (Ellenberg et al., 2001).

Berberis aquifolium (барбарис падуболистный, магония падуболистная) – вид североамериканского происхождения, произрастающий вдоль тихоокеанского побережья в северо-западных штатах. В природном ареале встречается в разных типах растительности, является диагностическим видом в сообществах хвойных лесов, относящихся к порядкам *Thujetalia plicatae* (Klinka, Qian, Pojar & Meidinger 1996) Julve 2016; *Tsugetalia mertensianoheterophyllae* Rivas-Martínez, Sánchez-Mata & Costa 1999 класса *Tsugetea mertensianoheterophyllae* Rivas-Martínez, Sánchez-Mata & Costa 1999 и *Pseudotsugo-Abietetalia bifoliae* Rivas-Martínez et al. 1999, класса *Linnaeo americanae-Piceetea mariana* Rivas-Martínez, Sánchez-Mata & Costa 1999 (Mucina et al., 2016; Багрикова и др., 2021; Бондаренко, 2021). Вид широко используется в озеленении, применяется в фармакологии, ветеринарии, пищевой промышленности. Натурализовавшиеся растения отмечены во многих странах Европы, в России, на Кавказе, Узбекистане, Гималаях, Австралии, Новой Зеландии (Randall, 2017; Багрикова и др., 2021; GBIF, 2025; POWO, 2025). Во многих регионах отнесен к инвазионным

или потенциально опасным видам, так как благодаря широкой экологической нише внедряется в разные нарушенные и природные сообщества. Во вторичном ареале отмечается в полуестественных и природных биотопах на участках от бедных до богатых питательными веществами почвах, встречается в разных типах лесной растительности, в том числе входящих в классы *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939, *Carpino-Fagetea sylvatica*, *Quercetea pubescentis*. Вид выявлен также в составе луговой растительности, а также в открытых или древесно-кустарниковых сообществах прибрежных авандюн. С высоким обилием достаточно часто отмечается в антропогенно-нарушенных местообитаниях, в том числе в сообществах, относящихся к классам *Robinietea*, *Rhamno-Prunetea* (Багрикова и др., 2021; Бондаренко, 2021).

В Крыму *B. aquifolium* в культуре с 1898 года (Деревья..., 1954), а с 1930 года натурализовавшиеся растения встречаются по всему полуострову и со второй половины XX века вид включен в список чужеродных растений Крыма, так как одичавшие экземпляры отмечены на ЮБК в дубово-грабинниковых, реже в светлых дубово-можжевеловых лесах, в том числе с участием *Juniperus excelsa*, ясенево-дубово-кизиловых сообществах (Кожевникова, Рубцов, 1971). В настоящее время вид многочислен и обычен вдоль дорог, в парках предгорной и южнобережной зон, а также в природных и полуестественных сообществах, в том числе на особо охраняемых природных территориях (Багрикова и др., 2021). На территории заповедника «Ялтинский горно-лесной» образует полноценные ценопопуляции, так как фундаментальная экологическая ниша вида по многим эдафо-климатическим факторам соответствует объему реализованной ниши сообществ (Бондаренко, 2021; Багрикова. Бондаренко, 2024).

На ООПТ «Мыс Мартын» *B. aquifolium* также как *Daphne laureola* встречается с незначительным обилием в 4 из 15 кварталов, тогда как на территории заповедника «Ялтинский горно-лесной» эти виды имеют 2-й инвазионный статус и образуют полноценные ценопопуляции в разных растительных сообществах (Багрикова, Бондаренко. 2024). В III–IV кварталах выявлены единичные виргинильные или молодые генеративные растения *B. aquifolium* в составе пушистодубово-грабинниковых сообществ с участием *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*. В XIV и XV кварталах представлено большое количество в основном молодых или средневозрастных генеративных ососей в составе пушистодубово-можжевелово-земляничниковых сообществ с участием других инвазионных видов растений – *Clematis flammula*, *Quercus ilex*, *Rhamnus alaternus*. Несмотря на то, что в природном и вторичном ареалах *B. aquifolium* встречается в разных типах растительных сообществ и имеет широкую экологическую нишу по многим эдафо-климатическим параметрам, по режиму увлажнения и аэрации почв условия местообитаний на заповедной территории «Мыс Мартын» выходят за пределы потенциальных требований вида.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ показал, что из 70 видов растений «Черного списка» Крымского полуострова на заповедной территории «Мыс Мартын» представлено 25 таксонов, к которым добавлен еще один вид – *Laurus nobilis*.

Из девяти наиболее опасных инвазионных видов растений Крыма с 1-м статусом на ООПТ «Мыс Мартын» выявлено три вида – *Bupleurum fruticosum*, *Jacobsaea maritima* и *Fraxinus ornus*; для *Opuntia engelmannii* var. *lindheimeri* определен 3-й статус; для *Ailanthes altissima* – 4-й статус (потенциально инвазионного вида); *Clematis flammula* имеет переходный характер – от 2-го к 1-му статусу, так как в отдельных местообитаниях на Мартыне он представлен очень обильно и имеет все признаки вида-трансформера.

Из 19 видов, активно натурализующихся в природных сообществах Крымского полуострова со 2-м статусом, на обследованной территории с таким же статусом выявлено два вида – *Rhamnus alaternus* и *Quercus ilex*; для видов *Daphne laureola* и *Petrosedum rupestre* определен 3-й, а для *Berberis aquifolium* – 4-й статусы.

Таким образом, природные условия на заповедной территории «Мыс Мартыян» не соответствуют параметрам экологической ниши некоторых видов, что приводит к изменению их инвазионного статуса по сравнению с другими территориями южнобережья и Крымского полуострова в целом.

Наибольшее распространение на ООПТ «Мыс Мартыян» имеют теплолюбивые виды средиземноморского происхождения, предпочитающие достаточно освещенные или со средней сомкнутостью древостоя, сухие или умеренно увлажненные местообитания. Наибольшее количество инвазионных растений выявлено в XIV, XV (по 9 видов) и III, IV кварталах (по 7 видов). Это связано с тем, что XIV и XV кварталы по сути являются «буферной зоной» между природными наиболее сохранившимися участками заповедной территории и парковыми комплексами Никитского ботанического сада, откуда интродуцированные растения расселяются в восточном направлении. Через III и IV кварталы проходят дороги общего пользования на производственный участок «Лавровое», кроме того, на их территории находится ЛЭП.

Проведенные исследования показали, что анализ динамики состояния и распространения инвазионных видов крайне актуален для разработки мероприятий по ограничению их численности, а также прогнозирования расселения этих видов на других территориях со сходными эдафо-климатическими условиями.

Список литературы

- Багрикова Н. А. Адвентивные виды растений на территориях природных заповедников Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2013а. – Т. 135. С. 96–106.
- Багрикова Н. А. Структурный анализ адвентивной фракции флоры Крымского полуострова (Украина) // Український ботанічний журнал. – 2013б. – Т. 70, № 4. – С. 489–507.
- Багрикова Н. А. Изучение синантропной растительности Крымского полуострова с позиций эколого-флористического подхода: состояние вопроса, классификация сообществ и перспективы исследований // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2016. – Т. 143. – С. 25–58.
- Багрикова Н. А. Интродукция древесно-кустарниковых растений в Никитском ботаническом саду и их натурализация на территории Крымского полуострова // Живые и биокосные системы. – 2014. – № 7. – 9.
- Багрикова Н. А., Бондаренко З.Д. Особенности адаптации инвазионных видов *Berberis aquifolium* Pursh и *Daphne laureola* L. в лесных сообществах Южного берега Крыма // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2024. – Т. 185, № 2. – С. 157–166. DOI: 10.30901/2227-8834-2024-2-157-166
- Багрикова Н. А., Бондаренко З. Д., Резников О. Н. О натурализации *Berberis aquifolium* Purch на территории заповедников Южного берега Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – Вып. 139. – С. 17–28. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-139-17-28
- Багрикова Н. А., Перминова Я. А. Характеристика и распространение натурализовавшихся в Крыму представителей рода *Opuntia* (Cactaceae) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183, № 3. – С. 149–160. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-140-148
- Багрикова Н. А., Перминова Я. А., Чичканова Е. С. Особенности роста и развития *Opuntia engelmannii* var. *lindheimeri* (Cactaceae) в условиях Южного берега Крыма // Наука Юга России. – 2020. – Т. 16, № 4. – С. 63–72. DOI: 10.7868/S25000640200407
- Багрикова Н. А., Плугатарь Ю. В., Бондаренко З. Д., Резников О. Н. Наиболее опасные инвазионные виды растений на особо охраняемых природных территориях Горного Крыма // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыян». – 2021. – Вып. 12. – С. 114–148. DOI: 10.36305/2413-3019-2021-12-114-148
- Багрикова Н. А., Плугатарь Ю. В., Корженевский В. В., Бондаренко З. Д. Экологическая ниша волчеягодника *Daphne laureola* на особо охраняемых природных территориях Южного берега Крыма // Биосфера. – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 428–438. DOI: 10.24855/biosfera.v16i4.961
- Багрикова Н. А., Резников О. Н. Адвентивные растения в природном заповеднике «Мыс Мартыян»: история и перспективы их дальнейшего изучения // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыян». – 2014. – Вып. 5. – С. 48–87.
- Багрикова Н. А., Резников О. Н., Корженевский В. В. Об экологической нише *Clematis flammula* в сообществах Южного берега Крыма // Экосистемы. – 2025. – № 41. – С. 79–89. DOI 10.29039/2413-1733-2025-41-79-89.
- Баранова О. Г., Щербаков А. В., Сенатор С. А., Панасенко Н. Н., Сагалаев В. А., Саксонов С. В. Основные термины и понятия, используемые при изучении чужеродной и синантропной флоры // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2018. – Т. 12, № 4. – С. 4–22. DOI: 10.24411/2072-8816-2018-10031
- Бондаренко З. Д. Возрастная структура ценопопуляций *Berberis aquifolium* Purch на особо охраняемых природных территориях Южного берега Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2021. – № 141. – С. 24–35. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-141-24-35

Бондаренко З. Д., Багрикова Н. А. Лесные сообщества с участием инвазионного вида *Berberis aquifolium* Pursh в природном заповеднике «Ялтинский горно-лесной» // Промышленная ботаника. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 73–77. DOI: 10.5281/zenodo.10845654

Бондаренко З. Д., Багрикова Н. А. Растения «Черной книги Республики Крым» во флоре Государственного природного заповедника «Ялтинский горно-лесной» // Фитоинвазии: Остановить нельзя сдаваться: Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, 10–11 февраля 2022 г.). – Сер. «Ботанический сад биологического факультета МГУ» Изд-во Московского университета. – 2022. – С. 119–126.

Бондаренко З. Д., Багрикова Н. А. Современное состояние и возрастная структура ценопопуляций *Daphne laureola* (Thymelaeaceae) на особо охраняемых природных территориях Южного берега Крыма // Экосистемы. – 2021. – № 27. – С. 36–47.

Бялт В. В. Семейство толстянковые (Crassulaceae St.-Hil.) в Крыму // *Turczaninowia*. – 2020. – Т. 23, № 3. – С. 158–184. DOI: 10.14258/turczaninowia.23.3.15

Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Нотов А. А. Чёрная книга флоры Тверской области: Чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. М.: Товарищество научных изданий, 2011. – 292 с.

Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма. 2-е изд. – Ялта, 1996. – 125 с.

Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции: В 6 т. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951, 1954, 1958, 1961. – Т. 2, 3, 4, 5.

Ена Ан. В. Природная флора Крымского полуострова. Симферополь: Н. Оріанда, 2012. – 232 с.

Еременко Ю. А. Аллелопатические свойства адвентивных видов древесно-кустарниковых растений // Промышленная ботаника. – 2012. – Т. 12. – С. 188–193.

Каменских Л. Н., Потапенко И. Л. О новых видах адвентивной флоры Карадагского природного заповедника // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – № 6(25). – С. 3–14.

Кожевникова С. К., Рубцов Н. И. Опыт биоэкологического и географического анализа адвентивной флоры Крыма // Труды Государственного Никитского ботанического сада. – 1971. – Т. 54. – С. 5–93.

Корсакова С. П. Оценка будущих изменений климата на Южном берегу Крыма. – Экосистемы. – 2018. – 15 (45). – С. 151–165. DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.13

Корсакова С. П., Корсаков П. Б. Изменение климатических норм на Южном берегу Крыма за последние 90 лет // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2023. – № 2(167). – С. 84–95. DOI: 10.25684/2712-7788-2023-2-167-84-95

Крайнюк Е. С. Аннотированный список высших сосудистых растений природного заповедника «Мыс Мартыян» // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыян». – 2012. – Вып. 3. – С. 83–105.

Никифоров А. Р., Папельбу В. В., Пшеничников Н. А., Резников О. Н. О распространении *Petrosedum rupestre* (L.) P.V. Heath на территории заповедника «Мыс Мартыян» // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыян». – 2023. – Вып. 14. – С. 192–196.

Нотов А. А., Виноградова Ю. К., Майоров С. Р. О проблеме разработки и ведения региональных Чёрных книг // Российский журнал биологических инвазий. – 2010. – № 4. – С. 54–86.

Плугатарь Ю. В., Багрикова Н. А., Саркина И. С., Костин С. Ю., Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А., Резников О. Н. Заповедник «Мыс Мартыян»: история и современность. – Симферополь: ИТ АРИАЛ, 2023. – 108 с.

Плугатарь Ю. В., Корженевский В. В., Абраменков А. А. Шибляк или маквис? О внедрении *Quercus ilex* L. в фитоценозы южнобережного Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2022. – № 3 (164). – С. 6–19. DOI: 10.36305/2712-7788-2022-3-164-6-19

Плугатарь Ю. В., Папельбу В. В. Сравнительная оценка покрытых лесом земель природного парка регионального значения «Мыс Мартыян» // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2024. – Вып. 152. – С. 103–110.

Протопопова В. В., Шевера М. В., Багрикова Н. О., Рифф Л. Е. Виды-трансформеры у флори Південного берега Криму // Український ботанічний журнал. – 2012. – Т. 69, № 1. – С. 54–68.

Резников О. Н. Состав и структура чужеродного компонента флоры особо охраняемой природной территории «Мыс Мартыян» (Крым) // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыян». – 2024. – Вып. 15. – С. 119–132.

Резников О. Н., Багрикова Н. А. Инвазионные виды растений на особо охраняемой природной территории «Мыс Мартыян» (Крым) // Горные экосистемы и их компоненты: Материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием, посвященной Году науки и технологий в Российской Федерации, (Нальчик, 20–25 сентября 2021 г.). – Нальчик: ФГБУН Институт экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, 2021. – С. 142–143.

Резников О. Н., Багрикова Н. А. Современное состояние и возрастная структура ценопопуляций *Jacquaea maritima* (Asteraceae) на особо охраняемой природной территории «Мыс Мартыян» // Фитоинвазии: остановить нельзя сдаваться. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. (Москва, 10–11 февраля 2022 г.). Сер. «Ботанический сад биологического факультета МГУ». – Изд-во Московского университета, 2022. – С. 196–203.

Резников О. Н., Багрикова Н. А. Современное состояние популяции *Quercus ilex* L. (Fagaceae) на особо охраняемой природной территории «Мыс Мартыян» // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2024. – Вып. 152. – С. 111–122.

Резников О. Н., Багрикова Н. А., Зубкова Н.В. Натурализация *Clematis flammula* L. в природных сообществах Государственного природного заповедника «Мыс Мартын» // Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22, вып. 5. – С. 979–883. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-979-983

Симагина Н. О., Лысякова Н. Ю. Динамика аллелопатической активности *Bupleurum fruticosum* L. в течение вегетации и онтогенеза // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2011. – Т. 24 (63), № 4. – С. 273–281.

Снятков Е. А. Распространение адвентивного вида *Bupleurum fruticosum* L. в фитоценозах Южного берега Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2011. – Вып. 103. – С. 28–38.

Стратегия и План действий по сохранению биологического разнообразия Российской Федерации. М., 2014. – 256 с. – URL: <https://www.cbd.int/doc/world/ru/ru-nbsap-v2-ru.pdf>. (Дата обращения: 18.07.2025).

Albani Rocchetti G., Bartoli F., Cicinelli E., Lucchese F., Caneva G. Linking Man and Nature: Relictual Forest Coenosis with *Laurus nobilis* L. and *Celtis australis* L. in Antica Lavinium, Italy // Sustainability. – 2022. – Vol. 14 – 56. DOI: 10.3390/su14010056

Bagrikova N. A., Skurlatova M. V. The Materials to the “Black Book” of the Flora of the Crimean Peninsula // Russian Journal of Biological Invasions. – 2021. – Vol. 12, N 3. – P. 244–257. DOI: 10.1134/S2075111721030036

Bonari G., Fernández-González F., Çoban S., Monteiro-Henriques T., Bergmeier E. et al. Classification of the Mediterranean lowland to submontane pine forest vegetation // Applied Vegetation Sciences. – 2021. – Vol. 24, Iss. 1. – e12544. DOI: 10.1111/avsc.12544

Davis P. H. (ed.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands Edinburgh: Edinburgh University Press 1972. – Vol. 4. – P. 1–657.

Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa [Indicator values of plants in Central Europe] 3rd ed. // Scripta Geobotanics. – 2001. – Vol. 18. – P. 1–262.

GBIF. Global Biodiversity Information Facility. URL: <https://www.gbif.org/species/5420853> (Accessed Jule 10, 2025).

Gianguzzi L., D'Amico A., Romano S. Estudio fitosociológico de las comunidades de *Laurus nobilis* en Sicilia // Lazaroa. – 2010. – Vol. 31. – P. 67–84. DOI: 10.5209/rev_LAZA.2010.v31.4

Heisey R. M. Evidence for allelopathy by tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*) // Journal Chemistry Ecology. – 1990. – Vol. 16, N 6. – 2039–55. DOI: 10.1007/BF01020515

Jasprica N., Kovačić S., Stamenković V. Vegetation of a *Ailanthus altissima* stands along the Croatian coast and islands // Book of Abstracts of the 4th Croatian Symposium on Invasive species with International Participation. Zagreb: Hrvatsko ekološko društvo, 2021. – P. 61.

Montecchiani S., Allegrezza M., Pelliccia V., Tessei G. First syntaxonomical contribution to the invasive *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle forest communities at its southern limit in Europe // Plant Sociology. – 2020. – Vol. 57, N 2. – P. 145–160. DOI: 10.3897/pls2020572/06

Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J. P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R. G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F. J. A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J. H. J., Lysenko T., Didukh Ya. P., Pignatti S., Rodwell J. S., Capelo J., Weber H. E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S. M., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. – 2016. – Vol. 19 (1). – P. 3–264. – DOI: 10.1111/avsc.12257

NatureServe. International Ecological Classification Standard: Terrestrial Ecological Classifications. – NatureServe Central Databases. Arlington, VA. U.S.A. – 2018. – 699 p.

Niculescu M., Liviu A. O., Cojoacă F. D. Study of phytosociology and ecology of *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle – invasive species in the south-western of Romania // Analele Universității din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova – Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. XLVIII/2018. – P. 280–285 URL: <https://cabidigitallibrary.org> (Accessed Jule 10, 2025).

Pignatti E., Pignatti S., D'Angeli D., De Nicola C., Maffei L., Testi A., Tinelli A. The Laurisilva as a cultural heritage: Proposal for the protection of the relict of laurel forest near Ponte Renaro // Rend. Lincei. – 2015. – Vol. 26 – P. 643–649.

POWO. Plant of the World On-line. 2025. URL: <http://www.plantsoftheworldonline.org> (Accessed Jule 10, 2025).

Randall R. P. A Global Compendium of Weeds. – Perth, Western Australia. – 2017. – 3654 p.

Richardson D. M., Pysek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D., West C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and Distribution. – 2000. – N 6. – P. 93–107.

Santamarina S., Mateo R. G., Alfaro-Saiz E., Acedo C. On the importance of invasive species niche dynamics in plant conservation management at large and local scale // Frontiers in Ecology & Evolution. – 2023. – Vol. 10. – 049142. DOI: 10.3389/fevo.2022.1049142

Sirbu C., Oprea Ad. Contribution to the study of plant communities dominated by *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, in the Eastern Romania (Moldavia) // Cercetari Agronomice in Moldova. – 2011. – Vol. XLIV, N 3(147). – P. 51–74.

Sladonja B.; Sušek M., Guillermic J. Review on invasive Tree of Heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) conflicting values: Assessment of its ecosystem services and potential biological threat // Environment Management. – 2015. – Vol. 56. – P. 1009–1034.

Soler J., Izquierdo J. The Invasive *Ailanthus altissima*: A Biology, Ecology, and Control Review // Plants. – 2024. – Vol. 13. – 931. DOI: 10.3390/plants13070931

Zervous S., Raus T., Yannitsaros A. Additons to the flora of the island of Kalimnos (SE Aegean, Greece) // *Willdenowia*. – 2009. – Vol. 39. – P. 165–177.

Reznikov O. N., Bagrikova N. A. Plants from the "Black List" of the Crimean Peninsula Flora in the "Cape Martyan" Protected Area (Crimea) // *Ekosistemy*. 2025. Iss. 43. P. 75–93.

The study presents research findings concerning alien plant species within the "Cape Martyan" Protected Area. Twelve most aggressive invasive species affecting different vegetation communities were identified, moreover, eleven species were included in the "Black List" of the Crimean Peninsula flora. Three species (*Bupleurum fruticosum*, *Jacquaea maritima* and *Fraxinus ornus*) are classified as transforming species (1st invasive status), actively penetrating natural and semi-natural communities, changing ecosystem structure and disrupting succession patterns. The invasive status of *Clematis flammula* is transitional from 2nd to 1st, since it is very abundant and has all the characteristics of a transforming species in certain localities at Cape Martyan. *Rhamnus alaternus* and *Quercus ilex* assigned the 2nd invasive status as they actively disperse and naturalize within disturbed, semi-natural and natural communities. Four species (*Opuntia engelmannii* var. *lindheimeri*, *Petrosedum rupestre*, *Daphne laureola* and *Laurus nobilis*) have been given the 3rd status, since they are most widespread in disturbed habitats. Two species (*Ailanthus altissima* and *Berberis aquifolium*) are classified as potentially invasive with the 4th status. Fourteen other species from the "Black List" of Crimean flora in the "Cape Martyan" Protected Area occur sporadically or with insignificant coverage posing no threat to natural phytocenoses.

Key words: invasive species, alien species, "Black List" of plants, flora, Protected Area, Southern Coast of Crimea.

Поступила в редакцию 01.08.25
Принята к печати 15.08.25

Компоненты региональной флоры Удмуртской Республики как образовательный ресурс, необходимый для реализации программ основного общего образования

Сайтаева Л. В., Науменко Н. И.

Удмуртский государственный университет
Ижевск, Россия
ludmila_saitaeva@mail.ru, naumenko-nik@yandex.ru

Основными направлениями систематического изучения флоры Удмуртской Республики в конце XX – начале XXI века являются не только более полная инвентаризация таксономического разнообразия и изучение отдельных экологических компонентов флоры, но и изучение способов его рационального использования. Использование растений и их сообществ в качестве дидактических материалов предполагается в школьном курсе биологии за 6 и 7 классы: в учебно-методических комплектах конкретные виды растений приводятся как демонстрационный материал (300 видов) или необходимы для выполнения практических работ (57 видов). Сопоставление со списком флоры Удмуртии показало, что большинство из них является частью растительного покрова Удмуртии. Несмотря на то, что большая часть перечисленных видов растений относится к флоре Удмуртии, далеко не все они могут быть использованы в качестве образовательных ресурсов в конкретном населенном пункте. И, напротив, некоторые виды культурных растений (в том числе комнатные и аквариумные) могут быть заменены дикорастущими видами со сходными свойствами. В результате проведенных в 2019–2024 годах исследований отмечено 63 вида высших сосудистых растений, соответствующих критериям, определяющим их как образовательный ресурс, на территории некоторых населенных пунктов Удмуртской Республики: город Ижевск, село Кизнер, село Пышкет, деревня Починки, село Кигбаево, поселок Кез. Для каждого вида перечислены населенные пункты, в которых он может быть использован в качестве образовательного ресурса, темы образовательной программы и части растения, необходимые для их изучения. На территории перечисленных населенных пунктов Удмуртии выявлено достаточно представителей региональной флоры, которые могут быть использованы в качестве дидактических ресурсов для практических работ по всем темам курса ботаники в основном общем образовании.

Ключевые слова: региональная флора, ресурсные растения, образовательный ресурс, Удмуртская Республика.

ВВЕДЕНИЕ

Основными направлениями систематического изучения флоры Удмуртской Республики в конце XX – начале XXI века являются не только более полная инвентаризация таксономического разнообразия и изучение отдельных экологических компонентов флоры (Капитонова, Мельников, 2003; Капитонова, 2021), но и изучение флористических комплексов как единого целого (Баранова, 2012), способов его рационального использования и сохранения (Туганаев и др., 2007). Тем не менее, несмотря на детальное и систематическое изучение флоры региона, ресурсное значение обнаруженных таксонов практически не рассматривается: отдельные работы начала XXI века в основном посвящены пищевым и лекарственным ресурсным растениям (Баранова, 2004, 2011; Киреева, Китова, 2006; Попова, Сунцова, 2018). Под ресурсными растениями обычно понимают виды растений, перспективные или уже имеющие значение для хозяйственного использования. Следовательно, основным критерием для выделения групп ресурсных растений являются потребности человека, которые они могут удовлетворить. В результате происходящих в современном обществе изменений в категории «глобализированных» общественных благ рассматриваются знания и образование (Медведев, Томашов, 2009), источниками получения которых являются образовательные ресурсы, в том числе – представители региональной флоры: демонстрационные материалы, анатомические препараты, экспонаты выставок и музеев.

Использование растений и их сообществ в качестве дидактических материалов предполагается в школьном курсе биологии за 6 и 7 классы: в учебно-методических комплектах, входящих в федеральный перечень (Биология: 6-й класс..., 2023; Биология: 7-й класс..., 2023), конкретные виды растений приводятся как демонстрационный материал или необходимы для выполнения практических работ. Сами авторы учебных пособий указывают на вариативность объектов, используемых для практических работ: возможна замена одних объектов другими, обладающими сходными свойствами (строением, систематическим положением, практическим применением), выбор объекта из представителей региональной флоры (особенно в работах, для которых указаны необходимые свойства растения, а не его вид), работа с более разнообразной коллекцией растений.

Цель работы – выявить объекты региональной флоры Удмуртской Республики, которые могут быть использованы в качестве дидактических ресурсов для изучения школьного курса ботаники в ходе реализации программ основного общего образования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проанализирован список таксонов, приведенных в учебно-методических комплектах из федерального перечня в качестве демонстрационного материала и материала для практических работ. Присутствие вида в растительном покрове Удмуртии определялось в ходе полевых исследований, выполненных нами в сезоны 2019–2024 годов и по материалам публикаций (Баранова, Пузырев, 2012; Баранова, Брагина, 2015; Пузырев, 2020).

Проведена проверка наличия высших сосудистых растений, соответствующих критериям, определяющим их как образовательный ресурс, на территории некоторых населенных пунктов Удмуртской Республики: город Ижевск, село Кизнер, село Пышкет, деревня Починки, село Кигбаево, поселок Кез (рис. 1).

Исследование проводилось в 2019–2024 годах в летний период маршрутным методом, с учетом расположения в населенном пункте образовательных учреждений. Если растения из приведенного списка на указанной территории отсутствовали (или их использование в качестве образовательного ресурса было затруднено), проводился поиск замены с аналогичными свойствами, изучаемыми на примере данных объектов. Растения рассматривались как образовательный ресурс при соответствии следующим критериям:

- 1) принадлежность к изучаемым по образовательной программе таксонам или экологическим группам;
- 2) доступность для изучения;
- 3) использование растений в качестве образовательного ресурса не приводит к снижению их численности: изъятие объектов не производится или же они быстро восстанавливают численность за счет семенного или вегетативного размножения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в учебных пособиях перечислено 308 видов современных растений (в случае, когда упоминалось только название рода, не являющегося монотипичным, при подсчете учитывался только один вид-представитель этого таксона), которые предлагается использовать в качестве демонстрационного материала или материала для практических работ.

В качестве демонстрационного материала в учебных пособиях приведено 300 видов растений. Сопоставление со списком флоры Удмуртии показало, что большинство из них является частью растительного покрова Удмуртии (рис. 2): к региональной флоре относится 148 видов дикорастущих растений, а также 67 из 75 видов культурных растений открытого грунта, которые уходят из культуры и натурализуются.

Среди растений, не входящих в состав региональной флоры Удмуртии, 17 видов относятся к распространенным комнатным растениям (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl, *Begonia*

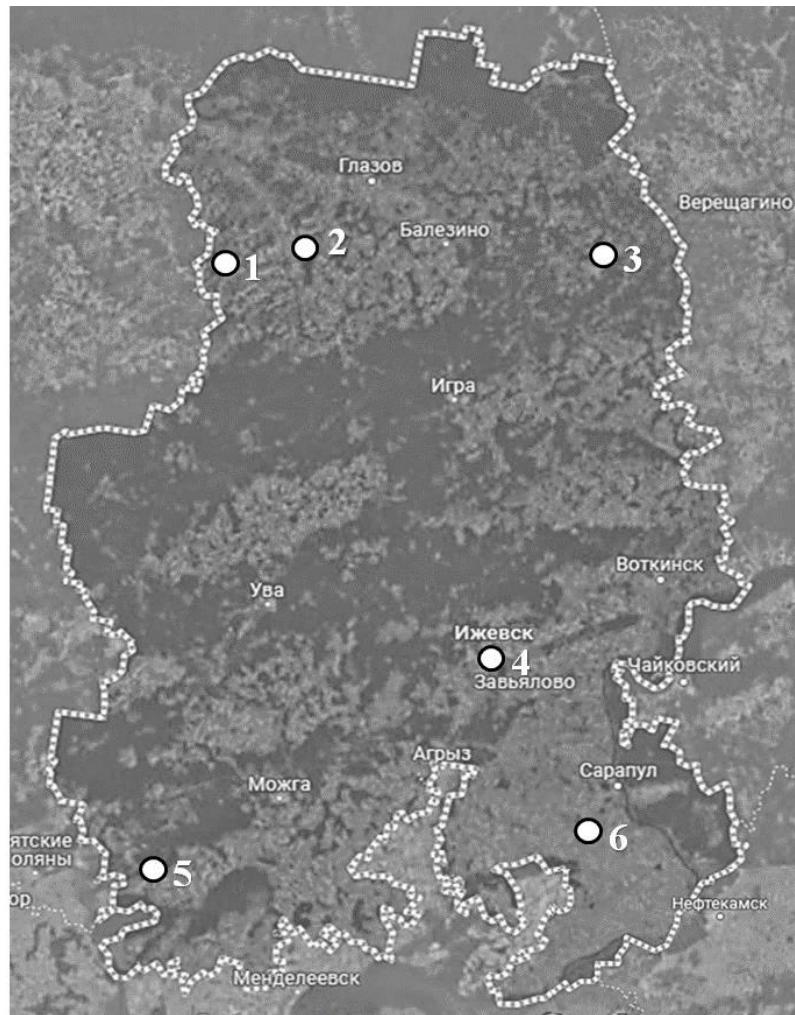


Рис. 1. Карта-схема районов учетов растений, используемых в качестве образовательных ресурсов (Удмуртская Республика)

1 – село Пышкет, 2 – деревня Починки, 3 – поселок Кез, 4 – город Ижевск, 5 – поселок Кизнер; 6 – село Кигбаево.

rex Putz., представители родов *Aloë* L., *Monstera adansonii* Schott, *Dracaena* Vand. ex L. и др.), 18 требуют специальных условий культивирования в открытом или защищенном грунте (*Corylus maxima* Mill., *Capsicum annuum* L., *Ginkgo biloba* L., *Cucumis melo* L., *Ficus carica* L. и др.), 42 вида в Удмуртии не выращиваются (*Sequoia sempervirens* (D.Don) Endl., *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba, *Lodoicea maldivica* (J.F.Gmelin) Persoon, *Victoria amazonica* Poepp. и др.).

Для практических работ предполагается использование минимум 57 видов растений, не считая сортов и гибридных форм, причем большая их часть относится к флоре Удмуртии: 14 видов культурных и натурализовавшихся (эргазиофигофитов) и 34 вида дикорастущих растений (рис. 3).

Из 9 видов, не относящихся к флоре Удмуртии, 7 видов являются аквариумными растениями или растениями защищенного грунта (представители родов *Aloë*, *Tradescantia* Ruppius ex L. и др.), а *Quercus suber* L. и *Trifolium rubens* L. в Удмуртии не выращиваются.

Несмотря на то, что большая часть перечисленных видов растений относится к флоре Удмуртии, далеко не все они могут быть использованы в качестве образовательных ресурсов в конкретном населенном пункте. И, напротив, некоторые виды культурных растений (в том



Рис. 2. Группы современных растений, перечисленных в учебных пособиях в качестве демонстрационного материала



Рис. 3. Группы современных растений, перечисленных в учебных пособиях в качестве материала для практических работ

числе комнатные и аквариумные) могут быть заменены дикорастущими видами со сходными свойствами. Эти признаки перечислены в таблице 1 (названия тем приведены так же, как в учебных пособиях).

Ниже представлен список некоторых видов растений Удмуртии, которые могут быть использованы в качестве материалов для практических работ по данным темам. Для каждого вида перечислены населенные пункты, в которых он может быть использован в качестве образовательного ресурса, темы образовательной программы и части растения, необходимые для их изучения. Совместно указаны виды, использование которых в образовательном процессе совпадает.

Acer negundo L. Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки, Пышкет. Побеги с почками используются для изучения темы «Побег. Развитие побега из почки», однолетние и многолетние побеги – для темы «Строение стебля» (рис. 4 a, b). Для изучения одноименных тем используются листья и плоды. Является примером анемофильного растения с ранним началом сокодвижения для практических работ по темам «Размножение растений и его значение» (рис. 4c) и «Фенологические наблюдения». Аналогично используются *Betula pendula* Roth (Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки, Пышкет), *Populus tremula* L. (там же).

Aegopodium podagraria L. Ижевск, Кез, Кигбаево, Кизнер, Починки, Пышкет. Листья используются для изучения темы «Внешнее и внутреннее строение листа», соцветия – для темы «Соцветия», растение целиком (свежее или в гербарии) – для темы «Среда обитания растений. Экологические факторы» как представитель мезофитов.

Arctium tomentosum Mill. Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки, Пышкет. Свежие побеги используются для изучения темы «Строение растительной клетки», растение целиком или гербарные образцы – для темы «Класс Двудольные. Семейство Сложноцветные (Астровые)», корни – для темы «Виды корней и типы корневых систем» как пример стержневой корневой системы. Аналогично используются *Cichorium intybus* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки,

Таблица 1

Свойства растений, необходимых для проведения практических работ

Тема	Необходимые признаки растений или их группы
Строение растительной клетки	Крупные клетки; клетки с заметными хромопластами
Виды корней и типы корневых систем	Мочковатая корневая система; стержневая корневая система; придаточные корни на побеге
Побег. Развитие побега из почки	Побеги с крупными вегетативными и генеративными почками
Строение стебля	Деревья и кустарники
Внешнее и внутреннее строение листа	Простые листья, сложные листья
Видоизменения побегов	Видоизмененные подземные побеги
Строение и разнообразие цветков	Крупные цветки
Соцветия	Соцветия разных типов
Плоды	Сухие плоды; сочные плоды; односемянные плоды; многосемянные плоды
Фотосинтез	Выделение пузырьков воздуха погруженными в воду листьями
Дыхание растений. Фенологические наблюдения	Раннее начало сокодвижения; разные сроки начала цветения
Передвижение веществ у растений	Светлая древесина; светлый околоцветник
Размножение растений и его значение	Энтомофильные и анемофильные растения
Систематика растений	Растения одного вида; виды одного рода
Отделы Папоротниковые, Плауновидные, Хвощевые	Споры Polypodiopsida; представители Equisetaceae
Отдел Голосеменные растения	Представители Gymnospermae
Класс Двудольные. Семейства Крестоцветные и Розоцветные	Представители семейств Brassicaceae, Rosaceae
Класс Двудольные. Семейства Пасленовые, Мотыльковые (Бобовые) и Сложноцветные (Астровые)	Представители семейств Solanaceae, Fabaceae, Asteraceae
Класс Однодольные. Семейства Лилейные и Злаки (Мятликовые)	Представители семейства Poaceae и Liliaceae
Среда обитания растений. Экологические факторы	Представители разных экологических групп по отношению к воде

Пышкет), *Cirsium arvense* var. *integrifolium* Wimm. & Grab. (Ижевск, Кез, Кизнер), *Leucanthemum vulgare* Lam. (Ижевск, Кез, Кигбаево), *Sonchus arvensis* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево).

Asparagus officinalis L. Ижевск, Кез, Кигбаево. Представитель мезоксерофитов для изучения темы «Среда обитания растений. Экологические факторы». Аналогично используется *Medicago falcata* L. (Ижевск, Кигбаево).

Barbarea vulgaris W. T. Aiton. Ижевск. Побеги, корни, плоды используются для изучения одноименных тем, соцветия – для тем «Соцветия» и «Размножение растений и его значение», растение целиком – для изучения темы «Класс Двудольные. Семейство Крестоцветные». Аналогично используются *Bunias orientalis* L. (рис. 5а) (Ижевск, Кез, Кигбаево, Почкинки,



Рис. 4. Части *Acer negundo*, использованные в образовательном процессе
а – многолетние побеги, б – однолетний побег, в – мужские соцветия (фото Н. И. Науменко).



Рис. 5. Материал для практических работ по теме
«Размножение растений и его значение»

Соцветия энтомофильного растения *Bunias orientalis* (а) и анемофильного *Bromus inermis* (б) (фото Н. И. Науменко).

Пышкет) и *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Кизнер, Починки, Пышкет).

Ceratophyllum demersum L. Ижевск, Починки. Живое растение используется при изучении тем «Строение растительной клетки», «Фотосинтез», «Среда обитания растений. Экологические факторы» (как представитель гидрофитов). Аналогично используется *Elodea canadensis* Michx. (рис. 6) (Ижевск, Починки).

Dryopteris carthusiana (Vill.) H. P. Fuchs. Ижевск, Кизнер. Споры и вайи используются для изучения темы «Отдел Папоротниковые». Аналогично используется *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. (Ижевск, Кез).

Echinocystis lobata (Michx.) Torr. & A. Gray. Ижевск, Кигбаево. Свежие и высушенные цветки используются при изучении темы «Соцветия», листья – для темы «Внешнее и внутреннее строение листа», свежие и высушенные плоды – для темы «Плоды».

Elytrigia repens (L.) Nevski. Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки, Пышкет. Побеги с соцветиями используются при изучении тем «Внешнее и внутреннее строение листа», «Соцветия», «Размножение растений и его значение», подземная часть – для тем «Виды корней и типы корневых систем», «Видоизменения побегов», растение целиком – для темы «Класс Однодольные. Семейство Злаки (Мятликовые)». Аналогично, кроме темы «Видоизменения побегов», используются *Bromus inermis* Leyss. (рис. 5б) (Ижевск, Кез,

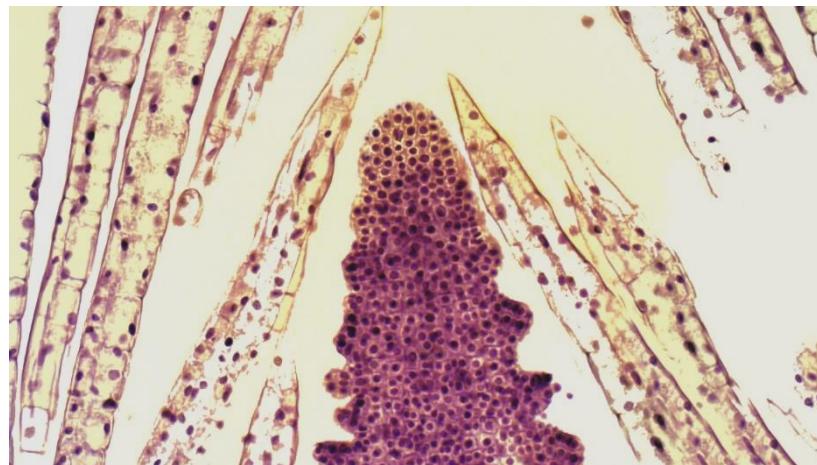


Рис. 6. Использование *Elodea canadensis* в практической работе по теме «Строение растительной клетки» (фото Н. И. Науменко)

Кигбаево), *Dactylis glomerata* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки, Пышкет.), *Phleum pratense* L. (там же). В качестве альтернативы *E. repens* для изучения видоизменений побегов могут быть использованы корневища *Urtica dioica* L.

Equisetum arvense L. Ижевск, Кигбаево, Починки, Пышкет. Растение целиком используется при изучении темы «Отдел Хвоощевидные» (рис. 7а). Аналогично используются *Equisetum fluviatile* L. (Ижевск, Кез), *Equisetum pratense* Ehrh. (рис. 7б) (Ижевск, Кизнер), *Equisetum sylvaticum* L. (рис. 7с) (Ижевск, Кез, Кизнер).

Fragaria vesca L. Кез, Кизнер, Починки, Пышкет. Соответствующие части растения используются при изучении тем «Внешнее строение листа», «Строение и разнообразие цветков», «Виды корней и типы корневых систем», «Видоизменения побегов», «Класс Двудольные. Семейство Розоцветные». Аналогично используются *Fragaria viridis* (Duch.) Weston (Ижевск, Кизнер, Кигбаево) и *Potentilla anserina* L. (там же). Изучение укореняющихся побегов и сложных листьев также может проводиться на примере *Trifolium repens* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки, Пышкет).

Geranium pratense L. Ижевск, Кез, Кигбаево. Свежие цветки используются при изучении тем «Строение растительной клетки» и «Строение и разнообразие цветков», листья – для темы «Внешнее и внутреннее строение листа». Аналогично используется *Geranium sylvaticum* L. (Кизнер).

Juniperus communis L. Ижевск, Кигбаево. Живое растение целиком, гербарные образцы, шишки используются для изучения темы «Отдел Голосеменные растения». Аналогично используются *Picea × fennica* (Regel) Kom. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Кизнер, Починки, Пышкет), *Picea obovata* Ledeb. (Ижевск, Кез, Кизнер), *Pinus sylvestris* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Кизнер).

Lemna minor L. Ижевск, Кез, Кигбаево, Кизнер, Починки. Живое растение используется для практических работ по теме «Среда обитания растений» как представитель гидрофитов. Аналогично используются *Lemna trisulca* L. (Ижевск, Кез) и *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. (Ижевск, Кигбаево, Кизнер).

Malus baccata (L.) Borkh. Ижевск, Кез. Свежие плоды используются при изучении тем «Строение растительной клетки», «Плоды»; свежие побеги – для тем «Побег. Развитие побега из почки», «Строение стебля», «Внешнее и внутреннее строение листа», «Передвижение веществ у растений»; соцветия – для тем «Строение и разнообразие цветков» и «Соцветия»; растение целиком или гербарные образцы – для темы «Класс Двудольные. Семейство Розоцветные». Аналогично используются *Prunus cerasus* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Пышкет), *Prunus padus* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки, Пышкет), *Sorbus aucuparia* L. (Ижевск, Кез, Починки, Пышкет).

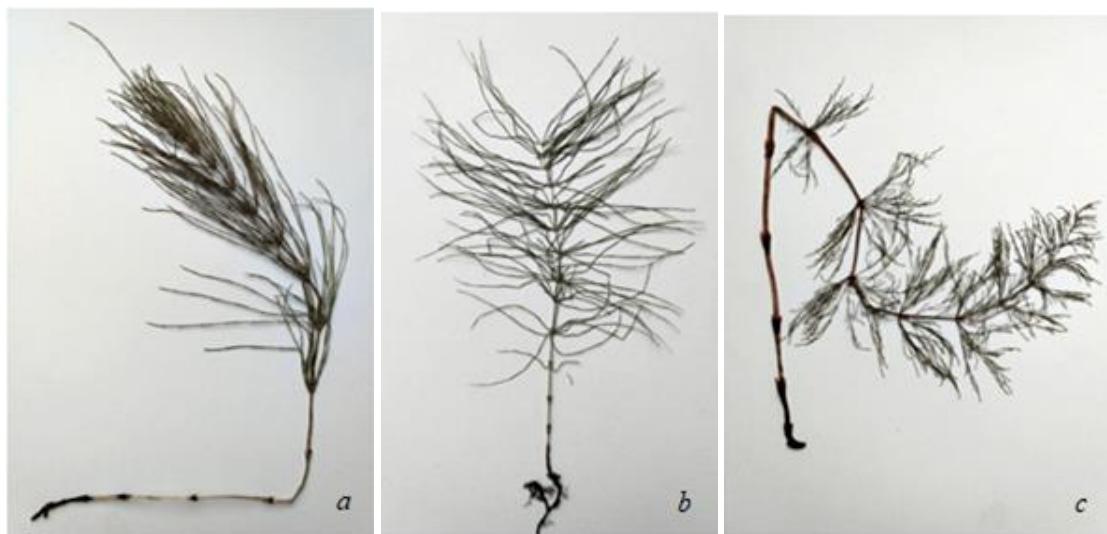


Рис. 7. Гербарный материал для практических работ по теме «Отдел Хвощевидные»
a – *Equisetum arvense*, b – *E. pratense*, c – *E. sylvaticum* (фото Л. В. Сайтаевой).

Plantago major L. Ижевск, Кез, Кигбаево, Кизнер, Починки, Пышкет. Совместно с *Plantago media* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Кизнер, Починки, Пышкет) используется для изучения темы «Систематика растений». Свежие листья используются для изучения темы «Внешнее и внутреннее строение листа», свежие растения с соцветиями – для темы «Размножение растений и его значение» как пример приспособления к опылению ветром.

Rosa acicularis Lindl. Кез. Свежие плоды используются при изучении тем «Строение растительной клетки», «Плоды»; свежие и высушенные цветки – для тем «Строение и разнообразие цветков», «Размножение растений и его значение»; растение целиком или гербарные образцы – для темы «Класс Двудольные. Семейство Розоцветные». Аналогично используется *Rosa majalis* Herrm. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Пышкет).

Salix alba L. Ижевск, Кигбаево. Свежие побеги с почками используются для изучения темы «Побег. Развитие побега из почки». Является примером энтомофильного раннецветущего растения для практических работ по темам «Фенологические наблюдения» и «Размножение растений и его значение». Аналогично используются *Salix caprea* L. (Ижевск, Кез), *Salix cinerea* L. (Ижевск, Кез), *Salix dasyclados* Wimm. (Ижевск, Кез, Кигбаево).

Sedum acre L. Ижевск, Кизнер. Свежие листья используются для изучения темы «Строение растительной клетки», растение целиком – для темы «Среда обитания растений. Экологические факторы» как представитель суккулентов.

Solanum kitagawae Schonb.-Тем. Починки. Свежие цветки используются для изучения темы «Строение растительной клетки», высушенные – для темы «Строение и разнообразие цветков», плоды – для темы «Плоды», растение целиком – для темы «Класс Двудольные. Семейство Пасленовые».

Taraxacum officinale F. H. Wigg. Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки, Пышкет. Корни используются для изучения темы «Виды корней и типы корневых систем», свежие соцветия и плоды – соответственно для тем «Соцветия» и «Плоды». На примере живых растений проводятся фенологические наблюдения. Аналогично используется *Tussilago farfara* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки).

Tilia cordata Mill. Ижевск, Кез, Починки, Пышкет. Является примером энтомофильного растения для практических работ по темам «Фенологические наблюдения» и «Размножение растений». Плоды, цветки и листья могут быть использованы для изучения одноименных тем.

Trifolium hybridum L. Ижевск, Кигбаево. Совместно с другими представителями рода – *Trifolium montanum* L. (Кигбаево, Кизнер), *Trifolium pratense* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Починки, Пышкет), *Trifolium repens* – используется для изучения тем «Систематика

растений», «Класс Двудольные. Семейство Мотыльковые (Бобовые)». Свежие и высушенные листья и соцветия используются при изучении одноименных тем. Аналогично используются представители рода *Vicia* – *Vicia cracca* L. (Ижевск, Кез, Кигбаево, Кизнер, Починки) и *Vicia sepium* L. (Ижевск, Кигбаево, Кизнер).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории перечисленных населенных пунктов Удмуртии имеется достаточно представителей региональной флоры, которые могут быть использованы в качестве дидактических ресурсов для изучения школьного курса ботаники. Почти все практические работы могут быть выполнены с использованием местных дикорастущих растений (исключением являются практические работы по темам «Класс Однодольные. Семейство Лилейные» и «Класс Двудольные. Семейство Пасленовые» – на обследованной территории не обнаружено дикорастущих представителей *Liliaceae*, а из дикорастущих *Solanaceae* отмечен только *S. kitagawae* в деревне Починки). Стоит отметить, что приведенный список из 63 видов не является окончательным, а всего лишь отражает реальный опыт использования компонентов региональной флоры в качестве дидактических ресурсов к конкретным образовательным программам, и в дальнейшем он может быть дополнен.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБОУ ВО УдГУ по плановой теме «Биоразнообразие природных экосистем Заволжско-Уральского региона: история его формирования, современная динамика и пути охраны», регистрационный номер темы: FEWS-2024-0011.

Список литературы

- Баранова О. Г. Пищевые дикорастущие растения Удмуртской республики // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. – 2004. – № 1. – С. 38–39.
- Баранова О. Г. Развитие ботанических исследований в Удмуртском педагогическом институте и Удмуртском государственном университете в XX и начале XXI века // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2011. – Вып. 2. – С. 44–54.
- Баранова О. Г. Разнообразие флористических комплексов на территории Вятско-Камского междуречья // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 1 (7). – С. 1697–1700.
- Баранова О. Г., Пузырев А. Н. Конспект флоры Удмуртской Республики (сосудистые растения): Монография. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. – 212 с.
- Баранова О. Г., Бралгина Е. Н. Инвазионные растения во флоре Удмуртской Республики // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2015. – Т. 25, № 2. – С. 31–36.
- Биология. 6-й класс. Базовый уровень. Учебник / [Ред. В. В. Пасечник]. – М.: Просвещение, 2023. – 160 с.
- Биология. 7-й класс. Базовый уровень. Учебник / [Ред. В. В. Пасечник]. – М.: Просвещение, 2023. – 176 с.
- Капитонова О. А., Мельников Д. Г. Флора Березовского залива Воткинского пруда (Удмуртская Республика) // Вестник Удмуртского университета. Биология. – 2003. – С. 21–32.
- Капитонова О. А. Флора макрофитов Вятско-Камского Предуралья: монография – Ярославль: Филигрань, 2021. – 568 с.
- Киреева Т. Б., Китова Е. А. Экологические и онтогенетические особенности накопления дубильных веществ в траве душицы обыкновенной в условиях Удмуртии // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2006. – № 10. – С. 85–96.
- Медведев С. А., Томашов И. А. Знание и образование как глобальные общественные блага // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. – 2009. – Т. 4, № 2 (24). – С. 121–125.
- Попова Е. В., Сунцова Н. Ю. Средства растительного происхождения в традиционных практиках гигиены бесермян // Ежегодник финно-угорских исследований. – 2018. – № 3. – С. 144–164.
- Пузырев А. Н. Третье дополнение к адвентивной флоре шоссейных дорог Удмуртской Республики // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2020. – Т. 30, № 4. – С. 417–426.
- Туганаев В. В. Бухарина И. Л., Туганаев А. В. Ботанические исследования в Удмуртском государственном университете // Известия Самарского научного центра РАН. – 2007. – № 1. – С. 96–106.

Saitaeva L.V., Naumenko N. I. Components of the Regional Flora of the Udmurt Republic as an Educational Resource for Implementing General Education Programs // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 94–103.

The systematic study of flora in the Udmurt Republic at the end of the 20th – beginning of the 21st century focused not only on comprehensive inventorying of taxonomic diversity and analysis of specific ecological components but also on exploring rational utilization methods. Samples of plants and their communities are used as educational resources in the school biology course for grades six and seven: educational-methodical kits specify particular plant species either as demonstration material (approximately 300 species) or required for practical exercises (about 57 species). Comparison with the list of flora native to Udmurtia revealed that most listed species are part of the vegetation of Udmurtia. However, despite a significant number being indigenous to this region, not all of them can be used as educational resources in a particular locality. Conversely, certain cultivated plants (including indoor and aquarium plants) can be replaced by wild species with similar properties. As a result of studies conducted in 2019–2024 in the territory of some settlements of the Udmurt Republic (Izhevsk, Kizner, Pyshket, Pochinki, Kigbaevo, Kez), 63 higher vascular plant species were identified that meet the criteria defining them as an educational resource. For each species, relevant locations where it could serve as an educational resource were specified along with corresponding topics from the botanics curriculum and specific parts of the plant necessary for study purposes. On the territory of the listed settlements in Udmurtia there are enough representatives of regional flora that can be used as didactic resources for practical work on all topics of the botany course in general secondary education programs.

Key words: regional flora, resource plants, educational resource, Udmurt Republic.

*Поступила в редакцию 03.02.25
Принята к печати 28.08.25*

Оценка числа столкновений птиц с турбинами на территории Ботиевской ветровой электростанции (Запорожская область) с использованием математической модели

Сиохин В. Д.¹, Еремеев В. С.², Окулова Е. А.²

¹ Научно-исследовательский центр «Биоразнообразие-экоресурс и мониторинг» Мелитопольского государственного университета
Мелитополь, Россия

² Мелитопольский государственный университет
Мелитополь, Россия
Siokhinvd@gmail.com, elenaokulova1987@yandex.ru, evs1938@gmail.com

В данной работе представлен количественный анализ риска столкновения мигрирующих птиц с лопастями турбин ветровой электростанции (ВЭС) на территории Ботиевского ветропарка. Учитывая, что данная территория является важным перекрестком для многочисленных популяций перелетных птиц, задача оценки потенциального воздействия ВЭС на орнитофауну представляет особую актуальность. Анализ основывается на данных, полученных в результате мониторинга функционирования Ботиевской ВЭС в период с 2013 по 2021 год. В процессе исследования были использованы известные математические модели, адаптированные для условий эксплуатации ВЭС и учитывающие особенности миграционных путей птиц, характеристики турбин и метеорологические факторы. Результаты проведенного мониторинга позволили выявить зоны риска столкновений птиц с вращающимися лопастями, расположенные на высоте от 50 до 150 метров. За указанный период времени в этих зонах было зафиксировано 543 особи различных видов птиц, в основном грачей, обыкновенных чаек, чаек хохотуний, обыкновенных канюков. Учтено несколько видов редких птиц с единичной численностью (гусь серый, кобчик, кроншнеп большой). Важно отметить, что это число составляет менее 1 % от общей численности зарегистрированных видов птиц. Анализ показал, что пролеты птиц через зону риска наблюдались только в весенний и осенний миграционные периоды и были отмечены лишь в четырех из девяти лет эксплуатации ВЭС (2014, 2017, 2019 и 2020 гг.). В рамках исследования была проведена оценка средней вероятности столкновения одной птицы с турбиной в случае ее пролета через зону вращения лопастей, которая составила около $0,16 \pm 0,02$. На основе полученных данных было рассчитано максимально возможное число столкновений за весь период эксплуатации станции, которое приблизительно равняется 4,1 случая. При этом 1,9 столкновений приходятся на весенний миграционный период, а 2,2 – на осенний. Среднегодовое число столкновений оценивается в 0,46, что находится в хорошем соответствии с данными, опубликованными в научной литературе для ВЭС аналогичной мощности. Данное исследование проводилось в весенний и осенний периоды с участием 65 турбин. В целом, представленные результаты свидетельствуют о незначительном воздействии турбин Ботиевского ветропарка на орнитокомплексы, исследуемой территории и в прилегающих буферных зонах. Полученные данные могут быть использованы для оценки экологического риска других ветроэнергетических проектов и разработки стратегий по снижению негативного влияния ВЭС на мигрирующих птиц.

Ключевые слова: ветровые электростанции, орнитокомплексы, птицы, столкновения птиц с турбинами.

ВВЕДЕНИЕ

Ботиевская ветровая электростанция (ВЭС) расположена в Запорожской области на побережье Азовского моря, которое характеризуется местом пролетных путей многочисленных популяций мигрирующих птиц в масштабах Евразии (Gorlov, 2016; Черничко, 2016), поэтому изучение возможности их взаимодействия с турбинами имеет большой интерес. Для решения подобных задач во многих публикациях (Band, 2012; Jervis, 2017; Morinha, 2017; Osadchy, 2019) применялась математическая модель, основанная на использовании формулы:

$$n_{\text{столкн.}} = n_{\text{прол.}} fp \quad (1)$$

где: $n_{\text{прол}}$ – число птиц, пролетающих через ветровое колесо;
 p – вероятность столкновения одной птицы с лопастями;
 f – коэффициент уклонения птицы при подлёте к ветровому колесу.

Формула (1) позволяет с удовлетворительной точностью оценивать возможность взаимодействия птиц с турбинами.

Цель настоящего исследования – оценить число столкновений птиц с ветровыми колёсами Ботиевской ВЭС (Запорожская область) с использованием математической модели.

Задачи исследования:

- адаптировать математическую модель столкновения (Osadchy, 2019) к условиям эксплуатации Ботиевской ВЭС;
- определить численность птиц и время их пребывания в опасной зоне столкновения с турбинами на основании результатов мониторинга территории Ботиевского ветропарка;
- оценить количество столкновений птиц с турбинами ВЭС в период её эксплуатации в 2013–2021 годы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Ежегодные исследования весенних и осенних миграций птиц проводились с использованием методик зарубежных ученых (Scottish Natural Heritage, 2017), некоторые из которых были адаптированы к авторскому программному обеспечению (Siokhin et al., 2021). Учет птиц осуществлялся на трансектах по заранее утвержденным маршрутам с учетной полосой в 150 м с обеих сторон. Площадь трансекта составляла около 40 % территории площадки ВЭС. Кроме этого исследования осуществлялись на 5 стационарных пунктах наблюдений с видимостью в радиусе поля до 1,5 км, которые относительно равномерно располагались на территории ветропарка с учетом особенностей ландшафтных характеристик. Наблюдения на пунктах наблюдений проводились по два часа в утренние и вечерние часы. Весенний период включал 4 дня наблюдений, а осенний – 6 дней. Результаты наблюдений были оформлены в автоматизированную авторскую базу данных.

Для расчёта вероятности столкновения одной птицы с одной лопастью использована формула (Band, 2012):

$$P = \frac{\iint p_j(r, \varphi) r dr d\varphi}{\pi R_v^2}, \quad (2)$$

где: $p_j(r, \varphi)$ – плотность вероятности столкновения птицы с лопастью турбины;
 R_v – радиус ветрового колеса.

Интегрирование в формуле (1) производится по всей поверхности ветроколеса. Накопленные к настоящему времени данные позволяют сделать вывод, что основная погрешность выражений (1), (2) связана с возможностью уклонения птиц от встречи с турбиной. Коэффициент уклонения f для различных ситуаций изменяется в широких пределах от 0,005 до 0,05 (May, 2010; Furness, 2015). В настоящей работе расчёты проводились для наиболее неблагоприятных условий с максимально возможным значением коэффициента, равным:

$$f = 0,05 \quad (3)$$

В работе (Osadchy, 2019) при вычислении вероятности столкновения вместо точного интеграла (2) предложено простое алгебраическое выражение:

$$p = \left(\frac{R_0}{R} \right)^2 + n_0(R - R_0) \frac{2l/\pi + d \cos \gamma + (R - R_0)(d \sin \gamma + L)\omega/2v}{\pi R^2}, \quad (4)$$

где: L – длина птицы;
 v – скорость полёта птицы;
 l – размах крыльев птицы;
 n_0 – количество лопастей;
 R_0 – радиус втулки, на которой крепятся лопасти;
 R – длина лопасти ветрогенератора;
 d – среднее значение ширины лопасти;
 γ – угол установки лопасти (угол между хордой сечения лопасти и плоскостью ветроколеса);
 ω – угловая скорость вращения лопастей.

Формулы 1–4 являются общей математической моделью, позволяющей оценить количество столкновений птиц с турбинами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Интенсивность полёта птиц в зоне риска их столкновений с турбинами Ботиевской ВЭС. Для оценивания риска взаимодействия птиц с турбинами будем использовать следующие полезные понятия, предложенные специалистами научно-исследовательского центра Scottish Natural Heritage (Scottish Natural Heritage, 2017): зона риска ЗР, характеризующая размер пространства между нижней и верхней кромок ветрового колеса, опасная зона ОЗ, относящаяся к объёму, занимаемому всеми ветровыми колёсами и интенсивность полёта I в зоне риска. Обозначим расстояния верхней и нижней кромок ветрового колеса от земли H_{max} и H_{min} . Объём зоны риска столкновений V_{risk} определяется произведением площади территории ВЭС, равной S , на разность высот $\delta H = H_{max} - H_{min}$, то есть $V_{risk} = S\delta H$. Размер опасной зоны совпадает с объёмом пространства V_{OZ} , занимаемого всеми M ветровыми колёсами ветропарка. Он равен $V_{OZ} = M\pi R^2 dsin(\gamma)$, где R – радиус лопасти, d – её ширина, γ – угол наклона лопасти к плоскости ветрового колеса.

Под интенсивностью полётов I понимается сумма произведений количества i -х групп птиц n_i , зафиксированных в ЗР на участке наблюдения с площадью S за время учёта T , на время их пребывания t_i в этой зоне. Следовательно, интенсивность полёта равна:

$$I = \sum n_i t_i \quad (5)$$

Среднее количество птиц n , которое характеризует усреднённое их количество, постоянно присутствующих на участке наблюдений равно $n = I/T$. Мониторинговая часть площадок учёта орнитокомплексов охватывала примерно 70 % общей территории Ботиевской ВЭС и прилегающих буферных зон. Оценивая соотношение между размерами площадей самого ветрового парка и буферных зон в конкретном случае, можно считать, что размеры участков наблюдений s и территории самого ветрового парка в первом приближении соизмеримы и равны $S \approx 15 \text{ км}^2$. Поэтому в дальнейшем среднее количество птиц n , которое находится на территории ВЭС, будем принимать равным $n = I/T$, что с учётом формулы (5) даёт

$$n = \sum n_i t_i / T \quad (6)$$

Линейный размер площади, занимаемой ветропарком, оценивается величиной \sqrt{S} , а среднее расстояние, которое пролетает птица через его территорию, значением $(\sqrt{S})/2$. Время пролёта птиц t_i через ЗР со скоростью v равно $(\sqrt{S})/2v$. Следовательно, количество птиц в ЗР ветропарка n_{3P} равно $n(\sqrt{S})/2v$ и согласно формуле (6) определяется выражением

$$n_{3P} = \sum n_i \sqrt{S/(2vT)} \quad (7)$$

Результаты мониторинга ВЭС и буферных зон показали, что 99,16 % от общего количества птиц приходилось на высотах вне ЗР столкновения с турбинами. В ЗР на высотах от 50 до 150 м зафиксировано 543 птицы. Все они пролетали в весенний и осенний миграционный периоды только в 2014, 2017, 2019 и 2020 годы.

Информация о численности птиц (N) в зоне риска в различные сезоны, длительность учётных мероприятий (T) и длительность миграционного периода (τ) приведены в таблице 1. Поскольку размеры участков наблюдения и площадь ВЭС примерно одинаковы, то данные таблицы 1 в равной степени относятся как к участкам наблюдения, так и к территории ВЭС с площадью $S=15 \text{ км}^2$.

Таблица 1

Численность птиц, зарегистрированных в зоне риска столкновения с лопастями ВЭС за время наблюдений

Сезон	Годы											
	2014			2017			2019			2020		
	N	T	τ									
Весна	135	9	45	72	4	45	45	4	46	33	4	45
Осень	258	7	7	-				-			-	

Примечание к таблице. N – численность птиц; T – дни; τ – длительность миграционного периода (дни).

Численность птиц, учтённых осенью в 2014 году в ЗР, составила 258 особей. Больше всего в этот период пролетело грачей (*Corvus frugilegus*) – 80 птиц. В весенний период наибольшие показатели относятся к следующим видам: озерная чайка (*Larus ridibundus*) – 45 особей в 2017 году, хохотунья (*Larus cachinnans*) – 14 особей в 2020 году и канюк (*Buteo buteo*) – 11 особей в 2020 году. В небольших количествах отмечены грач, пустельга обыкновенная (*Falco tinnunculus*), ворон (*Corvus corax*) и некоторые другие виды. Всего в весенние периоды 2013–2020 годов учтено 285 птиц (0,94 % от общего количества).

Адаптирование математической модели повреждаемости птиц к условиям эксплуатации Ботиевского ветропарка. Среднее количество птиц ($n_{myr\bar{o}}$) в опасной зоне (ОЗ), определяемой объёмом пространства, которое занято ветровыми колёсами, определяется численности птиц (n_{3P}) в ЗР в соответствие с формулой (7), умноженной на коэффициент $V_{myr\bar{o}}/V_{Pusk}$:

$$n_{myr\bar{o}} = \sum n_i V_{O3} \sqrt{S/(2vT_{y\bar{c}et} V_{Pusk})} \quad (8)$$

Обозначим через t среднее время пролёта одной птицы через ЗР, занимаемое одним ветровым колесом. За время эксплуатации ВЭС в течение $T_{\text{экспл}}$ через ОЗ пролетит $n_{\text{прол}} = n_{myr\bar{o}} T_{\text{экспл}}/t$ птиц. Все они, зафиксированные в ЗР, наблюдались в весенний и осенний миграционные периоды, поэтому в этой и последующей формулах величина $T_{\text{экспл}}$ принимается равной значению $T_{\text{мигр}}$, приведённой в таблице 1, что с учётом (8) позволяет записать:

$$n_{\text{прол}} = \sum n_i V_{O3} T_{\text{мигр}} \sqrt{S/(2vT_{y\bar{c}et} V_{Pusk} t)} \quad (9)$$

Рассмотрим случай подлёта птицы к турбине параллельно её оси. Время пролёта такой птицы с длиной L через одно ветровое колесо равно $t = (dsin(\gamma) + L)/v$. Подставляя значение t , объём ОЗ, равный $V_{O3} = M\pi R^2 dsin(\gamma)$, и объём ЗР, равный $V_{Pusk} = S\delta H$, в формулу (9), получим формулу для вычисления количества птиц, пролетающих через ветровые колёса ВЭС за время её эксплуатации:

$$n_{\text{пред.}} = \sum n_i M \pi R^2 T_{\text{мизр}} / [2 T_{\text{учём}} \delta H \sqrt{S} (1 + L/d \sin(\gamma))] \quad (10)$$

Длина птиц, зафиксированных на территории Ботиевской ВЭС, составляет около 0,3–0,5 м, средняя ширина лопасти ветрового колеса примерно равна 4 м, угол $\gamma=30^\circ$. Следовательно, величина $L/d \sin(\gamma)$ в формуле (10) оценивается величиной около 0,2. Принимая во внимание, что ошибка получаемых расчётов, связанная с выбором коэффициента уклона (3) и точностью определения коэффициента интенсивности полёта I намного больше указанного значения 0,2, множитель $(1+L/d \sin(\gamma))$ в формуле (10) можно приравнять единице и выражение (10) записать в виде:

$$n_{\text{пред.}} = \sum n_i M \pi R^2 T_{\text{мизр}} / (2 T_{\text{учём}} \delta H \sqrt{S}) \quad (11)$$

Особенность выражения (11) состоит в том, что оно не содержит каких-либо характеристик птиц.

Формулы (1), (3), (4) и (11) позволяют вычислить вероятность столкновения одной птицы и общее количество столкновений птиц рассматриваемого вида с турбинами в течение заданного промежутка времени эксплуатации ВЭС.

Определение числа столкновений птиц с турбинами. На первом этапе оценим вероятность столкновения птицы с лопастями ветрового колеса с использованием формулы (4), которая содержит три характеристики птицы (l , L , v) и семь параметров турбины (M , n_0 , R_0 , R , d , γ , ω). При проведении расчётов значения параметров для ветровых установок принималась равными:

$M=65$ – число турбин на ВЭС;

$n_0=3$ – число лопастей в ветровом колесе;

$R_0 = 3$ м – радиус втулки, на которой крепятся лопасти;

$R = 67$ м – длина лопасти ветрогенератора;

$d = 4$ м – среднее значение ширины лопасти;

$\gamma = 30^\circ$ – угол установки лопасти;

$\omega=0,233$ оборота в секунду – максимальная угловая скорость ветроколеса.

Вероятности столкновения птиц с турбинами, вычисленные по формуле (4) и необходимые для расчётов параметры птиц (длина, размах крыльев её скорость), представлены в таблице 2.

Результаты мониторинга орнитокомплексов на территории Ботиевского ветрового парка и двух ветровых примыкающих к нему ветровых станций «Приморск-1» и «Приморск-2» показали, что в ЗР могут находиться представители небольшого числа видов. Характеристики некоторых из них и вероятности столкновения птиц с турбинами p , вычисленные по формуле (4), представлены в таблице 2. Рассчитанные значения вероятности получены для одной

Таблица 2
Основные параметры птиц и рассчитанные вероятности их столкновения с турбинами

Вид птицы	L , м	l , м	v , м/сек	p
Ворон	0,62	1,45	12,50	0,18
Грач	0,45	0,90	13,00	0,18
Озерная чайка	0,35	1,00	13,00	0,17
Хохотунья	0,60	1,40	13,00	0,19
Канюк	0,55	1,2	11,50	0,13
Болотный дунь	0,55	1,25	18,10	0,15
Обыкновенная пустельга	0,35	0,70	18,00	0,14
Щурка золотистая	0,30	0,45	18,00	0,14

Примечание к таблице. L – длина, l – размах крыльев, v – скорость, p – вероятности столкновения птиц с турбинами.

птицы, которая, подлетая к турбине перпендикулярно к плоскости, где находится ветровое колесо, не изменяет траектории полёта.

Среднее значение вероятности столкновения, вычисленное по данным таблицы 3, составляет около 0,16, среднеквадратическое отклонение равно 0,02. Несмотря на различие характеристик птиц по своим размерам и скорости полётов вероятности их столкновения с лопастями турбин изменяются в относительно небольшом диапазоне, поэтому в дальнейшем в расчётах значение p принималось равным 0,16. Вычисление количества столкновений в различные сезоны проводились по формуле (1). Коэффициент уклонений полагался равным максимальному значению 0,05. Число пролетающих птиц через ветровые колёса определялось по формуле (11). Численные значения параметров приведены ранее. В частности, принималось, что площадь ветрового парка равнялась $S=15 \text{ км}^2$, высотный размер зоны риска $\delta H=134 \text{ м}$.

Вычисленное количество возможных столкновений приходится на осенний миграционный период в 2014 году ($n_{\text{столкн.}}=2,2$). Число столкновений в весенний сезон было заметно меньше и составило 0,51 в 2014 году, 0,70 в 2017 году, 0,4 в 2019 году и 0,9 в 2020 году. Общее количество за весь весенний сезон оценивается в 1,9, а за анализируемый четырёхлетний период эксплуатации с учётом осенней миграции ветрового парка величиной 4,1. Следовательно, среднее ожидаемое значение числа столкновений, приходящееся на один год в период девятилетней эксплуатации Ботиевской ВЭС, примерно равно 0,46.

Результаты расчётов взаимодействия птиц с турбинами зависят от точности определения трёх основных параметров в используемой математической модели (1): количества птиц $n_{\text{прол.}}$, пролетающих в ОЗ, коэффициента уклонения f и вероятности столкновения p одной птицы с лопастями ветрового колеса.

Неточность величины $n_{\text{прол.}}$ зависит, главным образом, от неточности задания интенсивности полётов птиц (5), то есть, в конечном счёте, от определения численности учтённых птиц в ЗР. Более сложная ситуация связана с выбором коэффициента уклонения, который находится в пределах от 0,005 до 0,05. В данной работе его величина принята равной 0,05. Подобный выбор коэффициента позволяет утверждать, что рассчитанные значения столкновений характеризуют верхнюю максимальную границу для действительной величины ($n_{\text{столкн.}}$).

Наибольшая достоверность относится к оценке вероятности столкновения p , что связано со спецификой условия эксплуатации Ботиевской ВЭС. Её турбины расположены на высоте более 50 метров. Полеты на больших высотах характерны для крупных видов. Из таблицы 2 видно, что величина p для тех видов, которые зафиксированы в ЗР, находится в узком диапазоне $1,6 \pm 0,2$.

Представляется интересным сравнить расчётные данные с прогностическими оценками взаимодействия птиц с турбинами на территории ВЭС «Приморск-1» в Приазовском регионе, где для представителей таких видов как канюк, болотный лунь, озерная чайка, золотистая щурка получены несколько большие значения, лежащие в интервале от 0,7 до 3,4 в расчёте на один год эксплуатации ветрового парка работе (Osadchy, 2019).

Проведение орнитологической экспертизы во многих странах является обязательным условием для принятия решения о строительстве ВЭС. Тем не менее, иногда решение принимается при отсутствии информации по многим вопросам, что исключает возможность использования математической модели. В этом случае ориентируются на статистический материал, накопленный в ряде стран по определению повреждаемости птиц. В работе (Chylarecki, 2011) содержатся данные о смертности птиц на 109 ветряных электростанциях в Европе и Северной Америке. Авторы этого исследования пришли к выводу, что среднее количество погибших птиц составляет около 0,5–1,0 на одну ВЭС в течение одного года эксплуатации, что примерно соответствует результатам нашего анализа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа посвящена количественному анализу риска столкновения птиц с ветровыми турбинами на территории Ботиевского ветропарка (ВЭС) в период с 2013 по 2021 год. Исследование направлено на оценку экологического воздействия ВЭС на орнитофауну, учитывая тот факт, что Ботиевский ветропарк расположен в регионе, который является важным пролетным путем для многочисленных видов перелетных птиц. В процессе анализа была применена математическая модель, адаптированная к специфическим условиям функционирования ВЭС, включая характеристики турбин, метеорологические факторы и данные мониторинга миграции птиц.

Результаты, полученные в ходе исследования, показывают, что максимально возможное количество столкновений птиц с лопастями турбин за весь период эксплуатации ВЭС не превышает примерно четырех особей. Анализ видового состава птиц, подверженных риску столкновения, выявил преобладание таких видов, как грачи, обыкновенные чайки, хохотуны, обыкновенные канюки, а также более редких видов птиц. Важно отметить, что все зафиксированные случаи предполагаемых столкновений приходятся исключительно на весенний и осенний периоды миграции птиц.

На основе полученных количественных данных сделан вывод о незначительном влиянии работы ветряных турбин на орнитокомплексы, обитающие на территории Ботиевского ветропарка и в прилегающих к нему буферных зонах. Полученные результаты могут быть использованы для оценки экологического риска других ветроэнергетических проектов и разработки мер по минимизации негативного воздействия ВЭС на мигрирующую орнитофауну. Дальнейшие исследования могут быть направлены на уточнение математической модели, расширение масштабов мониторинга и учёт дополнительных факторов, влияющих на вероятность столкновений.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации № FRRS-2023-035 «Оценка состояния сезонных орнитологических комплексов и трансконтинентальных миграций на мониторинговых полигонах Азово-Черноморского региона и Сиваша, разработка программного обеспечения для моделирования и управления природными комплексами».

Список литературы

- Черничко И. И. Значение Азово-Черноморского побережья Украины в поддержании структуры внутриматериковых пролетных путей куликов в Восточной Европе // Вестник зоологии. Монографическая серия. – 2016 – Вып. 33 (2) – С. 120.
- Band B. Using a Collision Risk Model to Assess Bird Collision Risks for Offshore Wind Farms: Report by British Trust for Ornithology (BTO): Report for The Crown Estate. – 2012. – P. 62.
- Chylarecki, P., Kajzer K., Polakowski M., Wysocki D., Tryjanowski P., Wuczyński A. Wytyczne dotyczące ocen oddziaływańia elektrowni wiatrowych na ptaki. – Warszawa: Generalna Dyrekcyja Ochrony Środowiska, 2011. – 129 p.
- Furness R. W. A review of red-throated diver and great skua avoidance rates at onshore wind farms in Scotland // Scottish Natural Heritage Commissioned Report, 2015. – N 885. – P. 25.
- Gorlov P. I., Siokhin V. D., Matsyura F. V. Assessment of potential threats of wind farms for migratory birds in the South of Ukraine. – Biological Bulletin of Bogdan Chmelnitskiy Melitopol State Pedagogical University. – 2016. – Т. 6, N 3. – P. 175–186.
- Jervis L., McGovern S., Sweeney S., Buisson R. Offshore Ornithology – Collision Risk Modelling Report, 4, Annex 4-2. – London: Vattenfall Wind Power Ltd, 2017. – P. 24.
- May R. P. L. Hoel P., Langston R., Dahl E., Bevanger K., Reitan O. Collision risk in white-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind-power plant // NINA Report. – 2010. – N 639. – P. 29.
- Morinha F., Travassos P., Seixas F., Martins A., Bastos R., Carvalho D. Differential mortality of birds killed at wind farms in Northern Portugal // Bird Study. – 2014. – Т. 61, N 2. – P. 255–259.
- Osadchy V., Siokhin V., Gorlov P., Yeremieiev V., Gorlov P., Osadcha K. Development of the information system for forecasting collision between birds and wind arms // Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology. – 2019. – Т. 7, N 4. – P. 10–23.
- Recommended bird survey methods to inform impact assessment of onshore wind farms. – Scottish Natural Heritage, 2017. – P. 37.

Scottish Natural Heritage / Recommended bird survey methods to inform impact assessment of onshore wind farms March. 2017. Retrieved from. <https://www.readkong.com/page/recommended-bird-survey-methods-to-inform-impact-assessment-6011344> (просмотрено 19.06.2024)

Siokhin V. D., Osadchy V., Gorlov P., Yeremeev V. S. Identification of “Primorsk-1” wind power plant impact on the ecological situation connected with the behavior of ornithofauna on the Azov Sea coast // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – P. 121.

Siokhin V. D., Yeremeev V. S., Okulova E. A. Quantitative Assessment of Bird-Turbine Collisions at the Botiyevo Wind Farm Using a Mathematical Model (Zaporizhzhya Region) // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 104–111.

This paper presents a quantitative analysis of collision risk for migratory birds with wind turbine blades at wind farm (WF) on the territory of the Botiyevo and adjacent areas. Considering that this territory is an important crossroads for numerous populations of migratory birds, the task of assessing the potential impact of the WF on the avifauna is of particular relevance. The analysis is based on data obtained from monitoring the operation of the Botiyevo Wind Farm from 2013 to 2021. The study used well-known mathematical models adapted to the operating conditions of the WF and taking into account the features of bird migration routes, turbine characteristics and meteorological factors. The monitoring results facilitated the identification of risk zones for avian collisions with rotating blades, ranging in altitude from 50 to 150 meters. During the specified period, a total of 543 individual birds representing various species were recorded within these zones. The majority comprised rooks, common gulls, laughing gulls, and common buzzards, along with several rarer species. Several rare species were also observed individually, including grey geese, hobbies, and great curlews. It is important to note that this number represents less than 1% of the total recorded bird species in the area. The analysis revealed that bird flights through the risk zone occurred only during the spring and autumn migration periods and were registered in only four out of nine years of wind farm operation (2014, 2017, 2019 and 2020). The average probability of one bird colliding with a turbine upon passing through the blade rotation zone was estimated at approximately 0.16 ± 0.02 . Based on the data obtained, the maximum possible number of collisions for the entire period of operation of the WF was calculated, which was approximately equal to 4.1 cases. At the same time, 1.9 collisions occur during the spring migration period, and 2.2 during the autumn migration period. The annual average number of collisions is estimated at 0.46, which aligns well with literature values reported for wind farms of similar capacity. This research involved monitoring conducted during both spring and autumn periods across 65 turbines. In general, the presented results indicate an insignificant impact of the Botiyevo wind farm turbines on ornithocomplexes inhabiting the study area and adjacent buffer zones. The obtained data can be used to assess the environmental risk of other wind energy projects and to develop strategies to reduce the negative impact of wind farms on migrating birds.

Key words: wind farms, ornithological complexes, birds, bird-turbine collisions.

*Поступила в редакцию 25.05.25
Принята к печати 01.09.25*

Комплексный биоэкологический мониторинг состояния Центрального парка города Воронеж

Астанин С. С., Свистова И. Д.

Воронежский государственный педагогический университет
Воронеж, Россия
microbyrafl@gmail.com, i.svistova55@mail.ru

Проведен комплексный биоэкологический мониторинг системы почва – микробное сообщество – растения, дана оценка рекреационной нагрузке, уровню загрязнения и экологической устойчивости компонентов Центрального парка города Воронежа. Почва парка относится к слабо загрязненной, но повышенной рекреационной нагрузке в регулярной части парка привела к возрастанию содержания нефтепродуктов, выраженному подщелачиванию и снижению содержания органических углеродных соединений. В то же время степень вытаптывания травяного покрова и повреждения древесного компонента выше в лесной части парка. Микробиондикация почвы выявила негативные тенденции: по мере возрастания рекреационной нагрузки наблюдается снижение численности и видового разнообразия микромицетов, перераспределение доминантов, уменьшение редких видов грибов, накопление токсигенных видов. Биотестирование почвы показало заметный рост антибиотической активности почвы (тест-объект *Azotobacter chroococcum*) и фитотоксической активности почвы (тест-объект семена редкого масличной). Вклад биотического фактора (накопления миктотоксинов) продемонстрирован методом инициированного микробного сообщества на почвенных пластинах. Информативными параметрами для микробиомониторинга почвы могут служить выявленные нами индикаторные на рекреационную нагрузку виды микромицетов, диаметр колоний азотобактера и ингибиование роста корня проростка тест-растения.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка, загрязнение и физико-химические свойства почвы, фитоиндикация, микробиондикация, биологические свойства почвы, биотестирование почвы.

ВВЕДЕНИЕ

Воронеж – крупный промышленный центр, столица Центрально-Черноземного региона обладает богатым разнообразием озелененных территорий. На 1 января 2024 года численность населения Воронежа составила 1 046 425 человек, что обуславливает высокую транспортную и рекреационную нагрузку на городские рекреационные зоны. Урбанизированное воздействие оказывает значительное влияние на экологическую обстановку и здоровье городского населения и требует комплексного подхода к благоустройству рекреационных зон для обеспечения полноценного отдыха, улучшения качества жизни и экологической устойчивости городской среды.

Центральный парк (координаты 51,4153° N, 39,1307° E) является наиболее крупным и посещаемым объектом озеленения в Воронеже. Парк расположен в северной части города, занимает сложную балочную территорию, окруженную селитебной зоной и городской застройкой. Общая площадь парка составляет 100,27 га, из которых 0,54 га входят в кластер охранной зоны по всему периметру. Почвенный покров парка достаточно разнообразен и представлен в северо-западной части парка поверхностно-преобразованными черноземами выщелоченными, в остальных частях – серые лесные почвы (Кругляк, 2012). Данный парк имеет две функциональных части – лесопарковую (лесную, неблагоустроенную) и регулярную (окультуренную, благоустроенную).

Высокая рекреационная нагрузка на Центральный парк обусловлена проведением массовых торжественных мероприятий, таких как День Победы, Платоновский фестиваль, День города, фестиваль «Город-сад» и другие. В соответствии с приказом № 3 Министерства природных ресурсов и экологии Воронежской области от 10.01.2025 года, парк имеет

природоохранный статус регионального (областного) значения и является памятником природы.

Однако, несмотря на его рекреационную и природную значимость, научные исследования, посвященные экологическому мониторингу данного парка, представлены в ограниченном объеме. В основном, исследования носили ботаническую направленность изучения типичной флоры в условиях рекреационной дигрессии (Щепилова, 2011; Григорьевская и др., 2012; Терехова, Зотова, 2015; Попова, 2021) или зоологическую направленность (Бережнова, Цуриков, 2012). Масштабные обследования древесного компонента проводились давно (Фирсова и др., 2007; Разинкова и др., 2013; Успенский, 2013). Есть единичные данные по оценке состояния воздуха методом лихеноиндикации (Моисеева, Телегина, 2019).

Геоэкологические исследования направлены на изучения функционального зонирования и рекреационного потенциала данной территории (Кругляк, 1998; Кругляк, 2012; Давыдова, Серикова, 2018; Каверина, Трофименко, 2021; Кулаков, Крюкова, 2023; Карташова, 2024). Комплексные исследования состояния почв носили единичный характер (Черепухина и др., 2024) и не предполагали оценку показателей биологической активности почвы.

Согласно основным положениям экологии почв, именно эта природная среда выполняет роль «памяти» экосистемы, так как накапливает поллютанты (тяжелые металлы, нефтепродукты, бенз(а)пирен и др.) и биологически-активные вещества растений и микроорганизмов (антибиотики, мико- и фитотоксины). Оценить реакцию живых организмов на городскую нагрузку, выявить синергическое действие нескольких поллютантов помогают методы микробиондикации и биотестирования почвы (Звягинцев и др., 2005).

Важно проводить регулярные биомониторинговые исследования в данном парке с целью своевременного выявления и прогнозирования негативных тенденций и отклонений в устойчивости всех компонентов экосистемы: почвы, травянистый, древесный ярусы. Кроме того, в почвах, испытывающих регулярные антропогенные воздействия, появляются отклонения в устойчивости микробного сообщества (МСО), которые способны дать интегральную оценку состояния почвенного покрова и экосистемы в целом. Антропогенный прессинг приводит к накоплению оппортунистических (потенциально патогенных, опасных) видов микроскопических грибов (микромицетов), выигрывавшие конкурентную борьбу с другими участниками МСО. Данные микромицеты в городской среде повышают риск заболеваний жителей вторичными микозами или аллергическими реакциями (Аак, 2005). Поэтому, изучение биоразнообразия и структурного комплекса почвенных грибов – важный и валидный показатель биондикации состояния городской почвы, особенно в крупных рекреациях.

Цель работы – провести комплексные биондикационные исследования, оценить современное состояние и выявить опасные отклонения в устойчивости разных компонентов биоты (травянистого и древесного покрова, почвенного микробного сообщества) Центрального парка города Воронеж.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Комплексный анализ компонентов экосистемы Центрального парка Воронежа (координаты 51,4153° N, 39,1307° E) (рис. 1) проводили во второй декаде июля 2023 и 2024 года. Гидротермические условия соответствовали климатической норме.

Оценку рекреационной и транспортной нагрузки, степени вытаптывания территории, проективного общего травянистого покрытия по шкале Браун-Бланке, фаунности древостоя, Is-индекса состояния древесных насаждений проводили по ранее проведенным опубликованным методикам (Астанин, 2025).

Для химического анализа и микробиондикации почвы в июне 2023 и 2024 годов были отобраны пробы из слоя 0–20 см (ГОСТ 17.4.4.02-2017) в проекции кроны основных древесных ценозообразователей – *Acer platanoides* L., *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill.

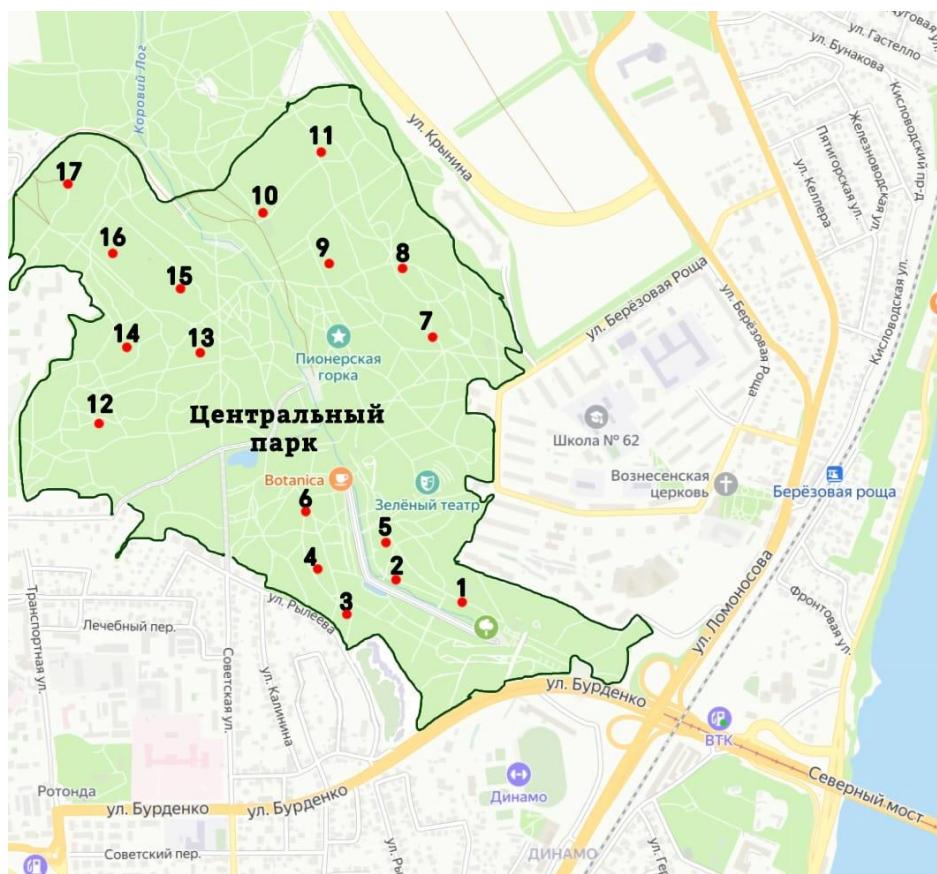


Рис. 1. Территориальные границы Центрального парка Воронежа
Точки отбора почвенных образцов: 1–7 – окультуренная часть; 8–17 – лесопарковая часть.

Актуальную и обменную кислотность почвы определяли потенциометрическим методом. Гидролитическую кислотность (смоль/кг) определяли по методу Каппена в модификации ЦИНАО. Определение содержания органического углерода ($C_{опр.}$) почвы проводили по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (с фотометрическим окончанием) и выражали в процентах.

В почвенных образцах определяли содержание бенз(а)пирена методом высокоеффективной жидкостной хроматографии («Флюорат-02-2М»), нефтепродукты методом хлороформгексановой экстракции, содержание четырех тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn, Ni) (валовые и подвижные формы) на атомно-абсорбционном спектрометре «СПЕКТР-5-4» согласно нормативным документам (М-МВИ-80-2008, Санкт-Петербург, 2008).

Микробиондикацию состояния почвы проводили по комплексу микромицетов, Микромицеты выделяли на среде Чапека, видовой состав почвенной микробиоты определяли по культурально-морфологическим признакам (Билай, 1982). Названия таксонов были унифицированы с привлечением базы данных Index Fungorum (Индекс названия грибов..., 2023). Анализ структуры комплекса микромицетов проводили по показателям частоты встречаемости и плотности видов (Мирчинк, 1988). Типичными считали виды грибов с частотами встречаемости более 30 %, остальные виды – случайные. К рангу доминантов I порядка относили виды с плотностью более 20 %; доминантов II порядка – более 10 %, остальные виды – редкие. Для выявления токсигенных грибов использовали известные списки видов и результаты собственных исследований (Свистова и др., 2004). Видовое разнообразие микромицетов оценивали по индексу Шеннона.

Биотестирование почвы проводили с использованием тест-объектов: бактерий *Azotobacter chroococcum* и семян редьки масличной. Содержание азотобактера оценивали

методом обрастаия почвенных комочеков на безазотистой среде Эшби (Теппер и др., 2010), результаты подсчитывали на 10 сутки роста. Рассчитали индекс токсичности почвы по Р. Р. Кабирову (1997) по двум параметрам: распространению (% обрастаия) и развитию (диаметр колонии) азотобактера.

Фитотоксическую активность почвы определяли с использованием тест-объекта семян редьки масличной по ингибиоранию роста корня проростка (в %) контактный методом на почвенных пластинках. Использовали два варианта метода: нативную почву (Теппер и др., 2010) для оценки абиотических и биотических факторов фитотоксикоза, и метод инициированного микробного сообщества (ИМС) путем напыления амилодекстрина (растворимого крахмала) на поверхность почвенной пластиинки, инициируя микробную сукцессию и усиливая вклад микробного фитотоксикоза (Методы..., 1980).

В качестве регионального фона использовали серые лесные супесчаные почвы под осоково-снытьевой дубравой Воронежского государственного природного биосферного заповедника имени В. М. Пескова (487 квадрат), расположенного на расстоянии 47 км от границы Воронежа.

Все микробиологические анализы проведены в 3-х биологических повторах. Статистическую обработку результатов проводили при помощи программы Statistica 12 (StatSoftInc, США). Достоверность различия с фоном проверяли при помощи критерия Манна-Уитни (при уровне значимости 0,05), корреляционный анализ проводили по коэффициенту Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рекреационная нагрузка в лесной части парка была заметно ниже, чем в окультуренной части, заметно возрастаая в выходные дни (табл. 1). Пики посещения наблюдали с 13 до 14 часов по выходным, и с 9 по 10 часов в будни. Степень вытаптывания территории в регулярной части парка невысокая (2 балла), а в лесной части повышенная (3 балла). Это объясняется тем, что в регулярной части ведется своевременный уход коммунальными службами и хорошо продумано функциональное зонирование территории после глобальной реконструкции парка в 2017 году.

В лесной части много неконтролируемых входов, часто наблюдаются отывающие целыми семьями и на автотранспорте, там проходят регулярные тренировки и соревнования по спортивному ориентированию, а также активно ведется выгул собак. Лесная часть парка обладает недостаточной оснащенностью специальной дорожно-тропиночной сетью. Рекреационная нагрузка, в сравнении с последними масштабными и комплексными исследованиями Центрального парка (Терехова, 2001) возросла в три раза. Следовательно, Центральный парк подвержен повышенной рекреационной нагрузке, которая не регулируется и не контролируется в лесной части.

Общее травянистое проективное покрытие по шкале Браун-Бланке оказалась высоким (4 балла) в регулярной части, и пониженной в лесной части (3 балла). В лесной части наблюдается нарушение или недостаточное количество дорожно-тропиночной сети, наблюдается большое количество непредусмотренных вытоптанных тропинок. Поэтому, для снижения действия антропогенной нагрузки на почвенно-травянистый покров в лесной части парка нужна срочная экореновация и улучшение инфраструктуры, как это провели с регулярной частью.

В лесной части парка почва имела слабокислую реакцию, что связано с процессами разложения лесной подстилки и характерно для серой лесной почвы (табл. 2). Обнаружено подщелачивание почвы в регулярной части парка: как актуальной кислотности (возрастал на 1,3 ед.), так и обменной кислотности (возрастал на 1,2 ед.). Центральный парк проходил крупную реконструкцию в 2014–2017 годах, поэтому, возможно, обнаруженное подщелачивание почвы связано с загрязнением почвы техногенными материалами

Таблица 1

Оценка рекреационной (R) и транспортной нагрузки и степени вытаптывания травяного покрова в Центральном парке

Точки наблюдения	Общая площадь, га	R _{фактическая} , человек/га/час		СВТ, баллы	ТН, баллы
		будни	выходные		
Лесная часть	89,7	9	17	3	1
Регулярная часть	10,5	220	488	2	2

Примечание к таблице. СВТ – степень вытаптывания территории, ТН – транспортная нагрузка.

(кальцийсодержащий строительный мусор, пыль, цементная крошка). Высвобождение кальция под действием осадков снижает кислотность почвы. Кроме этого, регулярная часть парка находится в низине, и ее окружают со всех сторон массивные селитебные зоны, в которых еще ведется застройка. Вблизи регулярной части находится большая зона парковки и крупная транспортная развязка, пыль с которых, может вызывать подщелачивание почвы (Середа, Яблонских, Куролап, 2015).

Содержание как валовых, так и подвижных форм тяжелых металлов (ТМ) в почве Центрального парка превышало региональный фон, что указывает на влияние городской нагрузки, однако ни в одной почвенной пробе не обнаружено превышения соответствующих значений ПДК. При этом, в регулярной части парка показатели загрязнения ТМ были выше, чем в лесной части, что подтверждает вклад рекреационной нагрузки (табл. 2) и требует дальнейшего мониторинга и мер по снижению загрязнения почвы в городских рекреациях.

Содержание органических углеродных соединений в почве увеличивалось на 9,7 % в лесной части и на 29,5 % в регулярной части парка относительно фонового уровня, что обусловлено, в основном, природными факторами почвообразования (в лесной части), а также поступлением органического мусора, аэрозольных частиц, продуктов неполного сгорания твёрдого и жидкого топлива с ближайшей автодороги или селитебных зон (в регулярной части). Напротив, содержание нефтепродуктов в сравнении с фоном возрастало в почве лесной части парка на 67 %, а в регулярной части на 94 %, однако превышения по ОДК не обнаружили ни в одной исследованной почвенной пробе (табл. 2). Содержание бенз(а)пирена в почве оказалось крайне низким (не превышало 0,005 мг/кг) при ПДК 0,02 мг/кг.

Видовой состав древесного компонента Центрального парка показан на рисунке 2. Основными ценозообразователями являются дуб черешчатый, ясень обыкновенный, клен остролистный, липа мелколистная.

Содержание органических углеродных соединений в почве увеличивалось на 9,7 % в лесной части и на 29,5 % в регулярной части парка относительно фонового уровня, что

Таблица 2

Физико-химические свойства и загрязнение почвы Центрального парка Воронежа

Точки отбора проб	Кислотность почвы			Сорг., %	Нефтепродукты (мин- макс)	Тяжелые металлы, мг/кг (валовые формы)				Тяжелые металлы, мг/кг (подвижные формы)			
	pH H ₂ O	pH KCl	Hr			Cu	Pb	Zn	Ni	Cu	Pb	Zn	Ni
Фон	5,47	5,18	2,99	3,82	48–61	8,2	6,7	19,7	8,4	0,6	2,4	6,0	2,9
Лесная часть	6,19	4,60	1,67	4,23	85–97	9,8	12,3	22,5	12,3	2,4	3,9	10,1	3,7
Регулярная часть	6,90	6,19	3,96	5,42	104–117	14,8	15,1	24,8	11,9	3,6	6,9	12,4	3,9

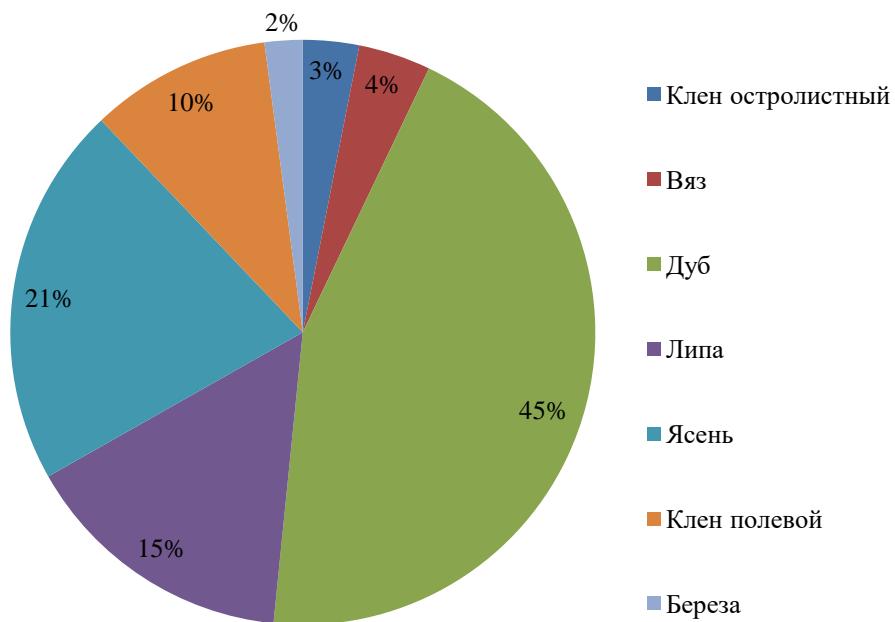


Рис. 2. Видовой состав древесных растений Центрального парка

обусловлено, в основном, природными факторами почвообразования (в лесной части), а также поступлением органического мусора, аэрозольных частиц, продуктов неполного сгорания твёрдого и жидкого топлива с ближайшей автодороги или селитебных зон (в регулярной части). Напротив, содержание нефтепродуктов в сравнении с фоном возрастало в почве лесной части парка на 67 %, а в регулярной части на 94 %, однако превышения по ОДК не обнаружили ни в одной исследованной почвенной пробе (табл. 2). Содержание бенз(а)пирена в почве оказалось крайне низким (не превышало 0,005 мг/кг) при ПДК 0,02 мг/кг.

Видовой состав древесного компонента Центрального парка показан на рис. 2. Основными ценозообразователями являются дуб черешчатый, ясень обыкновенный, клен остролистный, липа мелколистная.

По показателям глазомерной фаунтности древостоя можно заметить серьезные отклонения в устойчивости в лесной части парка (фаунтность равна 50 %) (табл. 3). В регулярной части парка этот показатель санитарного состояния пока не достигает критических значений из-за проводимых мероприятий по уходу за древесными насаждениями, и предпринятыми мерами по снижению рекреационной нагрузки на них.

Основной вклад в фаунтность древостоя в лесной части парка вносят энтомологические факторы – непарный древесинник (около 25 %), галловый клещ на листьях клена (около 45 %),

Таблица 3
Оценка повреждения древесного компонента в Центральном парке

Зоны Центрального парка	Общее количество изучаемых насаждений	МиЭВ	МП	МРЗБ	Фаунтность древостоя, %
Лесная часть	1250	496	78	54	50,24
Регулярная часть	350	28	66	37	37,43

Примечание к таблице. МиЭВ – Микологические и энтомологические вредители, МП – механические повреждения, МРЗБ – морозобоины.

орехотворки на листьях дуба (около 30 %) и микологические факторы – грибы-ксилофаги (около 45 %), гриб *Rhytisma acerinum* – возбудитель черной пятнистости листьев клена (около 55 %). В регулярной части парка основной фактор – механические повреждения деревьев, что можно объяснить большой рекреационной нагрузкой данной зоны.

Интегральный показатель состояния древесных насаждений (Is-индекс), учитывающий степень высыхания (Мозолевская, 2003), был достаточно высоким (7,90), поэтому Центральный парк все еще обладает большим запасом прочности по отношению к рекреационной нагрузке (рис. 3), однако отмечается снижение Is-индекса на 4 % по сравнению с последними опубликованными данными (Успенский, 2013).

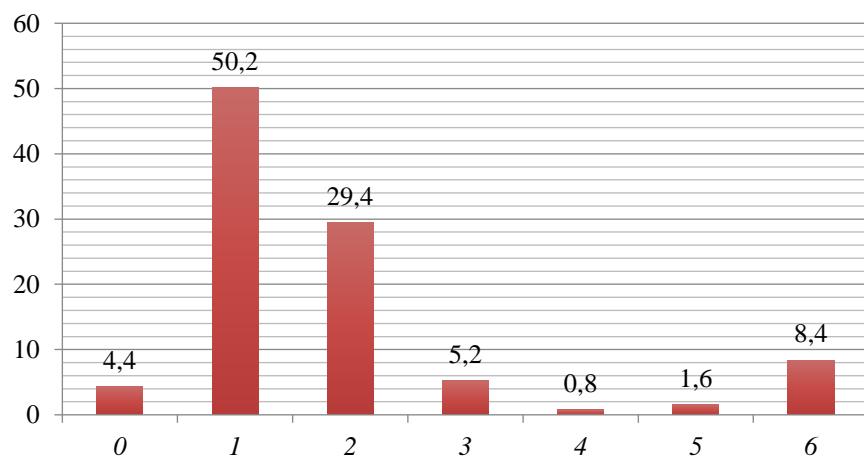


Рис. 3. Распределение древесных насаждений Центрального парка по категориям состояния
По оси абсцисс – категории состояния древесных насаждений; по оси ординат – доля растений, имеющих соответствующее состояние, от общего числа изученных деревьев (%).

Микологический анализ почвы позволил оценить влияние городской и рекреационной нагрузки на почву Центрального парка. Численность почвенных микромицетов достоверно прогрессивно снижалась в ряду региональный фон → лесная часть парка → регулярная часть парка (табл. 4) по мере возрастания городской и рекреационной нагрузки.

Таблица 4
Численность почвенных микромицетов, тыс КОЕ/г

Точки отбора проб	Численность (min-max)	M±SE	CI 95%	p
Региональный фон	143,0–174,5	0,0±9,7	[-41,7; 41,7]	–
Лесная часть Центрального парка	76,0–264,0	11,4±57,6	[-259,3; 236,4]	0,7
Регулярная часть Центрального парка	33,0–77,5	-104,1±7,4	[-124,6; -83,6]	0,036

Примечание к таблице. КОЕ – колониеобразующие единицы; M±SE – среднее разности между опытом и контролем (фоном) и ошибка среднего; CI 95 % – доверительный интервал; p – критерий Манна-Уитни.

Выявлено снижение видового разнообразия комплекса микромицетов в почве, подверженной антропогенной нагрузке: если в лесной части парка идентифицированы 22 вида грибов, то в регулярной части парка – только 14 видов (табл. 5). При этом количество и суммарная плотность доминантов практически не менялись – не наблюдали «концентрации доминирования», но заметно снижалось количество редких видов, что подтверждается расчетом индекса видового разнообразия Шеннона.

Определение видовой структуры комплекса почвенных микромицетов позволила выявить направленность сукцессии грибов под влиянием городской и рекреационной

Таблица 5

Видовое разнообразие комплекса почвенных микромицетов Центрального парка под разными древесными растениями

Растения	Всего видов	Из них доминантов	Плотность доминантов	Индекс Шеннона	Плотность токсигенных видов, %
Региональный фон					
Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	15	4	66,0	3,92	21,4
Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	17	2	44,5	3,87	22,9
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	17	4	74,5	3,55	16,3
Лесная часть Центрального парка					
Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	18	3	55,5	3,40	25,1
Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	22	4	73,0	3,09	26,6
Регулярная часть Центрального парка					
Липа мелколистная (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	14	2	46,0	2,56	31,5
Тополь черный (<i>Populus nigra</i> L.)	10	3	64,0	2,47	40,0
Клен ясенелистный (<i>Acer negundo</i> L.)	12	3	47,0	2,87	37,5
Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.)	10	4	69,5	2,67	32,3
Робиния ложноакацьевая (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	9	2	47,0	2,87	38,5

нагрузки (табл. 6). В лесной части Центрального парка наблюдали некоторое перераспределение видов грибов по степени доминирования по сравнению с региональным фоном. По критериям (Звягинцев и др., 2005) такие изменения соответствуют адаптивной зоне «стресса», вероятно, подобное влияние оказывает общегородская нагрузка на почвенную микрофлору. В регулярной части парка изменения комплекса микромицетов выражены более значительно: изменение видового состава доминантов, резкое снижение количества редких видов грибов соответствует адаптивной зоне «резистентности» под влиянием интенсивной рекреационной нагрузки.

Мы разделили виды почвенных грибов по их реакции на антропогенную нагрузку на три группы. Чувствительными считали виды, которые снижали степень доминирования или вообще не выделялись из почвы, подверженной рекреационной нагрузке, устойчивыми считали виды, плотность которых не менялась. Виды грибов, которые выделялись только в антропогенно-преобразованной почве или повышали свой ранг доминирования, относили к группе индикаторных видов (табл. 7).

В комплексе микромицетов почвы регулярной части Центрального парка исчезали или резко снижали плотность виды грибов, активно разрушающие легкодоступные компоненты растительных остатков (*Mucor hiemalis*, *Rhizopus stolonifer*), целлюлозу (*Humicola grisea*, *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium piluliferum*), характерные для оステненных черноземных почв виды (*Penicillium lilacinum*, *P. tardum*, *P. simplicissimus*, *Aspergillus candidum*, *A. alliaceus*, *A. niger*, *A. fisheri*).

В ранг доминантов переходили некоторые виды грибов, которые в контроле были редкими или случайными, а также новые виды, нехарактерные для ненарушенных почв. Обращает на себя внимание тот факт, что практически все устойчивые и индикаторные на общегородскую и рекреационную нагрузку виды грибов относятся к токсигенным

(*Trichoderma harzianum*, *Fusarium solani*, *A. fumigatus*, *A. wentii*, *P. notatum*, *P. daleae*, *P. rugulosum*, *P. viridicatum*, *P. canescens*, *P. velutinum*). Вероятно, синтез микотоксинов разного биологического спектра действия (фунгицидного, антибиотического, фитотоксического) способствует выигрышу данных видов в конкурентной борьбе, обостряющейся в условиях антропогенного загрязнения и уплотнения почвы (Свистова, 2004).

Таблица 6
Структура комплекса типичных микромицетов Центрального парка Воронежа

Ранг видов	Виды микромицетов
Региональный фон	
Доминанты I порядка	<i>Penicillium tardum</i> , <i>P. simplicissimus</i>
Доминанты II порядка	<i>P. lilacinum</i>
Редкие	<i>P. lanosum</i> , <i>P. notatum</i> , <i>Aspergillus candidum</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. fisheri</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. alliaceus</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Humicola grisea</i> , <i>Mycelia sterilia</i> , <i>Stachybotrys chartarum</i> , <i>Talaromyces flavus</i> , <i>Chaetomium piluliferum</i>
Лесная часть Центрального парка	
Доминанты I порядка	<i>P. tardum</i>
Доминанты II порядка	<i>P. simplicissimus</i> , <i>P. daleae</i>
Редкие	<i>P. lilacinum</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. rugulosum</i> , <i>P. funiculosum</i> , <i>A. fisheri</i> , <i>P. canescens</i> , <i>Aspergillus wentii</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Mucor hiemalis</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Humicola grisea</i> , <i>Stachybotrys chartarum</i> , <i>Chaetomium piluliferum</i>
Регулярная часть Центрального парка	
Доминанты I порядка	<i>P. daleae</i> , <i>P. notatum</i>
Доминанты II порядка	<i>P. simplicissimus</i> , <i>P. tardum</i> , <i>P. viridicatum</i> , <i>P. rugulosum</i>
Редкие	<i>P. lilacinum</i> , <i>P. canescens</i> , <i>P. velutinum</i> , <i>Aspergillus wentii</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Fusarium solani</i>

Таблица 7
Реакция почвенных микромицетов на рекреационную нагрузку

Группы микромицетов	Виды микромицетов
Чувствительные	<i>Penicillium lilacinum</i> , <i>Mucor hiemalis</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Humicola grisea</i> , <i>Stachybotrys chartarum</i> , <i>Chaetomium piluliferum</i> , <i>Aspergillus candidum</i> , <i>A. alliaceus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. fisheri</i>
Устойчивые	<i>P. tardum</i> , <i>P. simplicissimus</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> *, <i>Fusarium solani</i> *, <i>A. fumigatus</i> *
Индикаторные	<i>P. notatum</i> *, <i>P. daleae</i> *, <i>P. rugulosum</i> *, <i>P. viridicatum</i> *, <i>P. canescens</i> *, <i>P. velutinum</i> *, <i>A. wentii</i> *

Примечание к таблице. * – токсигенные виды.

Результаты микробиондикации указывают на опасные тенденции в нарушении комплекса микромицетов почвы Центрального парка в его регулярной части, снижающие его видовое разнообразие и устойчивость. Накопление токсигенных грибов может вызвать изменение биологической активности почвы, подверженной антропогенной нагрузке.

Для проверки этого предположения нами были определены показатели биологической активности почвы. Биотестирование почвы было проведено по двум показателям: антибиотической активности с тест-объектом *Azotobacter chroococcum* (основной свободноживущий азотфиксатор чернозема) и фитотоксической активности почвы.

Содержание азотобактера в лесной и регулярной частях Центрального парка ниже в сравнении с региональным фоном в среднем на 17–19 % (табл. 8). Известно, что снижение содержания азотобактера в промышленной и транспортной части Воронежа выражено

значительно сильнее, чем это обнаружено для рекреационной зоны (Назаренко, Свистова, 2013). Однако нами обнаружена выраженная тенденция к снижению диаметра колоний азотобактера на 16–17 % в почве лесной части и на 26–35 % в регулярной части парка.

Таблица 8
Биотестирование почвы Центрального парка с помощью *Azotobacter chroococcum*

Точки отбора проб	Показатель	M±SE	CI 95%	p	Индекс токсичности
% обрастания почвенных комочеков					
Региональный фон	100	–	–	–	–
Лесная часть Центрального парка	79–83	–19,0±1,2	–21,26; –16,74	0,064	0,81
Окультуренная часть Центрального парка	80–85	–17,5±1,4	–20,33; –14,67	0,064	0,83
Диаметр колоний (минимальные–максимальные значения), мм					
Региональный фон	6,1–7,5	–	–1,25; 1,25	–	–
Лесная часть Центрального парка	5,7–6,3	–1,0±0,5	–1,92; –0,02	0,268	0,90
Окультуренная часть Центрального парка	4,5–4,9	–2,3±0,5	–3,21; –1,39	0,100	0,67

Примечание к таблице: M±SE – среднее разностей и ошибка среднего между опытом и контролем (фоном); CI (95%) – доверительный интервал; p – критерий Манна-Уитни.

Следовательно, токсический антибиотический эффект почвы в рекреационных зонах города проявляется не столько в снижении содержания, сколько в ингибировании роста колоний азотобактера.

Фитотоксическая активность почвы Центрального парка не превышала порогового значения (20 % по ГОСТу), но прогрессивно возрастала в 2 и 2,5 раза в ряду региональный фон → лесная часть парка → регулярная часть парка (табл. 9).

Стимуляция развития микроорганизмов (метод ИМС) вызвала более значительный рост фитотоксической активности почвы (в 2,7 и 3 раза соответственно по сравнению с фоном). Полученные данные указывают на вклад как абиотических факторов (загрязнение и уплотнение почвы), так и биотических факторов в развитие почвенного фитотоксикоза. Одним из биотических факторов может быть рост доли токсигенных видов микромицетов (табл. 5).

Таблица 9
Фитотоксическая активность почвы Центрального парка Воронежа

Точки отбора проб	Доля ингибирования (%)	M ± SE	CI 95%	p	Индекс токсичности
Нативная почва					
Региональный фон	6,6–7,7	–	–0,89; 0,89	1,0	–
Лесная часть Центрального парка	11,7–14,0	5,9±0,4	4,42; 7,38	0,1	0,56
Окультуренная часть Центрального парка	15,4–16,3	8,8±01	7,98; 9,62	0,1	0,45
Инициированное микробное сообщество (ИМС)					
Региональный фон	9,2–10,2	–	–0,8; 0,8	1,0	–
Лесная часть Центрального парка	24,3–27,8	16,4±0,7	14,31; 18,43	0,1	0,37
Окультуренная часть Центрального парка	28,9–30,0	19,8±0,1	18,95; 20,65	0,1	0,33

Примечание к таблице: M±SE – среднее разностей между опытом и контролем (фоном) и ошибка средней; CI (95 %) – доверительный интервал; p – критерий Манна-Уитни.

Корреляционный анализ с использованием коэффициента Спирмена позволил выявить роль факторов среди на показатели микробиондикации почвы (рис. 4).

Среди абиотических факторов для содержания нефтепродуктов обнаружена сильная положительная связь с развитием фитотоксикоза почвы ($\rho=+0,83$) и сильная отрицательная связь с диаметром колоний азотобактера ($\rho=-0,89$). Показатели кислотности почвы не оказали достоверного влияния на биологическую активность почвы. Из биотических факторов наиболее выраженное влияние оказывает содержание токсигенных видов грибов на фитотоксическую активность почвы ($\rho=+0,88$) и антибиотическую активность с азотобактером ($\rho=-0,83$), что подтверждает больший вклад именно биогенного фактора в токсичность почв Центрального парка.

Выявленные зависимости полностью коррелируют с введённым нами показателем – градиентом рекреационной нагрузки (фон < лесная часть парка < регулярная часть парка), что обосновывает наше предположение о роли рекреационной нагрузки в нарушении микробного сообщества почвы данной территории.

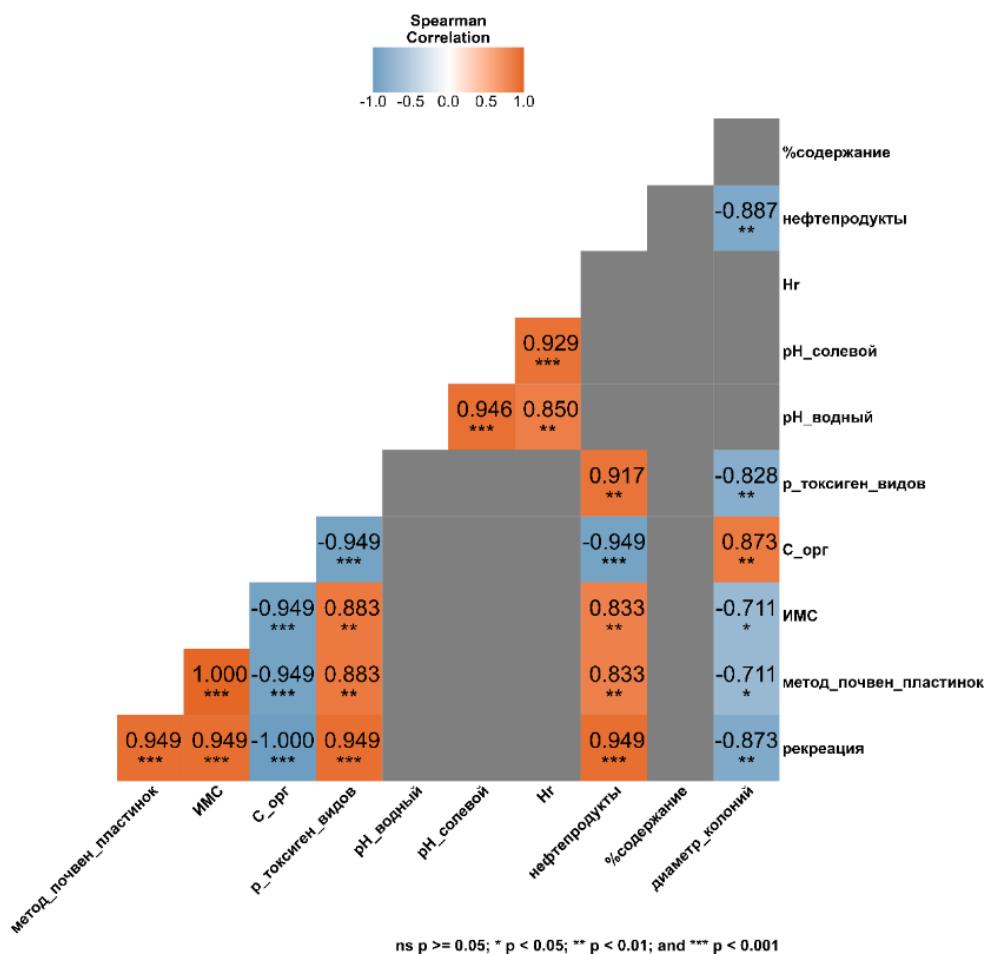


Рис. 4. Корреляционная матрица (коэффициенты Спирмена) между показателями загрязнённости почвы и токсичности почвы

Цветовая шкала отражает направление и силу корреляции: от сильной отрицательной (синий) до сильной положительной (оранжевый). Звёздочки обозначают уровень статистической значимости: * — $p < 0.05$, ** — $p < 0.01$, *** — $p < 0.001$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный комплексный биоэкологический мониторинг позволил оценить рекреационную нагрузку, уровень загрязнения и экологическую устойчивость компонентов Центрального парка города Воронеж. Почва парка относится к слабо загрязненной, но повышенная рекреационная нагрузка в регулярной части парка привела к возрастанию содержания нефтепродуктов, выраженному подщелачиванию и снижению содержания органических углеродных соединений. В то же время степень вытаптывания травяного покрова и повреждения древесного компонента оказалась выше в лесной части парка.

Микробиондикация почвы выявила негативные тенденции: по мере возрастания рекреационной нагрузки наблюдается снижение численности и видового разнообразия микромицетов, перераспределение доминантов, уменьшение редких видов грибов, накопление токсигенных (оппортунистических) видов. Синтез микотоксинов, наряду с накоплением нефтепродуктов в почве, обуславливает развитие токсикоза почвы. Биотестирование почвы показало заметный рост антибиотической активности почвы (тест-объект *Azotobacter chroococcum*) и фитотоксической активности почвы (тест-объект семена редьки масличной). Информативными параметрами для микробиомониторинга почвы служат выявленные нами индикаторные виды грибов, диаметр колоний азотобактера и ингибирование роста корня проростка тест-растения.

Комплексный биоэкномониторинг компонентов системы почва – микробное сообщество – растения Центрального парка города Воронеж поможет разработать мероприятия по управлению, экореновации и улучшению инфраструктуры, сохранить его экологическую устойчивость и создать комфортные условия для отдыха горожан.

Список литературы

- Аак О. В. Аллергены грибов. Особенности микогенной сенсибилизации // Проблемы медицинской микиологии. – 2005. – № 7 (2). – С. 12–16.
- Астанин С. С. Оценка антропогенной нагрузки и экологического состояния разных категорий рекреаций города Воронеж // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2025. – № 1. – С. 9–18. DOI: 10.5281/zenodo.15004151.
- Бережнова О. Н., Цуриков М. Н. Состав и структура населения герпетобионтных жесткокрылых Центрального парка культуры и отдыха города Воронежа // XXVI Любишевские чтения. Современные проблемы эволюции и экологии (Ульяновск, 5–7 апреля 2012 года). – Ульяновск: Ульяновский ГПУ им. И. Н. Ульянова, 2012. – С. 191–196.
- Григорьевская А. Я., Лепешкина Л. А., Зелепукин Д. С. Флора Воронежского городского округа г. Воронеж: биогеографический, ландшафтно-экологический, исторический аспекты // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2012. – Т. 21, № 1. – С. 5–158.
- Давыдова Н. С., Серикова В. И. Рекомендации по восстановлению естественной водной экосистемы малого искусственного водоема воронежского центрального парка г. Воронеж // Третий Виноградовские чтения. Границы гидрологии (Санкт-Петербург, 28–30 марта 2018 года). – Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2018. – С. 343–346.
- Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. – Москва: МГУ, 2005. – 445 с.
- Каверина Н. В., Трофимено А. А. Современное состояние малых городских водоемов города Воронежа на примере пруда Воронежского Центрального парка // Оценка экологических рисков водопользования на территории крупного урбанизированного региона. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2021. – С. 116–128.
- Карташова Н. П., Мануковская А. В., Шатилова В. А. Архитектурно-ландшафтная организация территории пруда в Центральном парке г. Воронежа // Ландшафтная архитектура - от истока к инновациям: материалы Всероссийской национальной конференции, посвященной 20-летию кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения (Воронеж, 22 мая 2024 года). – Воронеж: ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова, 2024. – С. 62–65. DOI: 10.58168/LANDSCAPE2024_62-65.
- Кругляк В. В. Функциональное зонирование территории муниципального предприятия Центральный парк города Воронежа // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления лесного комплекса. – Воронеж: ВГЛТА, 1998. – С. 234–237.
- Кругляк П. В. Инновации и инвестиции в объекты ландшафтной архитектуры г. Воронежа (на примере ЦПКиО) // Лесотехнический журнал. – 2012. – № 4 (8). – С. 163–167.
- Кулаков Е. Е., Крюкова С. А. Оценка рекреационного потенциала территории парка «Динамо» // Ростовский научный вестник. – 2023. – № 7. – С. 26–29.
- Методы почвенной биохимии и микробиологии / [Ред. Д. Г. Звягинцев]. – Москва: МГУ, 1980. – 240 с.

- Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. – Москва: МГУ, 1988. – 220 с.
- Мозолевская Е. Г. Некоторые результаты применения индекса состояния насаждений при мониторинге // Лесной вестник. – 2003. – №2. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-rezulaty-primeneniya-indeksa-sostoyaniya-nasazhdeniy-pri-monitoringe> (просмотрено 10.05.2024).
- Моисеева Е. В., Телегина О. О. Лихеноиндикация как способ мониторинга состояния рекреационных городских зон (на примере Г. Воронежа) // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2019. – Т. 7, № 3 (46). – С. 301–306.
- Назаренко Н. Н., Свистова И. Д. Микробиологическая индикация почв урбокомплексов. – Воронеж: ВГАУ, 2013. – 135 с.
- Охрименко Ю. В., Негров О. П., Маслова О. О., Негров С. О. Изучение лесопатологического состояния парков города Воронежа // Зеленая инфраструктура городской среды: современное состояние и перспективы развития: Сборник статей III международной научно-практической конференции (Воронеж, 4-5 сентября 2019 года). – Воронеж: КОНВЕРТ, 2019. – С. 124–127.
- Попова Н. Н. Бриофлора охраняемых садово-парковых ландшафтов города Воронежа // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2021. – № 20–1. – С. 357–361. DOI: 10.14258/pbssm.2021072.
- Приказ министерства природных ресурсов и экологии Воронежской области от 10.01.2025 № 3 «Об утверждении перечня особо охраняемых природных территорий областного и местного значения на территории Воронежской области по состоянию на 01.01.2025». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.govvrn.ru/sites/default/files/2025-01/Приказ_0.pdf?download (просмотрено 09.01.2025).
- Разинкова А. К., Царалунга В. В., Дарковская А. С. Особенности патологии местных и интродуцированных лиственных пород в пределах центрального района г. Воронежа // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3 (11). – С. 22–27.
- Свистова И. Д., Щербаков А. П., Фролова Л. О. Токсины микромицетов чернозема: спектр антибиотического действия и роль в формировании микробного сообщества // Почвоведение. – 2004. – № 10. – С. 1220–1227.
- Середа Л. О. Яблонских Л. А., Куролап С. А. Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова городского округа город Воронеж // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2015. – № 4 – С. 59–65.
- Теппер З. Е., Шильникова, Г. И., Перееверзева В. К. Методы почвенной микробиологии. – Москва: Колос, 2010. – 234 с.
- Терехова Н. А. Биоэкологическая оценка состояния растительного компонента рекреационно-парковых ландшафтов города Воронежа и его оптимизация: дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.05 Ботаника. – Воронеж: ВГУ, 2001. – 242 с.
- Терехова Н. А., Зотова Т. Е. Состояние ценопопуляции пролески сибирской при развитии рекреационной дигressии в дубраве Центрального парка города Воронежа // Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов: материалы докладов III Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием (Махачкала, 27 марта 2015 года). – Махачкала: 2015. – С. 213–215.
- Успенский К. В. Лесопатологические исследования зеленых насаждений города Воронежа // Известия ВГПУ. – 2013. – № 1 (260). – С. 245–250.
- Фирсова Н. В., Негров О. П., Побединский Г. Д. Ландшафтно-экологическая организация природного комплекса общегородского центра // Вестник Воронежского ГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2007. – № 1. – С. 100–107.
- Черепухина И. В., Мазнев В. Ю., Фролкин Г. В., Девятова Т. А. Микробиологическая активность почв рекреационных территорий г. Воронеж // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 2 (62). – DOI: 10.51419/202142215.
- Щепилова О. Н. Состояние природных популяций *Flipendula ulmaria* (L.) maxim на территории Центрального парка культуры и отдыха г. Воронежа // Экологические проблемы города Воронежа и перспективы их решения: Материалы VII научно-практической конференции (Воронеж, 19 мая 2011 года). – Воронеж: Управление по охране окружающей среды департамента общественной безопасности, 2011. – С. 116–117.
- Индекс названия грибов. 2023. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://indexfungorum.org/> (просмотрено 09.06.2023).

Astanin S. S., Svistova I. D. Integrated Bioecological Monitoring of the Central Park Condition in Voronezh //
Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 112–125.

The integrated bioecological monitoring of the system *soil - microbial community - plants* was conducted to assess the recreational load, pollution level and environmental sustainability within Central Park in Voronezh. The soil of the park was classified as slightly polluted, but the increased recreational load in the regular part of the park led to an increase in concentration of petroleum products, significant alkalinisation and a decrease in the content of organic carbon compounds. At the same time, the degree of trampling of grass cover and damage to the tree component is higher in the forest part of the park. Soil mycobiocenosis revealed negative trends associated with increasing recreational pressure: decreased fungal abundance and species diversity, shifts in dominant species composition, reduction of rare fungal species, accumulation of toxicogenic species. Soil biotesting revealed a significant increase in soil antibiotic activity (using *Azotobacter chroococcum* for testing) and soil phytotoxic activity (using oilseed radish seeds for testing). The contribution of biotic factor (accumulation of mycotoxins) was demonstrated by the method of initiated microbial community on soil plates. Informative parameters for soil microbiomonitoring include microbial species sensitive to recreational load, diameter of *Azotobacter* colonies and inhibition of root growth of test-plant seedlings.

Key words: recreational load, soil pollution and physico-chemical properties, phytoindication, mycobiocenosis, biological soil properties, soil biotesting.

Поступила в редакцию 06.06.25
Принята к печати 12.09.25

Распространение и охрана *Lomentaria compressa* (Lomentariaceae) у берегов Крымского полуострова (Чёрное море)

Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
Ялта, Россия
ssadogurskij@yandex.ru, tbelich@yandex.ru, sadogurska@yandex.ru

Представлены результаты исследования, цель которого – обобщить данные о распространении у берегов Крымского полуострова *Lomentaria compressa* (Kütz.) Kylin, эндемичного вида Средиземноморского бассейна (включая Черное море), занесенного в природоохранные документы различного ранга. В прибрежно-морских водах у Южного берега Крыма выявлено два новых локалитета: в акватории природного парка «Мыс Мартын» и в акватории, прилегающей к памятнику природы «Кучук-Ламбатский каменный хаос». Впервые получены фотоизображения черноморских экземпляров *L. compressa*, для которых уточнены морфологические и морфометрические особенности, имеющие диагностическое значение; охарактеризованы роль и количественное участие данного вида в сложении донных растительных сообществ. Обобщение показало, что к настоящему времени у берегов Крыма известно пять локалитетов в двух гидроботанических районах Чёрного моря (район № 6 – Севастопольская бухта и район № 7 – Южный берег Крыма), охватывающих южную часть полуострова, где *L. compressa* встречается спорадически в небольшом количестве. Два из них расположены в границах территориально-аквальных заповедников, другим акваториям, в которых отмечен вид, также целесообразно придать заповедный статус. Однако наиболее эффективной мерой по сохранению этого редкого уязвимого вида региональной флоры является приданье официального охранного статуса основным ценозообразующим видам *Cystoseira* s. l., в эпифитон которых *L. compressa* обычно регистрируется у обследованных берегов.

Ключевые слова: Чёрное море, Крым, *Lomentaria compressa*, морфологические и морфометрические признаки, распространение, охрана.

ВВЕДЕНИЕ

Прибрежно-морские воды, омывающие берега Крыма, в альгофлористическом отношении являются одними из наиболее богатых не только в Северном Причерноморье, но и во всём Азово-Черноморском бассейне (Калугина-Гутник, 1975). В ходе стационарных и экспедиционных гидроботанических исследований в семи гидроботанических районах (ГБР), прилегающих к полуострову (рис. 1), продолжается выявление новых локалитетов макрофитов, в том числе раритетных и чужеродных видов. Эти данные, обобщённые с уже имеющейся информацией, необходимы для уточнения представлений о составе и структуре природного фиторазнообразия региона, оптимизации природопользования в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и рекреационных участков, а также в связи с обновлением существующих и формированием новых природоохранных документов. Такие документы, с одной стороны, рассчитаны на широкую аудиторию, с другой – имеют юридическую силу. Поэтому они должны содержать точные данные о распространении видов, объективную информацию (в том числе визуальную) для их уверенной идентификации, а также предложение эффективных природоохранных мер. Так у берегов Крыма выявлены два новых локалитета *Lomentaria compressa* (Kütz.) Kylin, включённой в красные книги различного ранга, в которых информация об этом раритетном виде требует корректировки и актуализации.

Цель настоящего сообщения – обобщить сведения о распространении у берегов Крыма, уточнить и проиллюстрировать облик и основные морфо-биологические признаки редкого охраняемого вида *Lomentaria compressa*.



Рис. 1. Карта-схема гидроботанического районирования прибрежно-морских вод (Калугина-Гутник, 1975) и распределения локалитетов *Lomentaria compressa* (Kütz.) Kylin у берегов Крымского полуострова

Локалитеты в гидроботаническом районе (ГБР) № 6 – Севастопольская бухта: (a) – по (Калугина-Гутник, 1974); локалитеты в ГБР № 7 – Южный берег Крыма: (b) – по (Садогурский, 2014), (c) – новый у мыса Мартыян, (d) – новый у побережья Кучук-Ламбата, (e) – по (Костенко и др., 2004). В ГБР № 3–5, 8, 16 вид не зарегистрирован.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – морской макрофитобентос. Номенклатура и таксономия макрофитов даны по «AlgaeBase» (Guiry, Guiry, 2025); имена авторов таксонов – в стандартном сокращении в соответствии с рекомендациями IPNI (IPNI..., 2025). Наименования и нумерация ГБР даны по (Калугина-Гутник, 1975).

Полевые исследования проводили в трёх пунктах Южного берега Крыма (ЮБК) (см. рис. 1), вдоль которого проходит северная граница распространения прибрежно-морских биотопов средиземноморского типа: (b) – в акватории у мыса Святой Троицы в ходе летней экспедиции (44°23'31,1" N 33°56'27,5" E: 21-22.06.2007); (c) – в акватории ООПТ «Мыс Мартыян» (с 1973 года государственный природный заповедник, с 2015 года природный парк) в ходе стационарного мониторинга (44°30'20,3" N, 34°14'40,4" E: 17.05.2019, 28.08.2019, 19.11.2019, 26.02.2020); (d) – в акватории, примыкающей к ООПТ «Кучук-Ламбатский каменный хаос» (с 1969 года геологический памятник природы) в ходе летних экспедиций (44°36'06,3" N, 34°22'19,9" E: 07.08.2015, 27.07.2022). Во всех трёх пунктах берег открытый приглубый. Грунт дна подводной части склона до глубины 10,0–12,0 м сформирован валунным и глыбово-валунным навалом (продуктом разрушения коренного берега), который перемежается участками галечника; встречаются крупные абразионные реликты, изредка возвышающиеся над поверхностью воды в виде кекуров. За нижней границей твёрдых грунтов простираются пески с незначительной примесью ракушки. Вдольбереговое течение в большинстве случаев движется в юго-западном направлении, что совпадает с направлением основной струи Черноморского течения; его скорость, обычно не превышающая 10 см/с, при сопутствующем ветре в 5 % случаев может достигать 30 см/с и более (Белокопытов и др., 2003).

Пробы макрофитов отбирали в ходе самостоятельных погружений с использованием легководолазного снаряжения вдоль профилей, расположенных перпендикулярно берегу, на станциях/глубинах (h) 0($\pm 0,25$); 0,5; 1,0; 3,0; 5,0 и 8,0 м (в псевдолиторали на каждой станции

по 10 количественных проб рамкой площадью 0,01 м², в сублиторали – по пять рамкой площадью 0,04 м²) на расстоянии (*l*) 0–300 м от берега; значения биомассы – сырой вес талломов (разрешающая способность весов 0,01 г). Визуальные наблюдения проводили вплоть до глубины 10–12 м. Временные препараты водорослей изучали с использованием светового микроскопа Leica DM2500, для фотосъемки применяли камеру Flexacam C1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В числе находок, относящихся к раритетной фракции региональной флоры, числится *Lomentaria compressa* (Kütz.) Kylin – ломентария сдавленная (Lomentariaceae Willk., Rhodymeniales F. Schmitz). Это однолетний нижнебореальный олигосапробный морской вид (Калугина-Гутник, 1975). Является эндемиком Средиземноморского бассейна (включая Азово-Чёрноморский бассейн), который в пределах ареала встречается достаточно редко и в относительно небольшом количестве (Coll et al., 2010; Guiry, Guiry, 2025).

В границах Азово-Черноморского бассейна *L. compressa* как редкий, уязвимый или находящийся под угрозой исчезновения вид включён в четыре официальных природоохранных списка различного ранга (Красная книга..., 2015, 2017, 2018, 2024) и один неофициальный (Temniskova et al., 2008). Он действительно редок, причём настолько, что фото, выполненные в природе, найти практически невозможно даже на профильных ресурсах (за исключением сканов гербарных листов), а какие-либо изображения черноморских образцов (фотографии или качественные рисунки с натуры) до настоящего времени отсутствовали вовсе. Поэтому в природоохранных документах ранее мы использовали общедоступный скан одного из средиземноморских образцов, представленных гербарием MICH по лицензии CC BY-NC 3.0 (Красная книга..., 2015: 394; *Lomentaria*..., 2025). В ряде других случаев были даны рисунки, вероятно выполненные по этому же либо по подобному скану (Красная книга..., 2017: 633, Красная книга..., 2018: 211; Красная книга..., 2024: 685). Учитывая требования к оформлению очерков, например, в (Красная книга..., 2024) это допустимо. Но в более ранней редакции этого издания (Красная книга..., 2008: 666) фигурировал рисунок, который совершенно не соответствовал действительности, поскольку очевидно был составлен исключительно по словесному описанию в определителе (Зинова, 1967). Что касается данных о распространении *L. compressa* в прибрежных районах Азово-Черноморского бассейна, то в основных сводках они противоречивы (Minicheva et. al, 2020; Guiry, Guiry, 2025), а в природоохранных документах часто неполны и / или не подтверждены ссылками на первоисточники информации об указанных в них локалитетах (Красная книга..., 2008, 2017, 2018, 2024).

Анализ оригинальных публикаций и собственных материалов свидетельствует, что у берегов Крымского полуострова до последнего времени достоверно были известны три локалитета в двух ГБР (см. рис. 1): ГБР № 6 – Севастопольская бухта: (а) – по сборам 1964–1971 гг., на *h*=3 м (Калугина-Гутник, 1974); ГБР № 7 – ЮБК: (б) – у мыса Святой Троицы по сборам 21.06.2007, на *h*=1 м и *l*=10–15 м (Садогурский, 2014) в эпифитоне на стволах *Ericaria bosphorica* (Sauv.) D. Serio et G. Furnari с биомассой 5,42 г/м², что составляло 0,06 % общей биомассы сообщества (достигавшей 8850,24 г/м²) или 0,57 % биомассы его эпифитной синузии; (е) – в акватории Карадагского государственного природного заповедника по сборам 1981 г., у уреза воды (Костенко и др., 2004).

В ещё двух обследованных акваториях ГБР № 7 – ЮБК также идентифицирована *L. compressa* (см. рис. 1): (с) – у мыса Мартыян в сборах 17.05.2019, 19.11.2019 и 26.02.2020 на *h*=1–5 (до 8) м и *l*=30–150 (до 200) м с биомассой от менее 0,01 г в каждой пробе до 0,08–11,17 г/м² (максимум зимой) при общей биомассе сообществ 4946,51–10718,68 г/м²; (д) – у побережья Кучук-Ламбата в сборах 07.08.2015 и 27.07.2022 *h*=1–5 м и *l*=30–120 м с биомассой от менее 0,01 г в каждой пробе до 4,33–8,75 г/м² при общей биомассе сообществ 1673,66–5845,34 г/м². Иными словами, доля *L. compressa* в общей биомассе колеблется от инструментально неопределенного минимума до 0,10 % у мыса Мартыян и 0,25 % у побережья Кучук-Ламбата. Все экземпляры *L. compressa*, как и ранее, у мыса Святой Троицы выявлены

в эпифитоне на стволах и основных ветвях *E. bosphorica* и *Gongolaria barbata* (Stackh.) Kuntze (далее *Cystoseira* s. l.), которые доминируют в растительном покрове сублиторали ЮБК. У побережья Кучук-Ламбата в 2015 году доля *L. compressa* в сложении биомассы эпифитной синузии достигала 1,95–3,20 %, что является максимальным значением этого показателя, зарегистрированным у ЮБК; в 2022 году на всех глубинах биомасса вида снизилась до неопределенного минимума. У мыса Мартыян доля вида в сложении биомассы эпифитной синузии при его максимальном развитии в зимний период достигла 0,74 %; во всех прочих случаях значения данного показателя как минимум на порядок меньше. Для заповедника «Мыс Мартыян», являющегося одним из ключевых современных рефугиумов природного альгофиторазнообразия у морских берегов Крыма (Sadogurskiy et. al., 2019), вид указан впервые. Теперь его флора макрофитов с учётом более ранних находок насчитывает 167 таксонов, что составляет 38 % всей черноморской макрофлоры (Minicheva et al., 2020; Sadogurskiy et. al., 2024).

Выявленные экземпляры *L. compressa* имеют розовую или кремовую окраску, высоту 1–2 см и толщину основных ветвей 0,4–0,6(1,0) мм (рис. 2 a, b), тетраспорангии в конечных веточках (рис. 2e), цистокарпы не найдены. В целом они соответствуют таксономическому диагнозу (Зинова, 1967: 274; Cormaci et al., 2021: 236–238). Однако следует уточнить, что толщина основных ветвей в два раза превышает ранее установленную для Чёрного моря (Зинова, 1967), что уже отмечалось нами в (Красная книга..., 2015). Но при этом она не превосходит значений, характерных для средиземноморских образцов (Cormaci et al., 2021). Кроме того, в «черноморском» определителе (Зинова, 1967) однозначно указано, что конечные веточки талломов булавовидные с округлыми вершинами (но поясняющий рисунок не приведён). В то же время для средиземноморских образцов проиллюстрирована их веретеновидная форма (Cormaci et al., 2021: 237), что подтверждается изображениями гербарных образцов (*Lomentaria*..., 2025). Исследованные нами экземпляры, включая выявленные ранее (Садогурский, 2014; Красная книга..., 2015) имеют веточки как булавовидной формы с округлыми вершинами, так и веретеновидные с заострёнными вершинами (рис. 2 c, d). Важно отметить, что последние наблюдения выявили такой полиморфизм конечных веточек не у разных экземпляров, а на одном и том же талломе. Также установлено, что в Азово-Черноморском бассейне (во всяком случае, у берегов ЮБК) вид встречается круглый год, а не только летом и осенью как указывалось ранее (Зинова, 1967; Красная книга..., 2017, 2018).

Образцы *L. compressa* из новых локалитетов переданы на хранение в коллекцию гербария Никитского ботанического сада (YALT).

Представленная в настоящем сообщении информация упрощает и делает более объективной идентификацию данного таксона. Её рекомендуется использовать при обновлении действующих и формировании новых природоохранных документов в границах Азово-Черноморского бассейна. Для других районов бассейна в связи с перспективой расширения природоохранных мер в отношении этого редкого эндемичного вида необходимы аналогичные обобщения. При этом учитывая, что в ряде случаев применение официальных красных книг может иметь юридические последствия, полагаем, что при их создании независимо от ранга изданий среди прочего следует придерживаться следующих принципов. Во-первых, рисунки, традиционно используемые, например, в (Красная книга..., 2008, 2024), не способствуют уверенной идентификации таксона. Поэтому целесообразно «краснокнижные» очерки иллюстрировать фотоизображениями таксонов, обязательно включающими их общий облик (в природе, из живой или гербарной коллекции), а при необходимости – также отдельные наиболее важные диагностические признаки в форме коллажа, как это сделано, например, в (Красная книга..., 2015). Во-вторых, важно, чтобы локалитеты, обозначенные на картосхемах подкреплялись ссылками на оригинальные публикации, либо ссылками на обобщения, в которых в свою очередь присутствуют ссылки на оригинальные публикации с указанием этих локалитетов. Определители, атласы, другие Красные книги и прочие сводки, в которых нет ни данных о локалитетах, ни соответствующих



Рис. 2. Экземпляры *Lomentaria compressa* (Kütz.) Kylin, выявленные в акватории у мыса Мартьян, Южный берег Крыма (сборы 26.02.2020, глубина 5,0 м, фото авторов)
a – общий вид талломов перед гербаризацией; b – один из образцов коллекции гербария YALT;
c, d – булавовидные и веретеновидные конечные веточки; e – тетраспорангии в конечной веточке.

ссылок, позволяющих установить эти локалитеты, актуальны лишь как источники любой иной информации о видах.

Таким образом, к настоящему времени вид зарегистрирован в границах двух ООПТ у берегов Карадага и у мыса Мартьян. Ранее мы рекомендовали к заповеданию в составе целостных территориально-аквальных комплексов прибрежные акватории у мыса Святой

Троицы (Садогурский, 2014) и у побережья памятника природы «Кучук-Ламбатский» каменный хаос (Белич и др., 2020), где наряду с прочими раритетами обсуждаемый вид выявлен в составе хорошо сохранившихся типичных для ЮБК фитоценозов. Первая рекомендация продублирована и в новом издании (Красная книга..., 2024), но территориально-аквальный комплекс у мыса Святой Троицы утрачен вследствие необратимой масштабной трансформации при строительстве яхтенной марины (что, однако, не означает исчезновение вида в акватории). Кучук-Ламбатский комплекс пока существует благодаря заповедному статусу территории.

Вместе с тем учитывая редкость, мелкие размеры талломов и низкую биомассу, следует признать, что контроль соблюдения природоохранных мер в отношении *L. compressa* и других видов водорослей, также имеющих относительно небольшие размеры талломов и не образующих значительных разрастаний, весьма проблематичен, поэтому любые официальные статусы имеют скорее декларативный характер. Но поскольку эти виды часто (некоторые преимущественно) развиваются эпифитно на других макрофитах, ранее отмечалось, что наиболее эффективной может быть организация охраны ценозообразующих видов и их сообществ, а также биотопов, структурно-функциональную основу которых образуют такие виды (Садогурский и др., 2017). В данном случае речь об *E. bosphorica* и *G. barbata*, образующих у ЮБК и в целом в границах Азово-Черноморского бассейна высокопродуктивные зарослевые сообщества, которые благодаря обильному эпифитону отличаются максимальным видовым разнообразием. В понимании (Ellison, 2019) *E. bosphorica* и *G. barbata* – это основные (фундаментальные) виды. Формируемые ими биотопы уже получили самый высокий охранный статус у берегов Республики Болгария (Red Data..., 2015). В границах Средиземноморского бассейна в целом *E. bosphorica* и *G. barbata* также относятся к числу раритетных видов с сокращающимися ареалами и численностью (Proposal for..., 2009). В совокупности все эти обстоятельства позволили доказать целесообразность их включения в (Красная книга..., 2015). Уже на основании недавних комплексных исследований оба вида признаны эндемиками: *E. bosphorica* Азово-Черноморского бассейна, *G. barbata* – Средиземноморского бассейна, включая Чёрное и Азовское моря (Neiva et al., 2023). Главные угрозы их существованию у берегов Крыма (Красная книга..., 2015) и в целом в границах Азово-Черноморского бассейна – трансформация гидрологического режима прибрежных акваторий, фрагментация и уничтожение местообитаний вследствие гидростроительства, рекреации, техногенного загрязнения и эвтрофирования. Именно комплексная охрана представителей *Cystoseira* s. l. и других основных ценозообразующих видов макрофитобентоса на уровнях от видового до биотического позволит эффективно защитить всю связанную с ними биоту, включая и *L. compressa*, и все прочие таксоны, в том числе ещё не выявленные из-за их редкости или по иным причинам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в прибрежно-морских водах у ЮБК выявлено два новых локалитета *Lomentaria compressa* – эндемичного вида Средиземноморского бассейна, занесённого в ряд природоохранных списков различного ранга. В том числе вид впервые указан для акватории природного парка «Мыс Мартын», что дополняет список его бентосной макрофлоры, достигший 167 таксонов, и уточняет представления о рефугиальной роли этого особо охраняемого территориально-аквального комплекса. Уточнены морфологические и морфометрические особенности черноморских образцов, имеющие диагностическое значение, охарактеризованы роль и количественное участие вида в сложении донных растительных сообществ. Обобщение новых данных, собственных архивных материалов и опубликованной информации свидетельствует, что ныне у берегов Крыма известно пять локалитетов в двух ГБР Чёрного моря, охватывающих южную часть полуострова, где *L. compressa* встречается спорадически в небольшом количестве. Наиболее эффективной мерой для сохранения этого редкого уязвимого вида региональной флоры является приздание

официального охранного статуса основным ценозообразующим видам *Cystoseira* s. l., в эпифитоне которых он чаще всего регистрируется у обследованных берегов. Представленные результаты дают объективную основу для принятия таких мер и для обновления соответствующей природоохранной документации.

Работа выполнена в рамках госзадания НБС–ННЦ РАН «Экология, динамика и ресурсная значимость природных и трансформированных экосистем южных регионов европейской части России» (№ 122041900097–3; FNNS–2025–0006).

Список литературы

- Белич Т. В., Садогурская С. А., Садогурский С. Е. К вопросу видового разнообразия прибрежных акваторий Южного берега Крыма // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2020. – 4 (16). – С. 3–12. <https://doi.org/10.21072/eco.2021.16.01>
- Белокопытов В. Н., Саркисов А. А., Щуров С. В. Течения прибрежной зоны на участке Крымского полуострова от мыса Сарыч до поселка Кацивели // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2003. – № 8. – С. 64–68.
- Зинова А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей Южных морей СССР. – М., Л.: Наука, 1967. – 400 с.
- Калугина-Гутник А. А. Донная растительность Севастопольской бухты // Биология моря. – 1974. – Вып. 32. – С. 133–164.
- Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Чёрного моря. – Киев: Наукова думка. – 1975. – 248 с.
- Костенко Н. С., Евстигнеева И. К., Дикий Е. А. Водоросли-макрофиты // Карадаг. Гидробиологические исследования. Кн. 2. – Симферополь: СОННАТ, 2004. – С. 275–307.
- Красная книга города Севастополя. – Калининград; Севастополь: РОСТ-ДОАФК, 2018. – 432 с.
- Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы / [Отв. ред. С. А. Литвинская и др]. – 3 изд. – Краснодар: [б.и.], 2017. – 850 с.
- Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / [Отв. ред. А. В. Ена, А. В. Фатерыга]. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.
- Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. – М.: ВНИИ «Экология», 2024. – 944 с.
- Садогурский С. Е. Состав и распределение макрофитобентоса у мыса Святой Троицы (Черное море, Украина) // Морской экологический журнал. – 2014. – Т. 13, № 1. – С. 53–62. <https://rest.marine-research.ru/api/core/bitstreams/982478a9-edc8-4433-8d6e-8b28ef11409e/content>
- Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А. Морские макрофиты и Красная книга Крыма: история и перспективы // Биоразнообразие и устойчивое развитие: Матер. Международной научно-практической конференции (Симферополь, 19–22 мая 2010 г.). – Симферополь, 2010. – С. 227–230.
- Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А. Морской фитобентос заповедника «Мыс Мартын» на страницах Красной книги Крыма // Бюллетень ГНБС. – 2017. – Вып. 123. – С. 37–42. [https://boolt.nbgnsu.ru/download/123\(2\)/4-123-2017.pdf](https://boolt.nbgnsu.ru/download/123(2)/4-123-2017.pdf)
- Coll M., Piroddi C., Steenbeek J., Kaschner K., Ben Rais Lasram F., et al. The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats // PLoS ONE. – 2010. – Vol. 5, iss. 8. – e11842 (36 p.). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>
- Cormaci M., Furnari G., Alongi G. Benthic marine flora of the Mediterranean Sea: Rhodophyta – Rhodymeniophycidae II. Halymeniales, Nemastomatales, Peyssonneliales, Plocamiales, Rhodymeniales, Sebdeniales // Bulletin of the Gioenia Academy of Natural Sciences of Catania. – 2021. – Vol. 54, N 384. – P. 9–342. <https://doi.org/10.35352/gioenia.v54i384.94>
- Ellison A. M. Foundation Species, Non-trophic Interactions, and the Value of Being Common // iScience. – 2019. – Vol. 13. – P. 254–268. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2019.02.020>
- Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Ireland, Galway [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <http://www.algaebase.org> (посмотрено 12.05.2025).
- IPNI. International Plant Names Index [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <http://www.ipni.org> (посмотрено 12.05.2025)
- Lomentaria compressa* (Kützing) Kylin. Algae Herbarium Portal [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://macroalgae.org/portal/taxa/index.php?tid=211083> (посмотрено 12.05.2025)
- Minicheva G., Afanasyev D., Kurakin A. Black Sea Monitoring Guidelines. Macrophytobenthos. – Dnipro: Seredniak T.K., 2020. – 81 p. https://emblasproject.org/wp-content/uploads/2022/03/Macrophytobenthos-Manual-2015_ISBN-978-617-7953-31-8.pdf
- Neiva J., Bermejo R., Medrano A., Capdevila P., Figueras D. M., Afonso P., Ballesteros K., Sabour B., Serio D., Nóbrega E., de Deus Soares J., Valdazos J., Tuya F., Mulas M., Israel Á., Sadogurska S., Guiry M. D., Pearson G. A., Serrão E. A. DNA barcoding reveals cryptic diversity, taxonomic conflicts and novel biogeographical insights in

Cystoseira s. l. (Phaeophyceae) // European Journal of Phycology. – 2023. – Vol. 58, iss. 3. – P. 351–375.
<https://doi.org/10.1080/09670262.2022.2126894>

Proposal for a Council Decision establishing the position to be adopted on behalf of the European Community with regard to proposals for amending Annexes II and III to the Protocol concerning Specially Protected Areas and Biological Diversity in the Mediterranean (SPA/BD Protocol) of the Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean (Barcelona Convention) at the sixteenth meeting of the Contracting Parties. COM (2009) 585 final. – Brussels: Commission of the European Communities, 2009. – 13 p. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009PC0585&from=EN>

Red Data Book of the Republic of Bulgaria. Vol. 3. Natural habitats / [Ed. V. Biserkov]. – Sofia: BAS & MoEW, 2015. – 422 p.

Sadogurskiy S. Ye., Belich T. V., Sadogurskaya S. A. Macrophytes of the marine water areas of the nature reserves in the Crimean Peninsula (Black Sea and Azov Sea) // International Journal on Algae. – 2019. – Vol. 21, N 3. – P. 253–270. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v21.i3.50>

Sadogurskiy S. Ye., Belich T. V., Sadogurskaya S. A. Macrophytobenthic species new to the Cape Martyan nature reserve (the Crimea, Black Sea) // Marine Biological Journal. – 2024. – Vol. 9, N 4. – P. 111–113. <https://doi.org/10.21072/mbj.2024.09.4.09>

Temniskova D., Stoyneva M. P., Kirjakov I. K. Red list of the Bulgarian algae. I. Macroalgae // Phytologia Balcanica. – 2008. – Vol. 14, N 2. – P. – 193–206. http://www.bio.bas.bg/~phytolbalcan/PDF/14_2/14_2_04_Temniskova_&_al.pdf

Sadogurskiy S. Ye., Belich T. V., Sadogurskaya S. A. Distribution and Conservation of *Lomentaria compressa* (Lomentariaceae) along the Coasts of Crimean Peninsula (Black Sea) // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 126–133.

The aim of this study is to summarize the data on the distribution along the coastline of the Crimean peninsula of *Lomentaria compressa* (Kütz.) Kylin, an endemic species of the Mediterranean Basin (including the Black Sea), which is listed in conservation documents of various ranks. Two new localities were identified in coastal marine waters of the Southern Coast of Crimea: in the water area of the “Cape Martyan” Nature Park and in the aquatic area adjacent to the “Kuchuk-Lambat Stone Chaos” Nature Monument. Photographs of Black Sea specimens of *L. compressa* were presented for the first time, their morphological and morphometric features of diagnostic value were clarified. The role and quantitative contribution of this species in the composition of benthic plant communities were described. Summarized information indicates that currently five localities are known along the coastline of Crimea in two hydro-botanical regions of the Black Sea (area No. 6 – Sevastopol Bay and area No. 7 – Southern Coast of Crimea), covering the southern part of the peninsula, where *L. compressa* occurs sporadically in small numbers. Two of these locations fall within territorial-aquatic reserves, while it would be advisable to assign reserve status to other areas where the species were recorded. However, the most effective measure for conservation of this rare vulnerable species of the regional flora is to give official protection status to the key habitat-forming species of the gen. *Cystoseira* s. l., in the epiphyton of which *L. compressa* is usually registered along the surveyed coasts.

Key words: Black Sea, Crimea, *Lomentaria compressa*, morphological and morphometric features, distribution, conservation.

Поступила в редакцию 01.07.25
Принята к печати 29.09.25

Редкие и охраняемые виды харовых водорослей (Charales) заливов Черноморского государственного природного биосферного заповедника

Королесова Д. Д.^{1, 2}

¹ Черноморский биосферный заповедник
Голая Пристань, Россия

² Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН
Севастополь, Россия
susya_ch@mail.ru

На основании собственных и литературных данных описано современное состояние популяций харовых водорослей (Charales) акваторий Черноморского государственного природного биосферного заповедника (ЧПБЗ), охарактеризованы тенденции динамики, экологические и биотопические особенности редких и охраняемых видов. Материалом послужили пробы макрофитобентоса, отобранные в акваториях Тендровского и Ягорлыцкого заливов по стандартным гидробиологическим методикам на квадратной сети станций в летние сезоны с 2010 по 2021 годы. Приведено описание шести видов харофитов, имеющих национальный и региональный охранный статус, для четырёх из которых выявлены особенности многолетней динамики производственных показателей. Для Тендровского и Ягорлыцкого заливов ЧПБЗ в последнее десятилетие отмечено увеличение биомассы и площади произрастания фитоценозов *Chara aculeolata* и *Lamprothamnium papulosum* после периода их частичной деградации. На основе анализа данных о распространении редких и охраняемых харофитов в бассейне Чёрного моря показано, что их основные местообитания приурочены к водоёмам особо охраняемых природных территорий Херсонской области и Республики Крым. По результатам проведённых исследований рекомендовано внесение в проектируемую Красную книгу Херсонской области *C. aculeolata*, *Chara canescens*, и *L. papulosum*, для остальных видов харовых водорослей необходимо ведение регулярного мониторинга состояния популяций и фитоценозов.

Ключевые слова: харовые водоросли, состояние популяций, особо охраняемые природные территории, Красная книга, Чёрное море

ВВЕДЕНИЕ

Харовые водоросли представляют собой относительно небольшую группу преимущественно пресноводных макрофитов, некоторые из которых обитают в солёных и солоноватых водах. В заливах и лагунах морей Европы встречается 27 видов порядка Charales, из них почти 70 % относятся к редким и охраняемым (Schubert et al., 2024). В Красные книги приморских стран внесено 14 видов харофитов, в красный список МСОП – три (Blaženčić et al., 2006; Kontula et al., 2013; IUCN Red List, 2025).

Для бассейна Черного моря известно 20 видов харовых водорослей (Воловик и др., 2008; Маслов, Ткаченко, 2008; Борисова, 2016; Schubert et al., 2024; GBIF, 2025), семь из которых имеют охранный статус: два внесены в Красный список МСОП как вызывающие наименьшее беспокойство (Least Concern) (IUCN Red List, 2025), остальные охраняются на национальном или региональном уровне. В Красную книгу Российской Федерации (КК РФ, 2024) включена *Chara baltica* (Hartman) Brzuzelius, Республики Болгария (ЧК РБ, 2015) – *Chara kokeilii* A. Braun, Украины (ЧКУ, 2009) – *Chara braunii* C. C. Gmelin, *Chara canescens* Loiseleur и *Nitella tenuissima* (Desvau) Kützing; региональный охранный статус имеют *C. braunii*, *C. canescens* (Бойко, Подгайний, 2002) и *Lamprothamnium papulosum* (Wallroth) J. Groves (Красная книга Республики Крым, 2015).

К настоящему времени сведения о харовых водорослях большинства морей Европы остаются отрывочными и неполными (Schubert et al., 2024). Для Charophyta Чёрного моря описаны видовой состав и распространение (Морозова-Водяницкая, 1959; Погребняк, 1965;

Калугина-Гутник, 1975; Маслов, 2002; Садогурский, 2009), тогда как долгосрочная динамика продукционных характеристик и биотопическая приуроченность видов изучены недостаточно (Паламарь-Мордвинцева и др., 2005; Борисова, Ткаченко, 2008; Борисова, 2016).

Регулярные мониторинговые исследования состояния фитоценозов харовых водорослей проводились на акваториях Тендровского и Ягорлыцкого заливов Черноморского государственного природного биосферного заповедника (ЧГПБЗ) с 1961 по 2021 годы (Черняков, 1995; Королесова, 2023). Помимо этого, их местообитания сохраняются в акваториях ещё 13 заповедных объектов прибрежных зон причерноморских государств, из них три в России; пять в Болгарии, два на Украине и один в Румынии (GBIF, 2025; The Natura 2000 protected areas network, 2025).

В связи с необходимостью формирования списков редких видов гидробионтов новых приморских регионов Российской Федерации была поставлена цель работы: охарактеризовать современное состояние, распространение и тенденции многолетней динамики популяций редких и охраняемых видов харовых водорослей Тендровского и Ягорлыцкого заливов, разработать рекомендации для их внесения в Красную книгу Херсонской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом послужили данные автора по состоянию популяций редких и охраняемых видов харовых водорослей (пор. Charales), полученные в результате анализа качественных и количественных проб макрофитобентоса, отобранных по регулярной сетке станций в акваториях Тендровского и Ягорлыцкого заливов (ЧГПБЗ), в летний период с 2010 по 2021 годы (рис. 1b). На каждой станции для сбора количественных проб макрофитов закладывали учетную рамку размером 20×20 см в трёх повторностях (Калугина-Гутник, 1975), качественные пробы отбирали вручную или скребком с шириной захвата 30 см. Помимо этого описывали тип растительности, донных осадков, измеряли глубину по ручному лоту, определяли солёность воды по рефрактометру ATAGO S/Mill 8409.

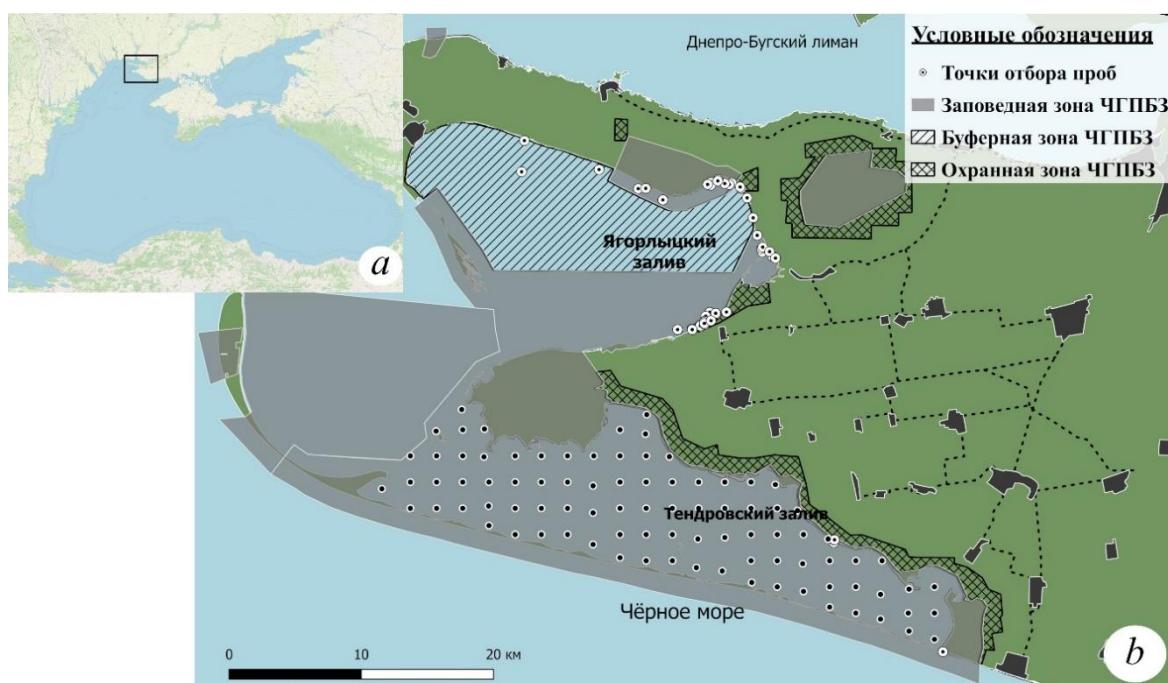


Рис. 1. Карта-схема района исследований (a) и сетки станций отбора проб в акваториях Черноморского государственного природного биосферного заповедника (b)

В лабораторных условиях измеряли длину талломов (мм) и массу (г) макрофитов. Статистическую обработку данных проводили в программной среде R. Площадь произрастания исследуемых видов харовых водорослей рассчитывали картографическим методом с использованием пакета QGIS 3.16.

Идентификацию макрофитов проводили при помощи световой микроскопии (бинокуляр МБС-9, микроскоп Микмед-2) по монографическим сводкам и определителям (Зинова, 1967; Голлербах, Красавина, 1983; Schubert et. al, 2024). Виды указывали по AlgaeBase (Guiry, Guiry, 2025).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За период мониторинговых исследований (1961–2021 годы) для акваторий Тендровского и Ягорлыцкого заливов выявлено 6 редких видов харофитов, из которых два охраняются на международном уровне, четыре – на государственном и два – на региональном (табл. 1). К редким видам мы относим также *Chara aculeolata* Kützing, не имеющую охранного статуса, но считающуюся угрожаемым видом в российском секторе Чёрного моря (Воловик и др., 2008; Маслов, Ткаченко, 2008) и локально вымершим у берегов Болгарии (Temniskova et al., 2008).

Таблица 1

Редкие и охраняемые виды харовых водорослей (Charales) бассейна Чёрного моря

Вид	МС ОП	КК РФ	ЧК У	ЧК Б	КК РК	КС ХО	1
<i>Chara aculeolata</i> (= <i>C. papillosa</i>) Kützing	-	-	-	-	-	-	Р, У, ЛИ
<i>Chara aspera</i> Willdenow	LC	-	-	-	-	-	НИ
<i>Chara baltica</i> (Hartman) Bruzelius	-	P	-	-	-	-	-
<i>Chara braunii</i> C. C. Gmelin	-	-	У	-	-	У	-
<i>Chara canescens</i> Loiseleur	-	-	P	-	-	Р	Р, УИ
<i>Chara kokeilii</i> A. Braun	-	-	-	УИ	-	-	УИ
<i>Lamprothamnium papulosum</i> (Wallroth) J. Groves	-	-	У	-	P	-	Р, НИ.
<i>Nitella tenuissima</i> (Desvaux) Kützing	LC	-	P	-	-	-	У, НИ

Примечания к таблице: МСОП – Красный список Международного союза охраны природы (IUCN Red List, 2025); КК РФ – Красная книга Российской Федерации (2024); ЧК У – Червона книга України (2009); ЧК Б – Червена книга на Република България (2015); КК РК – Красная книга Республики Крым (2015); КС ХО – Красный список Херсонской области (Бойко, Подгайний, 2002); 1 – статус по оценкам (Воловик и др., 2008; Маслов, Ткаченко, 2008; Temniskova et al., 2008); Р – редкий; У – уязвимый; УИ – под угрозой исчезновения; ЛИ – локально исчезнувший; НИ – недостаточно изученный; LC (Least Concern) – вызывающий наименьшие опасение.

В период с 2010 по 2021 годы в акватория обоих заливов обнаружено четыре вида харовых водорослей, имеющих охранный статус (табл. 1): *C. aculeolata*, *C. aspera*, *C. canescens* и *L. papulosum*. Их типичным местообитанием является пологая мелководная зона (рис. 2 a, b, c, d), которая подвергается в летний период значительной инсоляции и прогреву воды, а в суровые зимы промерзает. Согласно классификации биотопов по EUNIS (Davies et al., 2004; EUNIS Habitat Classification, 2025), местообитания харовых водорослей в заливах, лиманах и бухтах Чёрного моря относятся к A5.53 – Поля морских трав с прикреплёнными водорослями на черноморских защищенных инфрапиторальных илистых песках, подверженных опреснению в составе A5.5 – Сообщества макрофитов на сублиторальных донных осадках. Для *L. papulosum* отдельно выделен биотоп A5.52F (EUNIS Habitat Classification, 2025). Состояние этих местообитаний оценивается как близкое к

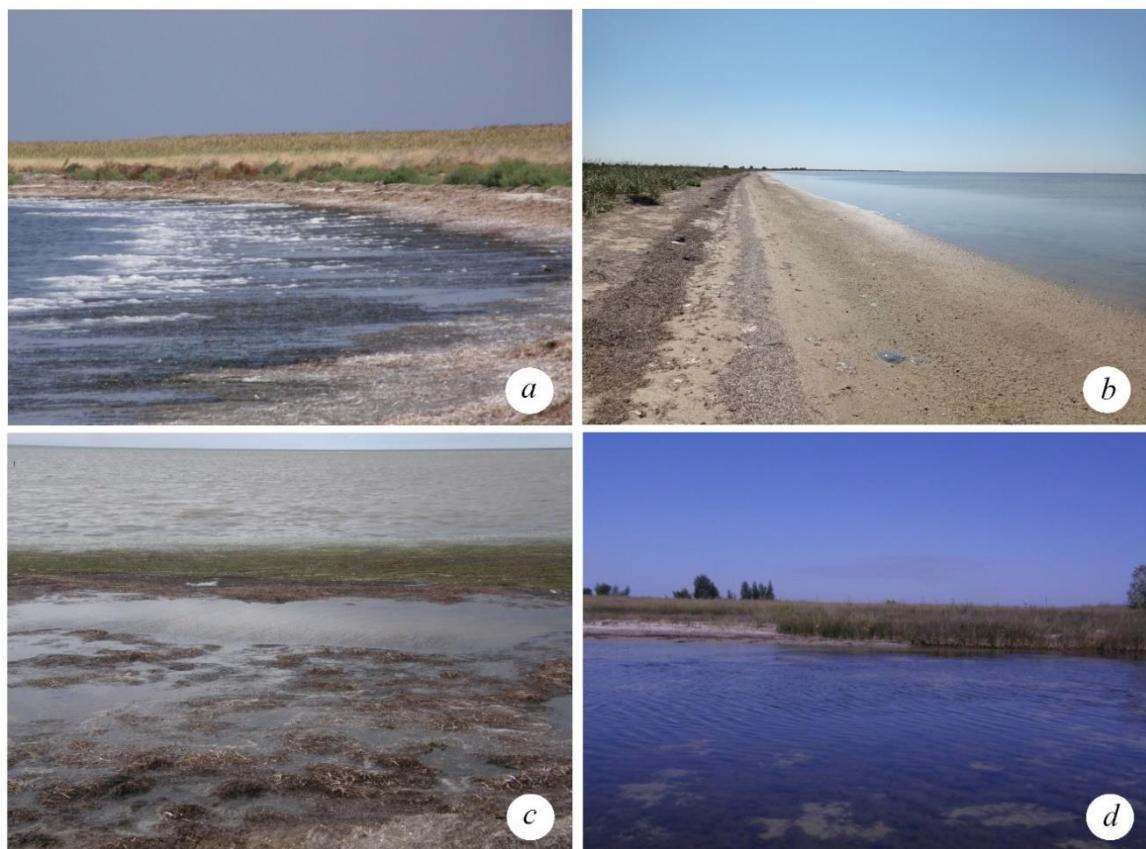


Рис. 2 Типичные местотообитания харовых водорослей в прибрежной зоне на северных (a), восточных мелководьях Ягорлыцкого залива (b, d) и на восточном побережье Тендровского залива (c) (Чёрное море)

угрожаемому из-за снижения количественных характеристик макрофитов в течении последних 50-ти лет (EUNIS Habitat Classification, 2025).

Лампротамниум пупырчатый *Lamprothamnium papulosum* (= *Lamprothamnus alopeceuroides* A. Braun = *Lamprothamnus papulosus* (K. Wallroth) A. Béguinot & L. Formiggini) распространён в морях Европы (Langangen, 2007; Schubert et al., 2024; GBIF, 2025), в том числе Средиземном, Ирландском, Балтийском, Чёрном (Калугина-Гутник, 1975; Воловик и др., 2008) и Азовском (Громов, 2012), а также вдоль атлантического побережья Европы, у берегов Африки и Австралии (Индийский океан) (Wood, Imahori, 1965; Naz et al., 2010), встречается на мелководьях Аральского (Жакова, 2013) и Каспийского морей (Киреева, Щапова, 1957);

В бассейне Чёрного моря (рис. 3а) наибольшее число локалитетов известно из северо-западной части (СЗЧМ) (Подлесьский, 1936; Морозова-Водяницкая, 1959; Погребняк, Островчук, 1973; Калугина-Гутник, 1975; Борисова, Ткаченко, 2008; Садогурский, 2009; Маслов, 2010; Королёсова, 2017), встречается также в лимане Донузлав (Ревков и др., 2021), Таманском заливе (Симакова, 2011; Сушкова и др., 2024), Суджукской лагуне (Афанасьев и др., 2012; Калугина-Гутник и др., 1988) и на побережье Болгарии (Temniskova et al., 2008).

В заливах ЧГПБЗ *L. papulosum* произрастает на пологих мелководьях (рис. 3б) на глубине 0,3–3 м (среднее значение $0,99 \pm 0,45$ м), что соответствует местообитаниям вида в прибрежных зонах морей Европы (Schubert et al., 2024), но превышает нижнюю границу распространения в других акваториях Чёрного моря (Калугина-Гутник, 1975; Садогурский, 2007).

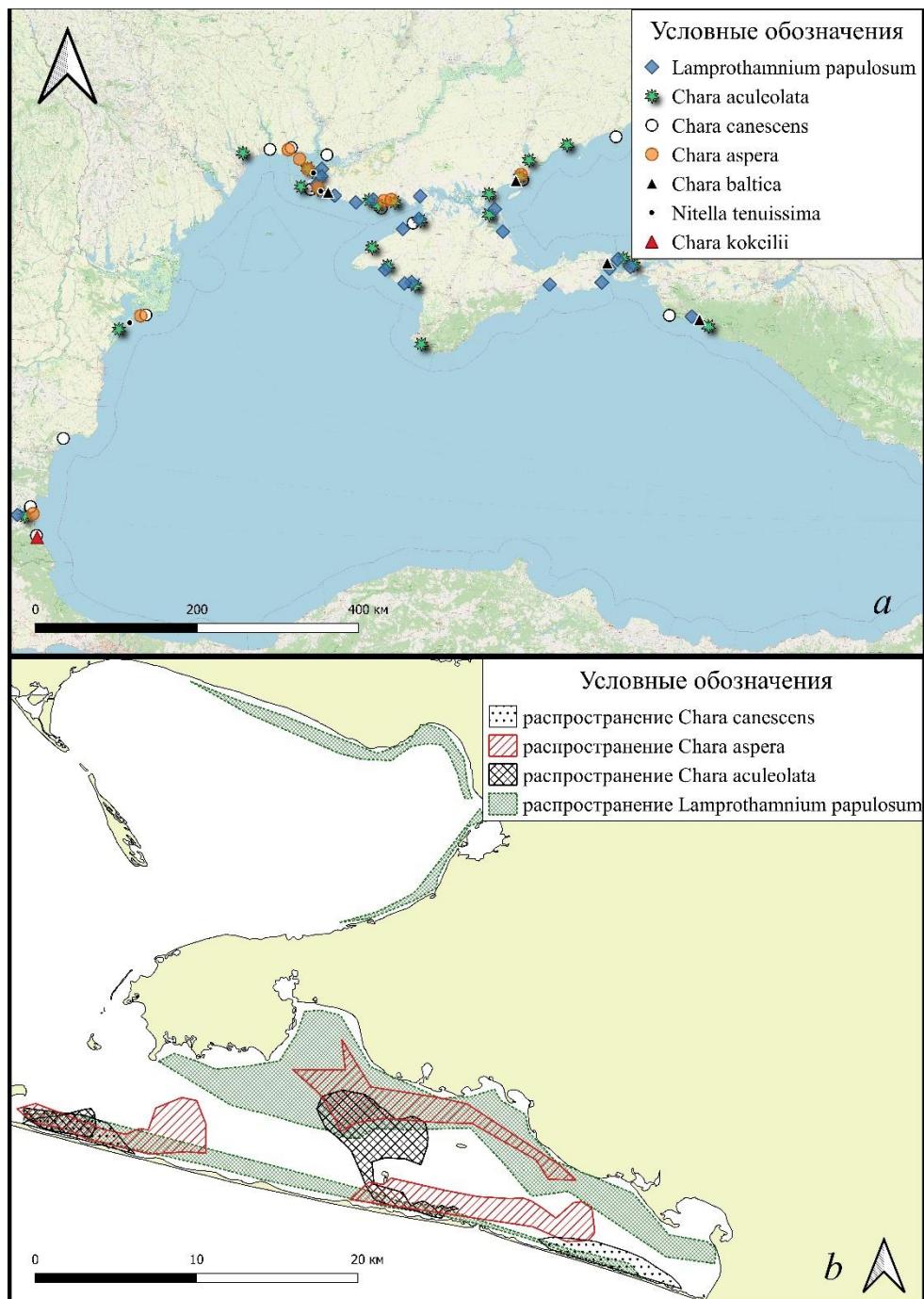


Рис. 3 Карта-схема распространения редких и охраняемых видов харовых водорослей (Charales) в Черноморском бассейне (а) и в акваториях Черноморского государственного природного биосферного заповедника (б)

Растения некустистые, светло-зелёные, реже коричневатые, неинкрустированы известью, обычно с характерно сближенными конечными мутовками и развитыми ризоидальными клубеньками (рис. 4 а, б). Длина таллома варьирует от 13 до 77,2 мм (среднее значение $38,2 \pm 16,7$ мм), что в 2–7 раз меньше, величины, указанной для этого вида в других локалитетах (Калугина-Гутник, 1975; Голлербах, Красавина, 1983, Садогурский, 2007, Schubert et al., 2024).

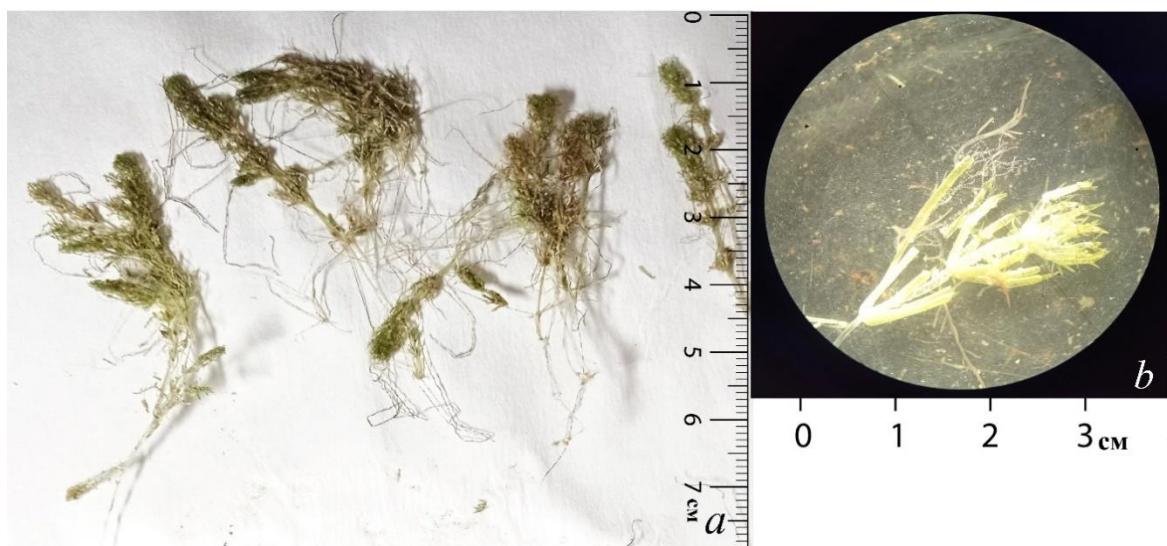


Рис. 4 Внешний вид *Lamprothamnium papulosum* (K. Wallroth) J. Groves: гербарный образец (a), верхушечная часть таллома (b)

L. papulosum относится к гелиофитам, толерантным к изменению освещённости, действию экстремально высоких температур и периодическому осушению (Küster et al., 2000). Является эвригалинным видом, в акваториях заливов произрастает при солёности 11–20 ‰, но способен выдерживать её колебания от 6 до 40 ‰ (Muller et al., 2017; Sanz et al., 2023), по некоторым данным – до 70 ‰ (Soulie-Märsche, 1998).

В составе фитоценоза *Lamprothamnium papulosum* нами зарегистрировано 37 видов макрофитов, ранее их количество варьировало от 20 до 33 (Погребняк, Островчук, 1973; Калугина-Гутник, 1975). Для сообщества характерен высокий уровень доминирования *L. papulosum* (Калугина-Гутник, 1975; Королесова, 2017), доля которого в общей биомассе достигала 99 %.

В период с 2010 по 2021 годы максимальная биомасса вида в Тендровском и Ягорлыцком заливах достигала 848,80 и 570,40 гм⁻², а среднее значение составляло 188,05±46,89 и 104,91±45,72 гм⁻² соответственно.

Впервые для акваторий Тендровского и Ягорлыцкого заливов фитоценоз *Lamprothamnium papulosum* описан в 1960-е годы И. И. Погребняком (Погребняк, 1965), который отнёс его к самым распространённым и продуктивным в СЗЧМ. С 1990-х годов было зафиксировано снижение биомассы *L. papulosum* практически на порядок, при незначительном сокращении площади произрастания (рис. 5а). Колебания производственных показателей популяции этого вида, вплоть до полного исчезновения некоторых локалитетов, были описаны как в Чёрном море (Калугина-Гутник и др., 1988; Афанасьев и др., 2012; Berezenko, Milchakova, 2018), так и в других морях Европы (Blindow et al., 2016, HELCOM Red List, 2013).

Результаты наших исследований свидетельствуют о восстановлении популяции *L. papulosum* и её стабильном состоянии в акваториях ЧГПБЗ в последнее десятилетие, аналогичные тенденции описаны и для других акваторий бассейна Чёрного моря (Ревков и др., 2021).

Местообитания вида, кроме ЧГПБЗ, сохраняются в границах природного заповедника (ПЗ) «Лебяжьи острова», природного парка (ПП) «Джарылгачский», ландшафтно-рекреационного парка (ЛРП) «Донузлав» (Россия); охраняемой территории сети «Натура 2000» Залив Ченгене Скеле (Болгария).

Хара мелкошиповатая. *Chara aculeolata* (=C. *intermedia* A. Braun, C. *papillosa* Kütz.). Номенклатурный статус вида нами приведён по сводкам флоры Charophyta (Голлербах,

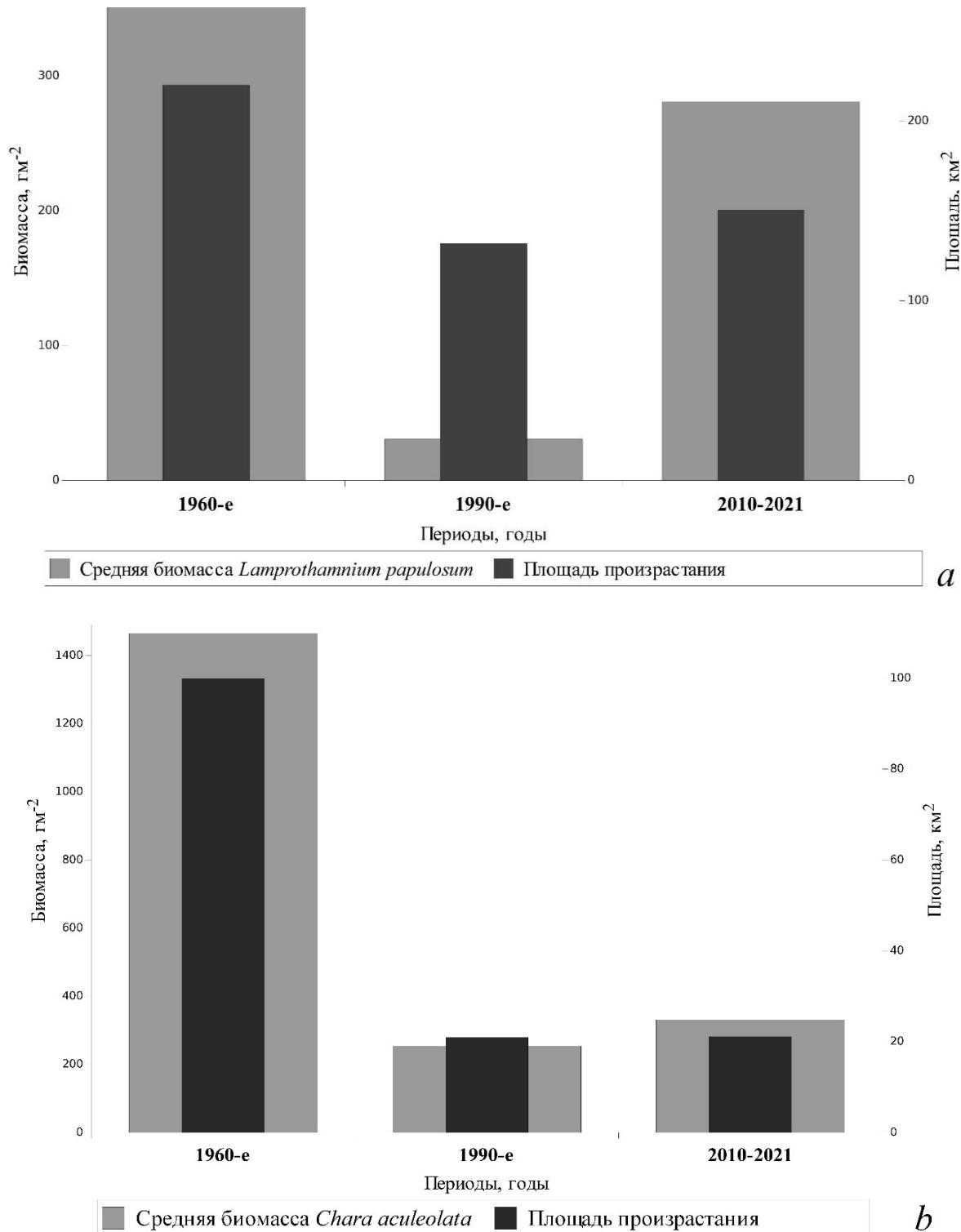


Рис. 5 Изменения биомассы и площади произрастания *Lamprothamnium papulosum* (a) и *Chara aculeolata* (b) в заливах Черноморского государственного природного биосферного заповедника в период 1960–2021 годы

Красавина, 1983; Борисова, Ткаченко, 2008). Согласно обзору харовых водорослей Европы (Schubert et al., 2024), таксономическое положение и объём таксона нуждаются в уточнении.

Вид распространён в прибрежных биотопах Средиземного, Норвежского, Балтийского (Langangen, 2007), Чёрного (Воловик и др., 2008), Азовского (Громов, 2012), Каспийского (Киреева, Щапова 1939) и Аральского морей (Жакова, 2013), а также на атлантическом побережье Франции (Schubert et al., 2024; GBIF, 2025).

В Чёрном море отмечены находки в Куряльницком лимане, Геленджикской лагуне (Митясева и др., 2003), Таманском заливе (Симакова, 2011), в прибрежной зоне Румынии (Caraus, 2002) (рис. 3a). Наиболее значительные скопления – в Тендровском, Ягорлыцком (Погребняк, 1965; Ерёменко, Миничева, 1992; Черняков, 1995; Ткаченко, Маслов, 2002; Королёсова, 2017), Каркинитском (Погребняк, Островчук, 1973; Садогурский, 2009) и Джарылгачском заливах (Морозова-Водяницкая, 1959; Рубинштейн, 1991).

В Тендровском заливе вид произрастает на глубине 0,5–2,2 м на илистых илисто-песчаных грунтах (рис. 3b), что соответствует другим локалитетам в Чёрном море и морях Европы (Калугина-Гутник, 1975, Langangen, 2007; Schubert et al., 2024). Реже встречается на глубине свыше 2–4 м (Torn et al., 2004; Громов, 2012).

C. aculeolata представлена крупными, умеренно кустистыми особями, чаще инкрустированными известью, что соответствует типичному описанию вида (Голлербах, Красавина, 1983; Schubert et al., 2024). Длина таллома варьирует от 300 до 1000 мм (рис. 6 a, b), ранее из Тендровского залива были описаны растения длиной до 1,5 м (Черняков, 1995).



Рис. 6 Внешний вид *Chara aculeolata* Kützing из Тендровского залива: общий вид (a), верхняя часть таллома (b)

Относится к гелиофитам, однако избегает участков с сильными колебаниями температуры и уровня воды. Произрастает при солёности 10–17 ‰, но способен выдерживать колебания от 0 до 20 ‰ (Голлербах, Красавина, 1983; Langangen, 2007; Schubert et al., 2024).

В Тендровском заливе *C. aculeolata* формирует многовидовой фитоценоз с высоким уровнем доминирования вида-эдификатора, доля которого в общей биомассе сообщества составляет 60–99 %.

До середины 1990-х годов фитоценоз *Chara aculeolata* являлся высокопродуктивным и занимал значительную площадь в заливах и лиманах СЗЧМ (Погребняк, 1965; Калугина-Гутник, 1975; Ерёменко, Миничева, 1992). Последующая частичная деградация, которая

наблюдалась в Тендревском заливе (Черняков, 1995), привела к сокращению площади произрастания на порядок к 2010 году (Рис. 5b). В период наших исследований отмечена тенденция к восстановлению популяции *C. aculeolata* (Королесова, 2023), при этом площадь произрастания вида возросла в 3,5 раза, а биомасса более, чем в 5 раз (рис. 7).

Следует отметить, что в период 1940–2000-х годов в заливах Балтийского моря также отмечалась деградация популяции хары мелкошиповатой, но при одновременной колонизации ею новых местообитаний (Vaastrup-Spohr et al., 2013; Schubert et al., 2024).

В пределах российского сектора Чёрного моря местообитания *C. aculeolata* сохраняются в акваториях ЧГПБЗ, ПЗ «Лебяжьи острова», ПП «Джарылгачский», РЛП «Донузлав»; на побережье Украины – в национальном природном парке (НПП) «Куяльницкий»; Румынии – в биосферном резервате (Б3) «Дельта Дуная», Болгарии – в границах охраняемой территории Бакарлака («Натура 2000»).

Анализ обобщённых данных по продукционным характеристикам *Lamprothamnium papulosum* и *Chara aculeolata* в Чёрном море (табл. 3) показал, что наибольшее значение биомассы их фитоценозов отмечено в лимане Донузлав в 2019 году (Ревков и др., 2021) и в Ягорлыцком заливе в конце 1980-х годов (Ерёменко, Миничева, 1992) соответственно. В некоторых районах СЗЧМ в середине 1990-х годов регистрировалось снижение продукционных характеристик сообществ обоих видов (Рубинштейн, 1988, 1991; Черняков, 1995; Ткаченко, Маслов, 2002), тогда как в последние годы наблюдалась тенденция к их восстановлению (наши данные; Садогурский, 2009; Ревков и др., 2021).

Хара седеющая *Chara canescens* (=*Chara crinita* Wallr.) распространена в прибрежной зоне морей Европы (Балтийское, Средиземное, Чёрное, Азовское, Каспийское) (Борисова, Ткаченко, 2008; Casanova, Nicol, 2009; Громов, 2012; Schubert et al., 2024; GBIF, 2025), встречается у берегов Атлантического океана (Северная Америка) (Mann, 2005) и в солёных озёрах Австралии (Casanova, Nicol, 2009).

В Чёрном море наибольшее количество локалитетов сосредоточено в заливах и лиманах СЗЧМ (Подлеський, 1936; Ткаченко, Ковтун, 2004; Борисова, Ткаченко, 2008; Садогурский, 2009; Борисова, 2016; Королесова, 2017, Romanov et al., 2020) (рис. 3a).

В акваториях ЧГПБЗ *C. canescens* встречалась единично в южной части Тендревского залива (рис. 3b) на глубине 1,3–1,5 м, что сопоставимо с диапазоном, описанным для

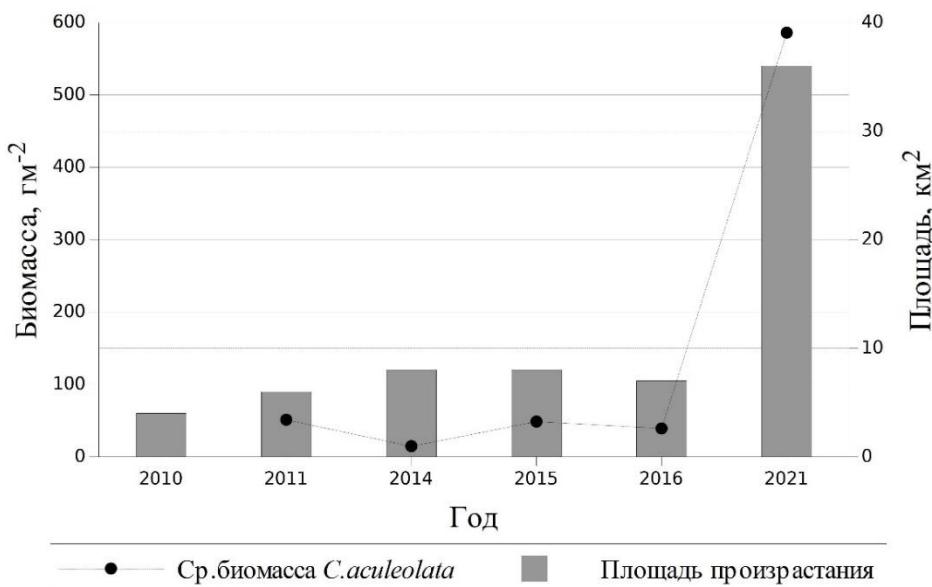


Рис. 7 Динамика биомассы и площади произрастания *Chara aculeolata* в Тендревском заливе в 2010–2021 годах

местообитаний в морях Европы (0,05)0,5–3(5) м (Schubert et al., 2024), но превышает нижнюю границу произрастания в других районах Чёрного моря, где вид отмечен на глубине 0,2–0,7 м (Борисова, Ткаченко, 2008; Садогурский, 2009).

Талломы *C. canescens* плотные, кустистые, со слабой инкрустацией. Длина особей не превышала 60 мм, хотя может достигать 0,5 м (Голлербах, Красавина, 1983). Вид может быть отнесён к гелиофитам, при этом способен адаптироваться к изменению уровня освещённости (Casanova, Nicol, 2009). Нами хара седеющая отмечена при солёности 14 %, что соответствует описанному для неё диапазону от 1,5 до 22,4 % (Schubert et al., 2024).

В Тендровском заливе *C. canescens* входит в состав фитоценозов *Lamprothamnium papulosum* и *Chara aculeolata* как второстепенный вид, что характерно и для других локалитетов (Садогурский, 2009; Casanova, Nicol, 2009; Schubert et al., 2024).

Вид был отмечен в акваториях ЧПБЗ в 1960-е годы (Погребняк, 1965), позднее не регистрировался (Еременко, Миничева, 1992; Ткаченко, Маслов, 2002). С 2010 года после периода деградации встречался единично. Восстановление популяции *C. canescens* отмечено также для Балтийского моря (Schubert et al., 2024).

В бассейне Чёрного моря, кроме ЧПБЗ, локалитеты хары седеющей сохраняются в ПЗ «Лебяжьи острова», ПП «Джарылгачский», ПП «Нижнеднепровский» (Россия); РЛП

Таблица 3
Значения биомассы фитоценозов *Chara aculeolata* и *Lamprothamnium papulosum*
в заливах и лиманах Чёрного моря

Район	Период	Биомасса фитоценоза <i>C. aculeolata</i> , г·м ⁻²	Биомасса фитоценоза <i>L. papulosum</i> , г·м ⁻²	Источник
Тендровский залив	1965	5350 (11000*)	1466,4 (1577*)	(Погребняк, 1965; Погребняк, Островчук, 1973)
	1990	300–1167	-	(Рубинштейн, 1988)
	1993	5335*	-	(Ткаченко, Маслов, 2002)
	2010–2021	225,85±298,97 (2950*)	411,14±65,61 (2047,28*)	Наши данные
Ягорлыцкий залив	1961	2107	-	(Гринбарт, 1968)
	1965–1975	2107–2520*	-	(Гринбарт, 1968; Погребняк, Островчук, 1973; Григорьев, Пупков, 1977)
	1989	1630,8±240,0 (18500*)	-	(Ерёменко, Миничева, 1992)
	2010–2021	-	247,69±44,73 (898,11*)	Наши данные
Каркинитский залив	1973	-	1165*	(Погребняк, Островчук, 1973)
	1998–2003	11237,5–12466,7	-	(Садогурский, 2009)
Джарылгачский залив	1959	-	>10000	(Морозова-Водяницкая, 1959)
	1990	220–1860	-	(Рубинштейн, 1991)
Тилигульский лиман	1995–2000	173	-	(Ткаченко, Ковтун, 2004)
Суджукская лагуна	1959	-	700–1500	(Морозова-Водяницкая, 1959)
Лиман Донузлав	2019	-	1087–42423	(Ревков и др., 2021)

Примечание к таблице. * – максимальное значение биомассы; – данные отсутствуют

«Тилигульский» (Украина); БР «Дельта Дуная» (Румыния), природных резерватах Калиакра и Ропотамо (Болгария).

Хара шероховатая *Chara aspera* (=*Chara globularis* var. *aspera* (Detharding ex Willdenow) R.D.Wood) встречается в Средиземном, Адриатическом, Балтийском (Schubert et al., 2024; GBIF, 205), Чёрном и Азовском морях (Маслов, 2010), на побережье Атлантического океана (Европа, Северная Америка) (Schubert et al., 2024; GBIF, 205).

В Чёрном море зарегистрирован в Тендровском, Ягорлыцком, Джарылгачском заливах, Березанском и Днепровском лиманах (Подлеський, 1936; Погребняк, 1965; Погребняк, Островчук, 1973, Ткаченко, Маслов, 2002; Борисова, Ткаченко, 2008; Королесова, 2017) (рис. 3а).

В Тендровском заливе *C. aspera* произрастает в южной и северной прибрежных зонах (рис. 3б) на глубине от 0,5 до 2,6 м (средняя величина $1,60 \pm 0,56$ м). Это совпадает с диапазоном 0,5–6 м, отмеченным для местообитаний вида в морях Европы (Blindow, Schütte, 2007).

Хара шероховатая была представлена слаборазветвленными, светло-зелёными особями, почти не инкрустированными, с хорошо развитыми ризоидальными клубеньками. Длина таллома варьировала от 42 до 103 мм, что соответствует данным для прибрежных локалитетов в Чёрном море и морях Европы (Голлербах, Красавина, 1983; Schubert et al., 2024), тогда как в глубоководных биотопах Балтийского моря она может достигать 0,70 м (Blindow, Schütte, 2007).

C. aspera может быть отнесена к гемисциофитам, способным выдерживать дефицит света (Blindow, Schütte, 2007). Произрастает при солёности 9–18‰ (среднее значение $14,19 \pm 2,37$ ‰), что соответствует параметрам вод в морских местообитаниях Европы (Schubert et al., 2024).

В Тендровском заливе *C. aspera* входит в состав фитоценозов *Lamprothamnium papulosum* и высших водных растений. Биомасса в период 2010–2021 годы варьировала от 0,93 до 436,00 гм⁻² при среднем значении $275,53 \pm 403,75$ гм⁻².

Вид отмечается в акваториях ЧГПБЗ на протяжении всего периода наблюдений с 1961–2021 годы (Погребняк, 1965; Борисова, Ткаченко, 2008; Королесова, 2017), в небольшом количестве. Для заливов Балтийского моря *C. aspera* также указана как стабильный, но малочисленный вид (Sinkeviciene et al., 2017).

В прибрежной зоне Чёрного моря локалитеты хары шероховатой сохраняются в акваториях ЧГПБЗ, ПП «Джарылгачский», ПП «Нижнеднепровский» (Россия), БР «Дельта Дуная» (Румыния), охраняемой территории сети «Натура 2000» Бакарлака (Болгария).

Помимо описанных видов харовых водорослей в акваториях ЧГПБЗ отмечались также *N. tenuissima* и *C. baltica*, относящиеся к редким и охраняемым (табл. 1). Нителла регистрировалась в Тендровском и Ягорлыцком заливах в 1990-е годы, одно местообитание известно у берегов Румынии (Caraus, 2002). Хотя ареал *N. tenuissima* в морях Европы достаточно широк, в его границах вид отмечен спорадически (Scubert et al., 2024).

Поскольку идентификация хары балтийской по морфологическим признакам затруднена, необходимо проведение дальнейших исследований, в том числе генетических, для уточнения таксономической принадлежности особей из Тендровского залива. Поскольку сведения о *N. tenuissima* и *C. baltica* ограничены, ведение регулярного мониторинга позволит охарактеризовать современное состояние их популяций как в акваториях ЧГПБЗ, так и в других районах Чёрного моря.

Учитывая экосистемную значимость харофитов для мелководных заливов ЧГПБЗ (Паули, 1927; Черняков, 1995), динамику их популяций и сообществ (Королесова, 2017; 2023а; 2023б), нами рекомендуется включение *C. aculeolata*, *C. canescens* и *L. papulosum* в проектируемую Красную книгу Херсонской области, что позволит разработать перечень природоохранных мероприятий, направленных на сохранение и восстановление их фитоценозов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В акваториях Тендровского и Ягорлыцкого заливов Черноморского государственного природного биосферного заповедника зарегистрировано 6 редких и охраняемых видов водорослей порядка Charales: *Chara aspera* и *Nitella tenuissima* (Красный список МСОП); *Chara baltica* (КК РФ, 2024); *Lamprothamnium papulosum* (КК РК, 2005; ЧКУ, 2009), *Chara canescens* (КС ХО, 2002; ЧКУ, 2009) и *Chara aculeolata*, относящаяся к редким и угрожаемым видам.

За период 2010–2021 годов в акваториях ЧГПБЗ встречались *C. aculeolata*, *C. aspera*, *C. canescens* и *L. papulosum*, для которых выявлено восстановление продукционных характеристик популяций после периода их частичной деградации.

Современное состояние популяций редких и охраняемых видов харовых водорослей в акваториях ЧГПБЗ оценивается как стабильное.

Перспективными для включения в проектируемую Красную книгу Херсонской области являются *Chara aculeolata*, *C. canescens* и *L. papulosum*. Для других редких и охраняемых видов рекомендовано ведение регулярного мониторинга для оценки состояния их популяций и сообществ.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность всему коллективу Черноморского биосферного заповедника и к. г. н. Д. А. Чернякову за помощь в планировании экспедиционных работ и сборе полевого материала, а также руководителю лаборатории фиторесурсов ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН» к. б. н. Н. А. Мильчаковой за консультации по теме исследования.

Работа выполнена в рамках научной темы ГАУ «Черноморский биосферный заповедник» – «Мониторинг состояния природных комплексов Черноморского биосферного заповедника (Летопись природы)» и ФИЦ ИнБЮМ «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения» (№ гос. регистрации 124022400148–4).

Список литературы

- Афанасьев Д. Ф., Середа М. М., Березенко Н. С., Мартынов Я. И. Макрофитобентос памятника природы «Суджукская лагуна» Новороссийской бухты // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартын». – 2012. – № 3. – С. 165–175.
- Борисова Е. В., Ткаченко Ф. П. Материалы к флоре Charales юго-запада Украины // Альгология. – 2008. – Т. 18, № 3. – С. 287–298.
- Борисова Е. В. Анализ флоры Charales (Charophyta) Украины // Algologia. – 2016. – Т. 26, № 4. – С. 403–417.
- Бойко М. Ф., Подгайний М. М. Червоний список Херсонської області: Рідкісні та зникаючі види рослин, тварин та грибів (2-е видання перероблене та доповнене). – Херсон, 2002. – 32 с.
- Воловик И. Г., Корпакова С. П., Афанасьев Д. Ф., Федяева В. В., Громов В. В. Флора водных и прибрежно-водных экосистем Азово-Черноморского бассейна. – Краснодар: ФГУП «АзНИИРХ», 2008. – 275 с.
- Голлербах М. М., Красавина Л. К. Определитель пресноводных водорослей СССР: Том 14. Харовые водоросли. – Ленинград: Наука, 1983. – 140 с.
- Григорьев Б. Ф., Пупков В. А. Донные беспозвоночные Ягорлыцкого и Тендровского заливов Чёрного моря // Вестник зоологии. – 1977. – № 2. – С. 76–82.
- Гринбарт С. Г. Зообентос Ягорлыцкого и Тендровского заливов // Биологические исследования Черного моря и его промысловых ресурсов (сб. статей) / [Отв. ред. В. А. Водяницкий]. – М.: Наука, 1968. – С. 99–105.
- Громов В. В. Водная и прибрежно-водная растительность северного и западного побережья Азовского моря // Журнал Сибирского федерального университета. – 2012. – Т. 5, № 2. – С. 121–137.
- Ерёменко Т. И., Миничева Г. Г. Структурно-функциональная характеристика донной растительности Ягорлыцкого залива // Природные комплексы Черноморского биосферного заповедника (сб. научн. тр.) [Отв. ред. С. В. Таращук] – К.: Наукова думка, 1992. – С. 48–55.
- Жакова Л. В. О влиянии многолетних изменений солёности Аральского моря на динамику сообществ макрофитов // Труды Зоологического института РАН – 2013. – № 3 – С. 113–119.
- Зинова А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – М.– Л.: Наука, 1967. – 398 с.
- Калугина-Гутник А. А. Макрофитобентос Чёрного моря. – К.: Наукова думка, 1975. – 248 с.

- Калугина-Гутник А. А., Халилова М. Р., Миронова Н. В., Березенко Н. С. Современное состояние фитобентоса Суджукской лагуны // Экология моря. – 1988. – Т. 30. – С. 29–36.
- Киреева М. С., Щапова Т. Ф. Материалы по систематическому составу и биомассе водорослей и высшей водной растительности Каспийского моря // Труды института океанологии. – 1957. – Т. 23. – С. 125–136.
- Королесова Д. Д. Сучасний стан макрофітобентосу Тендрівської та Ягорлицької заток Чорноморського біосферного заповідника // Чорноморський ботанічний журнал. – 2017. – Т. 13, № 4. – С. 457–467. DOI: 10.14255/2308-9628/17.134/4
- Королесова Д. Д. Восстановление фитоценоза *Chara aculeolata* Kützing в Тендровском заливе (Чёрное море) // Морской биологический журнал. – 2023. – Т. 8, № 4. – С. 110–115. DOI: 10.21072/mbj.2023.08.4.09
- Королесова Д. Д. Поширення харових водоростей (Characeae), що занесені до ЧКУ, у морських затоках / Поширення раритетних видів біоти України. Том 2. – Чернівці: Друк Арт, 2023. – С. 157–159.
- Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / [Отв. ред. Д. В. Гельтман]. – Москва: ВНИИ «Экология», 2024. – 944 с.
- Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / [Отв. ред. А. В. Ена, А. В. Фатерыга]. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.
- Маслов И. И. Макрофитобентос некоторых заповедных акваторий Черного моря (Украина) // Альгология. – 2002. – Т. 12, вып. 1 – С. 81–95.
- Маслов И. И. Макрофитобентос Сиваша // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартын». – 2010. – Вып. 1 – С. 143–151.
- Маслов И. И., Ткаченко Ф. П. Фитосозологические аспекты флоры водорослей макрофитов Чёрного моря (Украина) // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2008. – Вып. 96. – С. 12–18.
- Митясева Н. А., Максимова О. В., Гиоргиеv А. А. Флора макроводорослей северной части Российского побережья Чёрного моря // Экология моря. – 2003. – Вып. 64. – С. 24–29.
- Морозова-Водяницкая Н. В. Растительные ассоциации в Чёрном море // Труды Севастопольской биологической станции. – 1959. – Т. 11. – С. 3–28.
- Паламарь-Мордвинцева Г. М., Борисова О. В., Царенко П. М. Підсумки та сучасні завдання вивчення Charales України // Український ботанічний журнал. – 2005. – Вип. 62. – С. 538–547.
- Паули В. Л. Материалы к познанию биоценозов Егорлыцкого залива // Труды Всеукраинской Государственной Черноморо-Азовской Научно-Промысловой Опытной Станции. – 1927. – Т. 2, вып. 2. – С. 63–75.
- Погребняк И. И. Донная растительность лиманов северо-западного Причерноморья и сопредельных им акваторий Чёрного моря: автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. – Одесса, 1965. – 31 с.
- Погребняк И. И., Острожчук П. П. Фитоценозы мягких грунтов северо-западной части Чёрного моря // Материалы Всесоюзного симпозиума по изученности Чёрного и Средиземного морей, использованию и охране их ресурсов (Севастополь, октябрь 1973) – К.: Наукова думка, 1973. – С. 145–147.
- Подлеський В. И. Charophyta південозахідної УСРР // Журнал Інституту ботаніки УАН. – 1936. – Т. 15, вип. 7. – С. 65–69.
- Ревков Н. К., Болтачева Н. А., Ревкова Т. Н., Бондаренко Л. В., Щуров С. В., Лукьяннова Л. Ф. Донная фауна озера Донузлав (Черное море) в условиях промышленной добычи песка // Экосистемы. – 2021. – Вып. 27. – С. 5–22. DOI: 10.37279/2414-4738-2021-27-5-22
- Рубинштейн И. Г. Влияние добычи песка на флору и фауну Джарылгачского залива (Чёрное море) // Количественное и качественное распределение бентоса: кормовая база бентосоядных рыб (сб. научн. тр.). – М.:ВНИРО, 1988. – С. 73–91.
- Рыбохозяйственный раздел ТЭО охраны заливов Чёрного моря от загрязнения ДВС и сточными водами в зоне Краснознамянской оросительной системы Херсонской области: отчёт о НИР / Рубинштейн И.Г. – Керчь. – 1991. – 26 с.
- Садогурский С. Е. К изучению донной растительности солёных озёр Керченского полуострова (Крым) // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2007. – Вып. 94. – С. 21–24.
- Садогурский С. Е. Флора и растительность акваторий филиала Крымского природного заповедника Лебяжьи острова (Черное море): современное состояние и пути сохранения // Заповідна справа в Україні. – 2009. – Т. 15, вип. 2. – С. 41–50.
- Симакова У. В. Структура и распределение сообществ макрофитобентоса в зависимости от рельефа дна: Северо-Кавказское побережье Черного моря: дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2011. – 203 с.
- Сушкова Е. Г., Афанасьев Д. Ф., Беспалова Л. А. Анализ пространственной структуры распределения фитобентосных сообществ Таманского залива // Успехи современного естествознания. – 2024. – № 11. – С. 78–84. DOI: 10.17513/use.38336
- Ткаченко Ф. П., Ковтун О. О. Нові знахідки макрофітів у Тилігульському лимані Чорного моря // Вісник Харківського національного аграрного університету. – 2004. – Вип. 1 (4). – С. 108–115.
- Ткаченко Ф. П., Маслов И. И. Морской макрофитобентос Черноморского биосферного заповедника // Экология моря. – 2002. – Вып. 62. – С. 34–40.
- Червона книга України. Рослинний світ / [За ред. Я. П. Дідуха]. – Київ: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
- Червена книга на Республика България Том 1. Растения и гъби / [Ред. Пеев Д. и др]. – София: БАН & МОСВ, 2015. – 887 с.
- Черняков Д. О. Природно-аквальні ландшафтні комплекси Тендрівської та Єгорлицької заток і моніторинг їх стану у Чорноморському біосферному заповіднику: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Харків. – 1995. – 16 с.

- Baastrup-Spohr L., Iversen L. L., Dahl-Nielsen J., Sand-Jensen K. Seventy years of changes in the abundance of Danish charophytes // *Freshwater Biology*. – 2013. – Vol. 58, iss. 8. – P. 1682–1693. DOI: 10.1111/fwb.12159
- Berezenko N. S., Milchakova N. A. Long-term changes of macrophytobenthos of «Sudzhuk Lagoon» Natural Monument (Black Sea) // *Nature Conservation Research*. – 2018. – Vol. 3, iss. 4. – P. 59–67. DOI: 10.24189/ncr.2018.060
- Blazencic J, Stevanović B., Blaženčić Ž., Stevanović V. Red Data List of Charophytes in the Balkans // *Biodiversity and Conservation*. – 2006. – Vol.15, iss. 11. – P. 3445–3457. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-2008-5>
- Blindow I., Dahlke S., Dewart A., Flügge S., Hendreschke M., Kerkow A., Meyer J. Long-term and interannual changes of submerged macrophytes and their associated diaspore reservoir in a shallow southern Baltic Sea bay: influence of eutrophication and climate // *Hydrobiologia*. – 2016. – Vol. 778, iss. 1. – P. 121–136. DOI: 10.1007/s10750-016-2655-4
- Blindow I., Schütte M. Elongation and mat formation of *Chara aspera* under different light and salinity conditions // *Hydrobiologia*. – 2007. – Vol. 584, iss. 1. – P. 69–76. DOI: 10.1007/s10750-0070578-9
- Caraus I. The algae of Romania // *Studii și Cercetări, Biologie*. – 2002. – Vol. 7. – P. 1–694.
- Casanova M. T., Nicol J. M. *Chara canescens* (Characeae, Charophyceae) in the Southern Hemisphere // *Charophytes*. – 2009. – Vol. 1 (2). – P. 55–60.
- Davies C. E., Moss D., Hill M. O. EUNIS habitat classification revised 2004. – European Environment Agency, 2004. – 307 p. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/eunis/eunishabitat-classification/documentation/eunis-2004-report.pdf>
- EUNIS habitat classification - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eunis.eea.europa.eu/> (accessed: 15.08.2025)
- Global Biodiversity Information Facility. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gbif.org/> (accessed: 07.08.2025)
- Guiry M. D., Guiry G. M. 2025. AlgaeBase. World-wide electronic publication, University of Galway. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.algaebase.org/> (accessed: 20.07.2025)
- IUCN. 2025. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-1. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iucnredlist.org> (accessed 08.08.2025)
- Kontula T., Haldin J., Karlsson A., Florin A.-B., Fürhaupter K., Herrmann C., Karlsson O., Sonntag N., Autio I., Laamanen M., Arrendal J., Birzaks J., Brzeska P., Boedeker D., Bucas M., Chernova N., Fedorov V., Galatius A., Gerb M., Zettler M. HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. – Helsinki: Baltic Sea Environment Proceedings, 2013. – 106 p.
- Küster A., Schaible R., Schubert H. Light acclimation of the charophyte *Lamprothamnium papulosum* // *Aquatic Botany*. – 2000. – Vol. 68. – P. 205–216. DOI: 10.1016/S0304-3770(00)00122-4
- Langangen A. Charophytes of the Nordic countries. – Oslo: Saeculum ANS, 2007. – 102 p.
- Mann H. Charophytes of Insular Newfoundland II: *Chara evoluta* and *Chara canescens* // *The Canadian Field-Naturalist*. – 2005. – Vol. 119, N 1. – P. 26–37.
- Muller S. D., Rhazi L., Soulie-Märsche I., Benslama M., Bottollier-Curte M., Daoud-Bouattour A., Belair G. D., Ghrabi-Gammar Z., Grillas P., Paradis L., Zouaïda-Abdelkassa H. Diversity and Distribution of Characeae in the Maghreb (Algeria, Morocco, Tunisia) // *Cryptogamie Algologie*. – 2017. – Vol. 38. – P. 201–251. DOI: 10.7872/crya/v38.iss3.2017.201
- Naz S., Diba N. J., Ali M. S. *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Groves (Charophyta), a new record from Bangladesh // *Bangladesh Journal of Botany*. – 2010. – Vol. 39, iss. 1. – P. 111–114. DOI: 10.3329/bjb.v39i1.5535
- Romanov R., Korolesova D., Afanasyev D., Zhakova L. *Chara baltica* (Charophyceae, Charales) from the Black Sea Region and Taxonomic Implications of Extrastipulodes // *Botanica*. – 2020. – Vol. 26, iss. 2. – P. 126–137. DOI: 10.2478/botlit-2020-0014
- Sanz B., Ferriol M., Boira H. Water ecological requirements of Characeae taxa in eastern Spain // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. – 2023. – Vol. 51, iss. 4. – P. 1–20. DOI: 10.15835/nbha51413483
- Schubert H., Blindow I., Nat E., Korsch H., Gregor T., Denys L., Stewart N., Van De Weyer K., Romanov R., Casanova M. T. Charophytes of Europe. – Cham: Springer, 2024. – 1144 p. DOI: 10.1007/978-3-031-31898-6
- Sinkevičienė Z., Bučas M., Ilginė R., Vaičiūtė D., Kataržytė M., Petkuvienė J. Charophytes in the estuarine Curonian Lagoon: Have the changes in diversity, abundance and distribution occurred since the late 1940s? // *Oceanological and Hydrobiological Studies*. – 2017. – Vol. 46. – P. 186–198. DOI: 10.1515/ohs-2017-0019
- Temniskova D., Stoyneva M. P., Kirjakov I. K. Red List of the Bulgarian algae. I. Macroalgae // *Phytologia Balcanica*. – Vol. 14, iss. 2. – 2008. – P. 193–206.
- The Natura 2000 protected areas network – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/natura-2000/the-natura-2000-protected-areas-network> (accessed 18.08.2025)
- Torn K., Martin G., Kukk H. Distribution of the charophyte species in the Estonian coastal waters (NE Baltic Sea) // *Scientia Marina*. – 2004. – Vol. 68. – P. 129–136.
- Wood R. D., Imahori K. A Revision of the Characeae // *Taxon*. – 1965. – Vol. 14, N 7. – P. 240–242.

Korolesova D. D. Rare and Protected Species of Charales in the Bays of the Black Sea State Nature Biosphere Reserve // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 134–148.

The inventory, investigation of distribution, dynamics trends, ecological and biotopic features of the protected species of Charales algae of the Black Sea State Natural Biosphere Reserve (BSSNBR) was conducted based on both original research data and literature sources. Macrophytobenthos samples were collected using standard hydrobiological methodologies at network of stations across the bay waters during summer seasons from 2010 to 2021. Descriptions of six charophytes species with national and regional conservation status are given. For four of these species, specific long-term changes in productivity indices have been identified. The increase in biomass and growth area of *Chara aculeolata* and *Lamprothamnium papulosum* was recorded for Tendrovskiy and Yagorlytskiy bays in the Black Sea State Nature Biosphere Reserve in the last decade, following a period of partial degradation in their respective habitats. The analysis of distribution patterns of rare and protected charophytes in the Black Sea basin indicates that their main habitats are found within the Protected Areas in the Kherson region and the Republic of Crimea. Based on the findings of the long-term research, *Chara canescens*, *C. aculeolata* и *L. papulosum* are recommended to be included in the projected Red Data Book of the Kherson region. Regular monitoring of the state of populations and phytocenoses is essential for the other charophyte species.

Key words: Charales, state of populations, Marine Protected Areas, Red Data Book, Black Sea.

*Поступила в редакцию 01.09.25
Принята к печати 14.10.25*

Отношения «хищник – жертва» между пауками (*Arachnida, Araneae*) и социальными осами *Polistes dominula* (Christ, 1791) и *P. mongolicus* du Buysson, 1911 (*Hymenoptera, Vespidae*)

Русина Л. Ю.¹, Русин А. И.², Надольный А. А.³, Литвинюк Н. А.⁴, Валюх И. Ф.⁵

¹ Московский зоопарк
Москва, Россия

² Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева
Москва, Россия

³ Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН
Севастополь, Россия

⁴ Государственный природный заповедник «Казантипский»
Щелкино, Республика Крым, Россия

⁵ Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, Республика Крым, Россия
lirusina@yandex.ru, antonrusin2018@gmail.com, nadolnyanton@mail.ru, nat.litvinyuk@yandex.ru,
ivan.valukh1994.026@mail.ru

В статье представлены результаты анализа отношений хищник – жертва между пауками (*Araneae*) и ресоциальными осами *Polistes dominula* и *P. mongolicus* (*Hymenoptera, Vespidae*), гнездящимися в приморских степях в разные периоды их жизненного цикла. На территории Государственного природного заповедника «Казантипский» (май – июнь 2022 г.) обнаружено, что до выхода рабочих расплод сильнее страдает от хищничества ювенильных особей пауков семейств Araneidae и Salticidae у более поздно гнездящегося гаплометротичного вида *P. mongolicus* по сравнению с плеометротичным *P. dominula*. В окрестностях Симферополя во второй декаде мая 2023–2024 годов возле 18,5–22 % семей *P. mongolicus* отмечены самцы и самки пауков рысей *Oxyopes heterophthalmus*. Самки-основательницы *P. mongolicus* снижали фуражировочную активность и отгоняли пауков, которые пытались проникнуть в гнезда. На территории Черноморского биосферного заповедника пауки *Argiope bruennichi*, располагая в июле – августе 2008–2009 годов свои ловчие сети возле гнезд *P. dominula* и отлавливая рабочих особей, оказались фактором пищевой депривации у выращиваемых в таких семьях будущих самок-основательниц. Недостаточное питание личинок в семьях *P. dominula*, возле которых *A. bruennichi* располагали ловчие сети, усиливало меланизацию 1-го тергита метасомы, а их клипеус оказывался практически непигментированным. Будущие основательницы *P. dominula*, выращенные в условиях пищевой депривации, сходны в фенотипическом отношении с теми, которые тяготеют к более поздней закладке гнезд весной, а также к гнездованию в скоплениях и к плеометрозду.

Ключевые слова: социальные осы, пауки, взаимоотношения хищник – жертва, пищевая депривация, *Vespidae*, *Araneidae*, *Salticidae*, гаплометрозд, плеометрозд, *Polistes dominula*, *Polistes mongolicus*, *Argiope bruennichi*.

ВВЕДЕНИЕ

Энтомофаги оказали огромное влияние на эволюцию гнездостроительных и защитных инстинктов, особенностей основания семьи и жизненного цикла ос-полистин (*Hymenoptera, Vespidae: Polistinae*). Для защиты от позвоночных хищников используется прежде всего жалоносный аппарат (Overal et al., 1981; Starr, 1985, 1989; Manzoli-Palma, Gobbi, 1997). Многие особенности гнездостроительных и защитных инстинктов, характера основания семьи и специфики жизненного цикла сформировались у ос-полистин под воздействием муравьев и паразитоидов (Jeanne, 1970, 1975; Chadab, 1979; Turillazzi, Ugolini, 1979; Post, Jeanne, 1981; Chadab, Rettenmeyer, 1982; West-Eberhard, 1982; Keeping, 1990; London, Jeanne, 1998, 2000; Smith et al., 2001; London, Jeanne, 2005; Turillazzi, 2006; Tongi, Giannotti, 2007, 2008 и др.). Так, у номосоциальных видов полистин для защиты от муравьев и паразитоидов появились оболочка гнезда, ольфакторные, звуковые и визуальные сигналы о приближении

этих хищников. У ресоциальных видов ос рода *Polistes* Latreille, 1802 стебелек гнезда вместе с тыльной поверхностью сотов периодически обрабатывается секретом железы Van дер Вехта, оказывающим репеллентное действие на муравьев (Turillazzi, Ugolini, 1979; Русина, 2010). Для защиты расплода от заражения служат специфические формы звуковых и визуальных сигналов, которые оса посыпает другим членам семьи в момент обнаружения представителей некоторых видов паразитоидов (Makino, 1983; Русина, 2006, 2009; Русина и др., 2023).

Для локальных поселений отдельных видов были составлены таблицы выживания семей ос и описаны поведенческие аспекты их взаимодействия с энтомофагами (Strassmann, 1981; Lutz et al., 1984; Makino, 1989; Makino, Sayama, 1994; Русина, 2006, 2009). Показано, что семьи исследуемых в этом отношении ресоциальных видов ос-полистов Черноморского биосферного (ЧБЗ), Луганского природного, Казантипского и Хоперского государственных природных заповедников демонстрируют разную чувствительность к энтомофагам, что зависит от условий их гнездования (на растениях или в укрытиях), способов основания семьи (гапло- или плеометрозд) и периода жизненного цикла, в котором пребывает семья (Rusina, 2003; Русина, 2008–2012; Литвинюк и др., 2022; Русина и др., 2023).

Расплод в гнездах ос на этих заповедных территориях привлекает энтомофагов из разных таксонов. Некоторая часть семей до выхода рабочих прекращает свое существование в результате хищничества серого кузнечика *Decticus verrucivorus* (Linnaeus, 1758) (Orthoptera, Tettigoniidae), муравья *Myrmica bergi* Ruzsky, 1902 (Hymenoptera, Formicidae) и шершня *Vespa crabro* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Vespidae) (Rusina, 2003; Русина, 2010; Русина и др., 2023). После гибели самки-основательницы яйца, личинки и куколки из ее гнезда растаскиваются муравьями *Leptothorax acervorum* (Fabricius, 1793), *Lasius paralienus* Seifert, 1992, *L. psammophilus* Seifert, 1992 и *Tetramorium caespitum* (Linnaeus, 1758) в течение суток.

После выхода рабочих самый существенный ущерб гнездящимся на растениях семьям наносят птицы и млекопитающие: серый сорокопут (*Lanius excubitor* Linnaeus, 1758 (Passeriformes, Laniidae)), чернолобый (*L. minor* Gmelin, 1788) и обыкновенный (*L. collurio* Linnaeus, 1758) жуланы, белогрудый еж *Erinaceus concolor* Martin, 1838 (Eulipotyphlia, Erinaceidae) и барсук *Meles meles* (Linnaeus, 1758) (Carnivora, Mustelidae) (Русина, 2006, 2011; Русина и др., 2023).

Отмечены случаи ловли имаго ос-полистов различными насекомыми-хищниками: богомолами *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) (Dictyoptera, Mantidae) и перистоусой эмпузой *Empusa pennicornia* Pallas, 1773 (Dictyoptera, Empusidae), дыбкой степной *Saga pedo* (Pallas, 1771) (Orthoptera, Tettigoniidae) и ктырем *Satanas gigas* (Eversmann, 1855) (Diptera, Asilidae), а также пауками: *Argiope lobata* (Pallas, 1772) и *A. bruennichi* (Scopoli, 1772) (Araneae, Araneidae). На территории Соленоозерного участка ЧБЗ наблюдали в течение 1-й и 2-й декад августа 2008 года крупную семью *Polistes dominula* (Christ, 1791), в которой практически все рабочие (кроме трех) были отловлены щуркой золотистой *Merops apiaster* Linnaeus, 1758 (Coraciiformes, Meropidae). Будущие основательницы из этой семьи (всего было выращено 5 особей) оказались мелкими и темноокрашенными.

Цель настоящей работы – изучение роли пауков как фактора гибели расплода и имаго в семьях *Polistes dominula* и *P. mongolicus* du Buysson, 1911, которые гнездятся в степных ландшафтах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования взаимоотношений ос-полистов и пауков проводили на территориях, которые располагаются в южной степной подзоне степной зоны, в Причерноморской южностепной и Причерноморско-приазовской сухостепной провинциях (Маринич и др., 1985):

1) в Черноморском биосферном заповеднике (ЧБЗ) (Херсонская обл.; Ивано-Рыбальчанский и Соленоозерный участки: 46°25' и 46°27' N, 32°07' и 31°59' E соответственно) – в июле – августе 2007–2010 годов;

2) в Государственном природном заповеднике (ГПЗ) «Казантипский» (Республика Крым, ГПЗ «Казантипский» и его охранная зона: 45°28'18.5" N, 35°50'26.1" E и 45°27'47.0" N, 35°49'52.0" E соответственно) – 29–30 мая и 15–19 июня 2022 года, 19 мая 2024 года;

3) в окрестностях Симферополя (Республика Крым) на его крайнем северо-востоке (44°57' N, 34°10' E) – 27–29 мая 2023 года и 7–16 мая 2024 года.

Поиски гнезд *P. dominula* и *P. mongolicus* на растениях ЧБЗ проводили в мае – июне в пределах предпочтаемых мест обитания, а именно: на пониженных участках степных сообществ с доминированием *Artemisia marschalliana* Spreng., в урочищах замкнутых впадин-саг с пресными и солеными озерами и с доминированием *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. и *Thinopyrum elongatum* (Host) D. R. Dewey, вокруг бересово-дубовых колков, а также в пограничной полосе растительности вдоль Ягорлыцкого залива. Особое внимание обращали на места их успешного гнездования в прошлые годы. Проективное покрытие в среднем составляет 80 %. Скопления весной насчитывают 8–12 гнезд/га, в конце сезона – 1–4 гнезда.

Общая площадь, охваченная поисками гнезд ос-полистов в ГПЗ «Казантипский» и его охранной зоне (в котловине на залежи и по обочинам грунтовых дорог – на участках с рудеральной растительностью), составила около 25 га. ГПЗ «Казантипский» находится на севере Керченского полуострова, который на 2,5 км вдается в Азовское море и приурочен к Казантипской возвышенности (44 % территории мыса), окружающей глубокую котловину (37,5 %) эллиптической формы. Котловина образована в сарматских глинах и окружена грядой из нижнемиоценовых мшанковых известняков, имеющих весьма пористую структуру (Антошина и др., 2020). Территория Казантипского природного заповедника лежит в пределах Казантипского подрайона Керченского флористического района, хорошо очерченного естественными границами и испытавшего влияние флоры Горного Крыма. Растительность заповедника представлена главным образом настоящими луговыми и петрофитными степями (Новосад, 1992), а также различными жизненными формами растений – деревьями, кустарниками, кустарничками, одно- и многолетними травами (Корженевский и др., 2006). На территории ГПЗ «Казантипский» оба вида полистов гнездятся преимущественно на *Sisymbrium orientale* L., *Artemisia santonicum* L., *A. taurica* Willd., *Cephalaria transsylvanica* (L.) Schrad. ex Roem. et Schult., *Bassia prostrata* (L.) Beck., *Ligustrum vulgare* L., *Centaurea diffusa* L., *Rosa turcica* Rouy. и *R. canina* L., а *P. dominula*, кроме того, на мшанковых известняках и в укрытиях антропогенного происхождения (Литвинюк и др., 2022). В окрестностях Симферополя осы гнездились чаще всего на *Centaurea diffusa*, *Cichorium intybus* L., *Marrubium peligrinum* L. и *Cephalaria transsylvanica*.

Общие черты жизненного цикла ос-полистов. Перезимовавшие осемененные самки-основательницы в конце апреля – 1-й декаде мая строят гнездо (поодиночке – гаплометroz или группой – плеометroz). Облигатный гаплометroz отмечен у *P. mongolicus*. Часть семей *P. dominula* и *P. nimpha* (Christ, 1791) основываются группой основательниц (Русина, 2006, 2009). Первое поколение рабочих особей появляется в 1-й половине июня. Развиваясь, семья переходит от выращивания рабочих к продукции половых особей (самцов и будущих основательниц). Распад семьи и спаривание происходят в конце лета и осенью. Осенью осы покидают гнезда.

При исследовании взаимоотношений ос и пауков определяли, в какой период развития семьи происходило появление:

- 1) паука, его убежищ в гнезде (до или после выхода рабочих, съеден ли был в нем расплод);
- 2) ловчих сетей.

Роль пауков как фактора гибели расплода и семей до выхода рабочих и в первые две недели после их появления была прослежена на территории Казантипа 27–29 мая и 15–19 июня 2022 года. При описании структуры этого локального поселения ос-полистов регистрировали состав каждой семьи: наличие и число самок-основательниц, ячей в гнезде, яиц, личинок I–V возрастов и куколок (Русина, 2006). Отмечали число семей, погибших до или после выхода рабочих и имевших пауков и/или паутину (рис. 1) в ячейках гнезда.

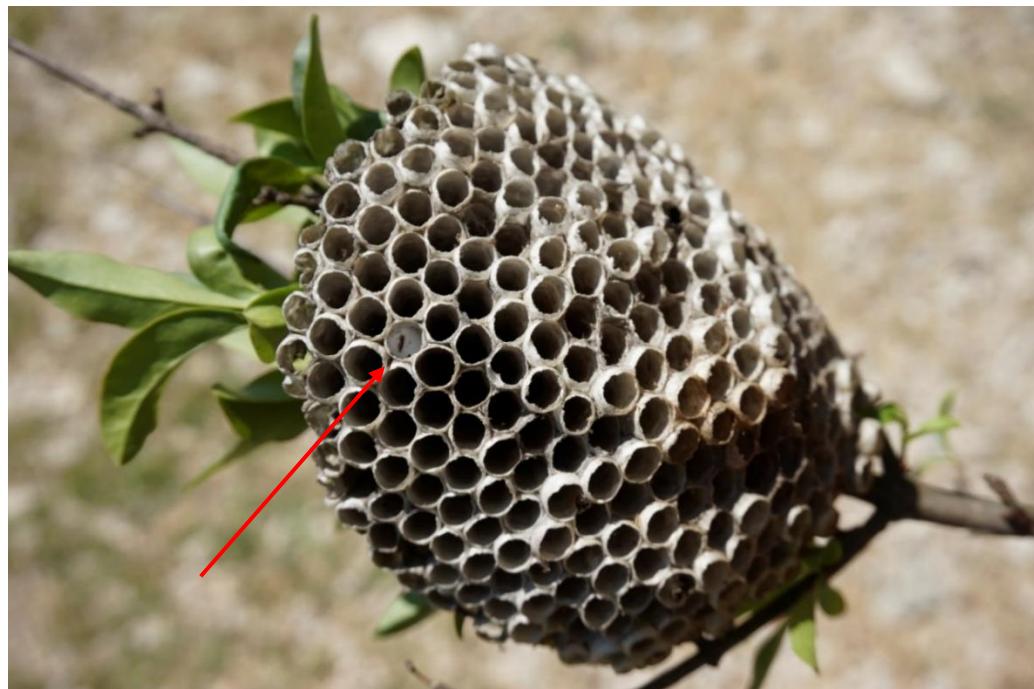


Рис. 1. Убежище паука в ячейке прошлогоднего гнезда *Polistes dominula*
(ГПЗ «Казантипский», 17.06.22) (фото А. И. Русина)

При анализе роли пауков в поимке имаго ос в каждом локальном поселении ос (ЧБЗ и ГПЗ «Казантипский») отмечали вид паука и на каком расстоянии от гнезда ос располагались тенета пауков. Различия в характере распределения ловчих сетей в пространстве (возле гнезд ос в пределах до 1 м или в ином месте) оценили с помощью критерия χ^2 .

Исследования роли пауков как фактора недостаточного потребления пищи личинками (пищевой депривации) проводили во второй декаде июля – августе 2009–2010 годов в природных условиях ЧБЗ в период выращивания семьями *P. dominula* будущих основательниц. Помещенные в специальные садки семьи с окольцованными имаго были возвращены на прежнее место гнездования. Каждые 2 или 3 дня семьи забирали ночью в лабораторию для карттирования гнезд и кольцевания отродившихся имаго, а утром возвращали назад. Во всех семьях проводили описание фенотипа отродившихся будущих самок-основательниц. Варианты рисунка клипеуса, мезоскутума и 1-го тергита метасомы у 292 самок определяли визуально, сверяясь с эталонным рисунком (рис. 2).

В 2009 году мы описали и сравнили фенооблик будущих самок-основательниц из 3 семей, возле которых были обнаружены тенета пауков, с таковыми из 4 успешных семей. Специальный эксперимент был проведен 4–21 августа 2010 года (Русина, Орлова, 2010), который состоял в уменьшении получаемого личинками количества пищи путем удаления части рабочих в 7 семьях. При этом, исходя из данных гнездовой карты, в каждой конкретной семье число личинок старшего возраста, приходящихся на рабочую самку, увеличивали в 1,5–2 раза. Контрольную группу (№ 1) составили 112 самок, окуклившимися до момента удаления рабочих. Экспериментальную группу (№ 3) составили 36 самок, окуклившимися спустя 3 суток после начала опыта. Контрольная группа (№ 2) включала 4 семьи, возле которых расположили свои ловчие сети *Argiope bruennichi*.

Сравнение частот вариантов рисунков особей контрольных и экспериментальных выборок в каждом опыте проводили с помощью критерия χ^2 .

Поскольку распределение изучаемых параметров гнезд ос-полистов разных видов отличается от нормального (критерий Шапиро-Уилка, $p < 0,05$), выборки в таблице 1 представляли в виде медианы Me [25; 75] [min; max] (25 и 75 – 1-й и 3-й квартили, min и max –

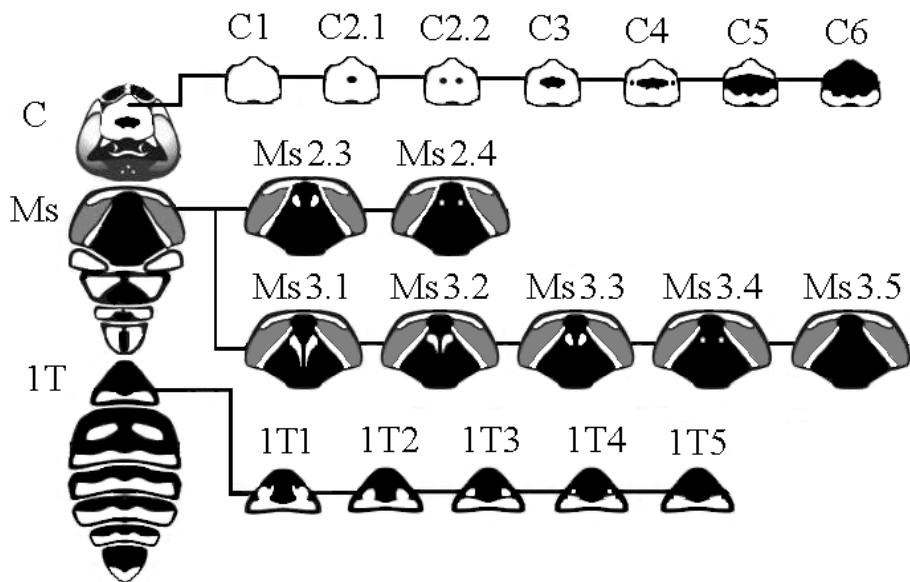


Рис. 2. Варианты меланинового рисунка самки *Polistes dominula*
С – клипеус, Ms – мезоскутум, 1T – 1-й тергит метасомы (Русина и др., 2007).

минимальное и максимальное значение) (Гланц, 1999). Статистический анализ данных проводили с использованием программы Statistica 6.0 (StatSoft, Inc. 1984–2001) и программы Biostatistica 4.03 (S.A. Glantz, McGrawHill, перевод на русский язык – «Практика», 1999). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Пауки как фактор гибели расплода и семей *Polistes mongolicus* и *P. dominula* в фазе до выхода рабочих

Семьи исследуемых видов на заповедных территориях демонстрировали разную чувствительность к повреждающим факторам, что, вероятно, зависит от условий их гнездования, способов основания семьи и от видового состава энтомофагов.

На территории ГПЗ «Казантипский» и в его окрестностях в 2022 году *Polistes mongolicus* гнездился исключительно на растениях, а *P. dominula* – на растениях, мшанковых известняках и в металлических трубах (так же, как и в 2021 году) (Литвинюк и др., 2022). Часть гнезд *P. dominula*, в отличие от гаплометротичного *P. mongolicus*, была основана группой перезимовавших самок (плеометроз). Доля плеометроза в 2022 году составила 32,1 % (9 из 28 гнезд).

В 2022 году *P. dominula* начинал гнездиться раньше, чем *P. mongolicus*. Об этом косвенно свидетельствуют данные сравнительного анализа гнездовых карт гаплометротичных семей разных видов, составленных 27–28.05.2022 в период до оккулирования первых личинок (табл. 1).

Так, в семьях гаплометротичных самок *P. dominula* на 27–28 мая 2022 года статистически значимо больше насчитывали личинок IV и V возрастов, а меньше личинок I возраста, чем в семьях *P. mongolicus* (табл. 1). По размерам гнезд (числу ячей) сравниваемые выборки двух видов при гаплометрозе были сходны.

В 18,99 % (15 из 79) гнезд *P. mongolicus*, найденных в этот период, были обнаружены пауки и/или следы их пребывания в ячейках (в виде убежищ). В 8 гнездах пауки поедали

Таблица 1

Размеры гаплометротических семей *Polistes dominula* и *P. mongolicus*,
гнездящихся в котловине ГПЗ «Казантипский»

Параметры семьи	<i>P. mongolicus</i> (N = 41)	<i>P. dominula</i> (N = 7)	Тест Манна-Уитни
Размер гнезда (в ячейках)	34 [31; 40] [20; 62]	31 [28; 38] [26; 44]	NS
Число яиц	2 [1; 3] [0; 20]	1 [0; 4] [0; 5]	NS
Число личинок 1-го возраста	5 [3; 9] [1; 14]	0 [0; 4] [0; 6]	**
Число личинок 2-го возраста	3 [0; 2] [0; 4]	3 [0; 4] [0; 4]	NS
Число личинок 3-го возраста	1 [0; 3] [0; 8]	2 [2; 3] [1; 3]	NS
Число личинок 4-го возраста	0 [0; 1] [0; 4]	3 [2; 5] [1; 5]	***
Число личинок 5-го возраста	0 [0; 0] [0; 3]	1 [0; 2] [0; 2]	*
Число яиц и личинок 1–3 возраста	11 [8; 17] [0; 22]	9 [3; 15] [2; 17]	NS
Число личинок 4 – 5 возраста	0 [0; 2] [0; 6]	4 [3; 5] [2; 7]	***

Примечание к таблице. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ и NS – $p > 0,05$. Выборки представлены в виде Me [25; 75] [min; max].

личинок. Отловленные в трех гнездах пауки принадлежали к сем. Araneidae. В остальных 5 гнездах наблюдали представителей семейств Salticidae и некоторых других пауков (их отловить не удалось).

Были отмечены некоторые нетипичные особенности в состоянии расплода отдельных гнезд, которые могут свидетельствовать о посещении гнезд энтомофагами. Так, в гнезде из 34 ячей обнаружена только одна личинка IV возраста; в двух гнездах из 30 и 40 ячей отмечено по одной личинке I возраста; а в гнезде из 27 ячей – 8 личинок I возраста.

Брошенные самками *P. mongolicus* гнезда (29,1 %, 27 из 79) насчитывали в среднем 33 [24; 37] [7; 48] ячейки. В 7 из них входы в часть ячеек были плотно оплетены паутиной. Только в одном таком гнезде находился паук. По-видимому, эти семьи погибли либо в связи с гибелю самки на фуражировке, либо из-за энтомофагов (в том числе пауков, съевших расплод).

По результатам анализа состояния семей, проведенного позже (18–20.06.2022), самки *P. mongolicus* не вернулись в гнезда, в которых в мае были обнаружены пауки.

В одном поврежденном гнезде *P. mongolicus* 19 июня была отмечена самка *Pisaura mirabilis* (Clerck, 1757) (Araneae, Pisauridae) (рис. 3). Однако не удалось выяснить, с ней ли оказалась связана гибель расплода и семьи осы.

Плотно оплетенные ячейки были найдены в одном брошенном гнезде *P. dominula* 28 мая, а в другом – 20 июня. Самка паука-рыси *Oxyopes heterophthalmus* (Latreille, 1804) (Araneae, Oxyopidae) обнаружена в брошенном гнезде *P. dominula* 19 июня 2022 года (рис. 4).

Интересно, что в окрестностях Симферополя 27–29 мая 2023 года наблюдали 3 самцов и 2 самок *O. heterophthalmus*, которые располагались под 18,5 % (5 из 27) гнезд *P. mongolicus* (рис. 5).

Когда пауки *O. heterophthalmus* пытались приблизиться к гнезду осы, самки-основательницы совершили броски и их отгоняли.

В этом же локальном поселении *P. mongolicus* на следующий год 8–16 мая 2024 года были отмечены 12 пауков-рысей под 22 % (11 из 50) гнезд. Под одним гнездом 11 мая обнаружили 2 самок *O. heterophthalmus*, сидящих на расстоянии около 30–40 см друг от друга. Фуражировочная активность самок-основательниц из этих гнезд была существенно снижена.

В окрестностях Казантипского заповедника 19 мая 2024 года возле гаплометротического гнезда *P. dominula* отметили 1 самку *O. heterophthalmus*.



Рис. 3. Самка *Pisaura mirabilis* в гнезде *Polistes mongolicus*.
(ГПЗ «Казантипский», 18.06.2022) (фото А. И. Русина)



Рис. 4. Самка *Oxyopes heterophthalmus* в гнезде *Polistes dominula*
(ГПЗ «Казантипский», 19.06.2022) (фото А. И. Русина)

Охота пауков-кругопрядов (Araneae, Araneidae) на имаго ос-полистов на этапе выращивания рабочих и репродуктивных особей

На территории Ивано-Рыбальчанского и Соленоозерного участков ЧБЗ в июле – августе 2004–2010 годов найдены 34 ловчие сети *Argiope bruennichi*, 25 из которых были на расстоянии 50–100 см от 16 гнезд *P. dominula* и 9 гнезд *P. mongolicus*. Статистический анализ показал, что пауки строили ловчие сети рядом с гнездами ос, то есть располагали их не случайным образом ($\chi^2 = 12,24$; $df = 1$; $p < 0,001$).

Каждые 3–5 дней в тенета попадали в среднем до 3–4 особей ос. Это были, как правило, неокольцованные особи (47 из 56, 83.93 %), то есть недавно отродившиеся. Таким образом,



Рис. 5. Самец (a) и самка (b) *Oxyopes heterophthalmus* под гнездами *Polistes mongolicus* (окр. Симферополя, 27–28.05. 23) (фото А. И. Русина)

пауки в отдельных семьях снижали число рабочих особей, что могло приводить к пищевой депривации выращиваемых половых особей.

В 2009–2010 годах обнаружены различия по встречаемости вариантов рисунка клипеуса, мезоскутума и 1-го тергита метасомы между самками из гнезд, возле которых располагались ловчие сети пауков, и из контрольных успешных семей (табл. 2 и 3).

Анализ меланинового рисунка будущих самок-основательниц 2009 года, выращиваемых в семьях *P. dominula*, показал, что недостаточное питание личинок в семьях, возле которых *A. bruennichi* располагали ловчие сети, усиливает меланизацию 1-го тергита метасомы, а их клипеус оказывается практически непигментированным. При этом будущие основательницы из экспериментальных семей (2010 года) и семей, в которых часть рабочих была съедена

Таблица 2

Встречаемость (в %) вариантов рисунка
у будущих самок-основательниц *Polistes dominula*, выращенных в разных
категориях семей в 2009–2010 годах в Черноморском биосферном заповеднике

Часть тела	Варианты рисунка	2009		2010		
		1 (N = 81)	2 (N = 29)	1 (N = 112)	2 (N = 34)	3 (N = 36)
Клипеус	C1	0	6,9	1,8	26,5	22,2
	C2	7,4	17,2	19,6	17,7	13,9
	C3	61,7	65,5	57,2	52,9	61,1
	C4	11,1	6,9	19,6	2,9	2,8
	C5	19,8	3,5	1,8	0	0
Мезоскутум	Ms3.1	0	0	0	0	0
	Ms3.2	9,9	3,4	40,2	2,9	5,6
	Ms3.3	85,2	75,9	52,7	47,1	44,4
	Ms3.4	4,9	20,7	7,1	47,1	47,2
	Ms3.5	0	0	0	2,9	2,8
1-й тергит метасомы	1T1	0	0	4,5	0	0
	1T2	12,3	3,45	40,1	41,2	41,7
	1T3	85,2	93,1	55,4	44,1	47,2
	1T4	2,5	3,45	0	14,7	11,1

Примечание к таблице. 1 – будущие самки-основательницы из успешных семей; 2 – из семей, рядом с которыми располагались ловчие сети *Argiope bruennichi*; 3 – будущие самки-основательницы из экспериментальных семей (по: Русина, Орлова, 2010).

Таблица 3

Различия по встречаемости вариантов рисунка у будущих самок-основательниц
Polistes dominula из разных семьях в 2009–2010 годах по критерию χ^2

Категории семей	Клипеус	Мезоскутум	1-й тергит метасомы
Самки из семей 1 и 2 (2009 г.)	11,8* <i>df</i> = 4;	7,1*; <i>df</i> = 2	18,6***; <i>df</i> = 2
Самки из семей 1–3 (2010 г.)	32,4***; <i>df</i> = 8	55,3***; <i>df</i> = 3	18,7**; <i>df</i> = 6
1 и 2	23,0** <i>df</i> = 4	40,2* <i>df</i> = 3	18,6** <i>df</i> = 3
1 и 3	26,5*** <i>df</i> = 4	39,7*** <i>df</i> = 3	14,2** <i>df</i> = 3
2 и 3	NS	NS	NS

Примечание к таблице. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; NS – статистически незначимые различия.

пауками, были сходны по фенооблику (табл. 2, 3). Будущие самки-основательницы экспериментальной группы (опыт 2) в отличие от таковых из контрольной группы чаще имели более светлый вариант клипеуса ($\chi^2 = 22,7$; $df = 2$; $p < 0,001$) и более темные варианты мезоскутума и 1-го тергита метасомы (соответственно, $\chi^2 = 17,2$; $df = 4$; $p < 0,01$ и $\chi^2 = 15,6$; $df = 3$; $p < 0,01$).

На территории ГПЗ «Казантипский», по данным наблюдений 18–20 июня 2022 года, на расстоянии полуметра от двух семей *P. mongolicus* и одной семьи *P. dominula* (на мшанковом известняке) располагались тенета *Araneus angulatus* Clerck, 1757 (Araneae, Araneidae).

Одна рабочая особь *P. mongolicus* была поймана самцом *A. circe* (Audouin, 1826) 19 июня 2022 года (рис. 6).

ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что многие виды пауков в качестве укрытия от врагов в период линьки и пережидания непогоды, для охоты из засады, спаривания или же для устройства гнезда используют замкнутые пространства небольшого объема (Иванов, 1965; Тыщенко, 1971; Foelix, 2011; Михайлов, 2017).

Впервые проведенные специальные наблюдения и полевые учеты на территории ЧБЗ и ГПЗ «Казантипский» показали, что выбор пауками места для питания и линьки осуществляется под влиянием некоторых специфических факторов, таких как вид осы, сроки начала ее гнездования, способы основания семьи и появления рабочих.

Наиболее чувствительными к такому фактору, как хищничество пауков, оказались семьи до появления рабочих, причем гибли в первую очередь те, которые имели одну основательницу и начинали гнездиться позднее, в начале мая. При этом складывается впечатление, что гибель семей от пауков происходила независимо от размеров и состава расплода в гнездах, то есть не избирательно. Однако мы не знаем, сколько личинок и яиц было в каждой конкретной семье до появления около них пауков, какие виды пауков и на какой стадии своего развития попадают в них и как соотносится наблюдаемое явление с их зимовкой в прошлогодних гнездах ос. Показано, что в осенне-зимний период на территории ГПЗ «Казантипский» в гнездах *P. dominula*, имеющего более крупные ячейки, чем у *P. mongolicus*, было и больше ячеек, оплетенных паутиной (Русина и др., 2024). В 13 гнездах, собранных



Рис. 6. Ловчая сеть самца *Araneus circe* и его добыча – рабочая особь *Polistes mongolicus* (ГПЗ Казантипский, 19.06.22) (фото А. И. Русина)

осенью 2022 и зимой – весной 2023 годов, были отловлены 13 пауков на ювенильных стадиях из 8 родов 4 семейств (Русина и др., 2024). Среди них преобладали представители сем. Salticidae (69,2 %, 9 из 13), в основном *Pellenes* sp. (5 особей), а также *Phlegra* sp. (2 особи), *Neon* sp. и по 1 особи двух видов, родовая принадлежность которых не была установлена. Семейства Araneidae (15,4 %, 2 из 13 особей), Cheiracanthiidae (7,69 %, 1 из 13) и Thomisidae (7,69 %, 1 из 13) были представлены ювенильными особями из родов *Agalenatea* Archer, 1951, *Cheiracanthium* C. L. Koch, 1839 и *Xysticus* C. L. Koch, 1835 соответственно.

Последующее содержание и доращивание некоторых отловленных ювенильных особей из гнезд *Polistes mongolicus* (окр. Симферополя) и *P. dominula* (ГПЗ «Казантипский») в лаборатории павильона «Арахноландия» Московского зоопарка позволило определить их как *Pellenes seriatus* (Thorell, 1875) и *Agalenatea redii* (Scopoli, 1763).

По результатам нашего исследования на территории ЧБЗ показан существенный недокорм выращиваемых личинок будущих основательниц *P. dominula* из-за поедания пауками-кругопрядами *Agriope bruennichi* рабочих из гнезд, возле которых пауки располагали свои тенета.

Существенная пищевая депривация выращиваемых самцов и будущих основательниц была отмечена также в семьях, сильно зараженных паразитоидами 1-й генерации *Latibulus argiolus* (Rossi, 1790) (Hymenoptera, Ichneumonidae) и *Elasmus schmitti* Ruschka, 1920 (Hymenoptera, Eulophidae), а также клещом *Sphexicozella connivens* Mahunka, 1970 (Acari, Astigmata: Winterschmidtiidae) (Русина, 2008, 2009; Русина и др., 2016).

Условия недокорма личинок складываются в ЧБЗ по разным причинам почти у 50 % производящих половое поколение семей *P. dominula* при их гнездовании на растениях. Самки, выращенные в условиях пищевой депривации, сходны в фенотипическом отношении с теми, которые тяготеют к более поздней закладке гнезд весной, а также к гнездованию в скоплениях и к плеометрозу (Русина, 2009).

Остается неизученным влияние хищничества пауков-кругопрядов на недокорм личинок самцов, на фенооблик имаго и репродуктивные тактики самцов *P. dominula*. Показано, что самцы-мигранты у этого вида выращиваются в сиротских и перезаложенных семьях, а

групповое токование связано с высокой интенсивностью их заражения клещом *S. connivens* (Русина и др., 2009, 2013). Очень перспективным модельным видом в такого рода исследованиях может оказаться *P. mongolicus*, поскольку его жизненный цикл продолжается до конца августа и клещ *S. connivens* в их семьях не отмечен (Русина, 2009). Массовый выход самцов этого вида отмечается в последней декаде июля и начале августа. Самцы приступают к токованию в середине сентября поодиноке и группой (Русина и др., 2009).

Необходимость проведения дальнейших исследований видового состава пауков-энтомофагов и их роли как фактора гибели семей ос-полистов до выхода рабочих и фактора пищевой депривации, влияющего на фенотипическую изменчивость будущих основательниц, выбор ими брачного партнера, репродуктивные тактики самцов и особенности формирования пространственно-временной структуры поселений ос-полистов в целом очевидна.

Благодарности. Мы глубоко признательны дирекции и сотрудникам Черноморского Биосферного заповедника и ГПЗ «Казантипский» за предоставленную возможность проведения исследования и содействие в нем, а также А. П. Моргачеву и Д. С. Малову за активное участие в поиске гнезд. Искренне благодарим мы также к. б. н. А. В. Фатерыгу за помощь в определении растений, д. б. н. С. Я. Резника, д. б. н. Б. А. Коротяева, д. б. н. С. А. Белокобыльского и проф. Э. Джиннотти (Бразилия) за ценные замечания при обсуждении результатов и работе над рукописью.

Мы выражаем глубокую благодарность д-ру Р. Ноймайеру (Швейцария) за определение *Polistes mongolicus*, проведенного на основании молекулярно-генетического анализа их митохондриального гена COI (баркодинга).

Работа А. А. Надольного была выполнена в рамках госзадания ФИЦ ИнБиОМ по теме № 124022400148-4.

Список литературы

- Антошкина А. И., Леонова Л. В., Симакова С. Ю. Новый взгляд на формирование миоценовых мшанковых биогермных известняков мыса Казантип, Крым // Доклады Российской академии наук. Науки о земле. – 2020. – Т. 491, № 2. – С. 10–14.
- Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1999. – 459 с.
- Иванов А. В. Пауки, их строение, образ жизни и значение для человека. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1965. – 304 с.
- Корженевский В. В., Рыфф Л. Э., Литвинюк Н. А. Анализ флоры высших сосудистых растений Казантипского природного заповедника // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2006. – Т. 126. – С. 165–189.
- Литвинюк Н. А., Русина Л. Ю., Фатерыга А. В. Осы-полисты (Hymenoptera, Vespidae) окрестностей Казантипского заповедника // Научные исследования в зоологических парках. – 2022. – Т. 37. – С. 353–362.
- Маринич А. М., Пащенко В. М., Шищенко П. Г. Ландшафты и физико-географическое районирование. – Киев: Наукова думка, 1985. – 221 с.
- Михайлов К. Г. Общая арахнология. Краткий курс. Часть 2. Пауки. Морфология, анатомия, биология. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. – 63 с.
- Новосад В. В. Флора Керченско-Таманского региона. – Киев: Наукова думка, 1992. – 278 с.
- Русина Л. Ю. Осы-полисты в природных и антропогенных ландшафтах Нижнего Приднепровья. – Херсон: Издательство Херсонского государственного университета, 2006. – 200 с.
- Русина Л. Ю. Реакция паразитоидов бумажной осы *Polistes dominulus* (Christ) (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) на распределение хозяина // Энтомологическое обозрение. – 2008. – Т. 87, вып. 3. – С. 514–536.
- Русина Л. Ю. Структурно-функциональная организация популяций ос-полистов (Hymenoptera, Vespidae) // Труды Русского энтомологического общества. – 2009. – Т. 79. – С. 1–217.
- Русина Л. Ю. Некоторые аспекты взаимоотношений муравьев (Hymenoptera, Formicidae) и ос-полистин (Hymenoptera, Vespidae) // Зоологический журнал. – 2010. – Т. 89, вып. 12. – С. 1520–1530.
- Русина Л. Ю. Пространственно-временные аспекты взаимоотношений паразитоида *Latibulus argiolus* (Rossi) (Hymenoptera, Ichneumonidae) с ресоциальной осой-хозяином *Polistes nimpha* (Christ) (Hymenoptera, Vespidae) // Труды Зоологического института РАН. – 2011. – Т. 315, вып. 1. – С. 53–62.
- Русина Л. Ю. Роль паразитоидов в регуляции численности популяции ос-полистов (Hymenoptera, Vespidae: Polistinae) // Энтомологическое обозрение. – 2012. – Т. 91, вып. 4. – С. 691–703.

- Русина Л. Ю., Богуцкий М. П., Русин И. Ю., Рева А. В., Орлова Е. С. Численная реакция первой генерации *Latibulus argiolus* (Rossi) (Hymenoptera: Ichneumonidae) в поселениях хозяев *Polistes nimpha* (Christ) и *P. gallicus* (Linnaeus) (Hymenoptera: Vespidae) // Евразиатский энтомологический журнал. – 2016. – Т. 15, вып. 1. – С. 116–122.
- Русина Л. Ю., Орлова Е. С. 2010. Связь фенотипической изменчивости будущих основательниц осы *Polistes dominula* с режимом их питания в личиночном состоянии // Труды Русского энтомологического общества. – 2010. – Т. 81, вып. 2. – С. 165–171.
- Русина Л. Ю., Осипов Д. В., Надольный А. А., Русин А. И., Литвинюк Н. А., Попов И. Б. Зимовка ювенильных пауков (Arachnida, Aranei) в гнездах ос-полистов (Insecta, Hymenoptera, Vespidae) и опыт их доращивания в Московском зоопарке // Научные исследования в зоологических парках. – 2024. – Т. 38. – С. 422–431.
- Русина Л. Ю., Русин А. И., Лукашук Е. В., Егунова О. Е. Реакция паразитоида *Latibulus argiolus* (Rossi, 1790) (Hymenoptera, Ichneumonidae) на пространственно-временные аспекты гнездования хозяина *Polistes nimpha* (Christ, 1791) (Hymenoptera, Vespidae) в Хоперском природном заповеднике // Экосистемы. – 2023. – Т. 33. – С. 97–113.
- Русина Л. Ю., Фирман Л. А., Орлова Е. С. Связь репродуктивных стратегий самцов *Polistes dominula* (Christ) (Hymenoptera, Vespidae) с клещевой инвазией *Sphexicozela connivens* (Acari, Astigmata, Winterschmidtidae) в Черноморском биосферном заповеднике // Природничий альманах. – 2013. – Т. 18. – С. 135–146.
- Русина Л. Ю., Фирман Л. А., Привалова Е. А. Репродуктивные стратегии самцов ос-полистов (Hymenoptera, Vespidae) в Нижнем Приднепровье // Энтомологическое обозрение. – 2009. – Т. 88, вып. 3. – С. 500–511.
- Тыщенко В. П. Определитель пауков европейской части СССР. – Л.: Наука, 1971. – 283 с.
- Chadab R. Early warning cues for social wasps attacked by army ants // Psyche. – 1979. – Vol. 86. – P. 115–123.
- Chadab R., Rettenmeyer C. W. Comparative behavior of social wasps when attacked by army ants or other predators and parasites // Proc. 9th. Int. Cong. Int. Union Study Soc. Insects. – 1982. – P. 270–274.
- Jeanne R. L. Chemical defense of brood by a social wasp // Science. – 1970. – Vol. 168. – P. 1465–1466.
- Jeanne R. L. The adaptiveness of social wasp nest architecture // The Quarterly Review of Biology. – 1975. – Vol. 50. – P. 267–287.
- Foelix R. F. Biology of Spiders. – New York: Oxford University Press, 2011. – 419 p.
- Keeping M. G. Rubbing behavior and morphology of van der Vecht's gland in *Belonogaster petiolata* (Hymenoptera: Vespidae) // Journal of Insect Behavior. – 1990. – Vol. 3. – P. 85–104.
- London K. B., Jeanne R. J. Envelopes protect social wasps' nests from phorid infestation (Hymenoptera: Vespidae, Diptera: Phoridae) // Journal of the Kansas Entomological Society. – 1998. – Vol. 71, N 2. – P. 175–182.
- London K. B., Jeanne R. J. The interaction between mode of colony founding and nest architecture to ant defense in polistine wasps // Ethology Ecology & Evolution. – 2000. – Vol. 12. – P. 13–35.
- London K. B., Jeanne R. J. Wasps learn to recognize the odor of local ants // Journal of the Kansas Entomological Society. – 2005. – Vol. 78. – P. 134–141.
- Lutz G. G., Strassmann J. E., Hughes C. R. Nest defense by the social wasps, *Polistes exclamans* and *P. instabilis* (Hymenoptera: Vespidae) against the parasitoid *Elasmus polistis* (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eulophidae). Entomological News. – 1984. – Vol. 95, N 2. – P. 47–50.
- Makino S. Biology of *Latibulus argiolus* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of the paper wasp *Polistes biglumis* (Hymenoptera: Vespidae). Kontyû. – 1983. – Vol. 51, N 3. – P. 426–434.
- Makino S. Losses of workers and reproductives in colonies of the paper wasp *Polistes riparius* (Hymenoptera, Vespidae) due to the parasitic wasp *Latibulus* sp. Researches on Population Ecology. – 1989. – Vol. 31, N 1. – P. 1–10.
- Makino S., Sayama K. Bionomics of *Elasmus japonicus* (Hymenoptera, Elasmidae), a parasitoid of a paper wasp, *Polistes snelleni* (Hymenoptera, Vespidae) // Japanese Journal of Entomology. – 1994. – Vol. 62, N 2. – P. 377–383.
- Manzoli-Palma M. F., Gobbi N. Sting autotomy, sting morphology and sociality in neotropical vespids (Hymenoptera: Vespidae) // Journal of Hymenoptera Research. – 1997. – Vol. 4. – P. 152–162.
- Overal W. L., Simões D., Gobbi N. Colony defense and sting autotomy in *Polybia rejecta* (Hymenoptera: Vespidae) // Revista Brasileira de Entomologia. – 1981. – Vol. 25. – P. 41–47.
- Post D. C., Jeanne R. L. Colony defense against ants by *Polistes fuscatus* (Hymenoptera: Vespidae) in Wisconsin // Journal of the Kansas Entomological Society. – 1981. – Vol. 54. – P. 599–615.
- Rusina L. Yu. The impact of birds and grasshopper *Decticus verrucivorus* (Orthoptera, Tettigoniidae) on *Polistes dominulus* (Hymenoptera, Vespidae) and *P. gallicus* paper-wasp populations in the Black Sea Reserve // Vestnik Zoologii. – 2003. – Vol. 37, N 3. – P. 96.
- Smith A. R., O'Donnell S., Jeanne R. L. Correlated evolution of colony defense and social structure: a comparative analysis in eusocial wasps (Hymenoptera: Vespidae) // Evolutionary Ecology Research. – 2001. – Vol. 3. – P. 331–344.
- Starr C. K. Enabling mechanisms in the origin of sociality in the Hymenoptera – the sting's the thing // Annals of the Entomological Society of America. – 1985. – Vol. 78. – P. 836–840.
- Starr C. K. In reply, is the sting the thing? // Annals of the Entomological Society of America. – 1989. – Vol. 82. – P. 6–8.
- Strassmann J. E. Parasitoids, predators, and group size in the paper wasp, *Polistes exclamans* // Ecology. – 1981. – Vol. 62, N 5. – P. 1225–1233.
- Togni O. C., Giannotti E. Nest defense behavior against the attack of ants in colonies of pre-emergent *Mischocyttarus cerberus* (Hymenoptera, Vespidae) // Sociobiology. – 2007. – Vol. 50. – P. 1–20.
- Togni O. C., Giannotti E. Nest defense behavior against ant attacks in post-emergent colonies of wasp *Mischocyttarus cerberus* (Hymenoptera, Vespidae) // Acta Ethologica. – 2008. – Vol. 11. – P. 43–54.

Turillazzi S. *Polistes* venom: a multifunctional secretion // *Annales Zoologici Fennici*. – 2006. – Vol.43. – P. 488–499.

Turillazzi S., Ugolini A. Rubbing behavior in some European *Polistes* (Hymenoptera, Vespidae) // *Monitore Zoologico Italiano*. – 1979. – Vol. 13. – P. 129–142.

West-Eberhard M. J. The nature and evolution of swarming in tropical social wasps (Vespidae, Polistinae, Polybiini) // *Proceedings of the International Symposium on Social Insects in the Tropics*. – 1982. – P. 97–128.

Rusina L. Yu., Rusin A. I., Nadolny A. A., Litvinyuk N. A., Valyukh I. F. Predator–prey relationships between spiders (Arachnida, Araneae) and social wasps *Polistes dominula* (Christ, 1791) and *P. mongolicus* du Buysson, 1911 (Hymenoptera, Vespidae) // Ekosistemy. 2025. Iss. 43. P. 149–161.

The article presents the results of an assessment of predator-prey relationships between spiders (Araneae) and colonies of resocial wasps *Polistes dominula* and *P. mongolicus* (Hymenoptera, Vespidae), nesting in the coastal steppes, in different periods of their life cycle.

In the territory of the Kazantip Nature Reserve (May–June 2022), it was observed that before the emergence of workers, the haplometrotic *P. mongolicus*, nesting later than the pleometrotic *P. dominula*, had a more pronounced death of colonies from brood-eating wasps by juvenile spiders of the families Araneidae and Salticidae. In the vicinity of Simferopol (the second decade of May 2023–2024) males and females of lynx spiders *Oxyopes heterophthalmus* were observed to enter 18.5–22% nests of *P. mongolicus*. The queens of *P. mongolicus* of those colonies reduced their foraging activity and drove away spiders that tried to enter the nests. In the territory of the Black Sea Biosphere Reserve (July–August 2008 and 2009), spiders *Argiope bruennichi*, placing their webs near the nests of *P. dominula* and catching in them the workers, turned out to be an important factor of trophic deprivation of reproductive individuals raised in such colonies. Future foundresses of *P. dominula*, raised under conditions of food deficiency, had darker variants of the mesoscutum and first abdominal tergite, as well as lighter variants of the clypeus. The future queens raised in conditions of food deprivation are phenotypically similar to those that tend to nest later in spring, as well as to nest in clusters and to pleometrosis.

Key words: social wasps, spiders, Vespidae, Araneidae, Salticidae, predator-prey relationships, food deprivation, haplometrosis, pleometrosis, *Polistes dominula*, *Polistes mongolicus*, *Argiope bruennichi*.

Поступила в редакцию 30.09.25
Принята к печати 16.10.25

Идентификация крымских *Clausiliidae* (*Gastropoda, Pulmonata*) по строению раковины

Леонов С. В.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, Республика Крым, Россия
leo-zoology@yandex.ru

В статье приведены краткие сведения о распространении крымских *Clausiliidae* и основные подходы к их идентификации, приведена иллюстрированная определительная таблица, показано, что особенности строения раковины крымских *Clausiliidae* позволяют идентифицировать практически любого представителя семейства до вида по конхологическим признакам. Наличие базального желобка и соответствующего ему киля в затылочной области раковины отличает представителей эндемичного рода *Mentissa* от остальных затворниц. В пределах рода виды различаются особенностями поверхностной скульптуры раковины: *M. gracilicosta* характеризуется выраженными по всей поверхности радиальными рёбрами с широкими межрёберными промежутками, *M. canalicifera* – либо радиальными морщинами, либо сильно сближенными невысокими рёбрами, *M. velutina* – относительно гладкой в целом раковиной и выраженными рёбрами в затылочной области. Из оставшихся видов *Cochlodina laminata* имеет гладкую, блестящую, часто полупрозрачную раковину, три других вида с выраженной радиальной морщинистостью или ребристостью раковины отличаются особенностями устьевой арматуры: у *B. perversa* она практически полностью редуцирована, иногда присутствуетrudиментарный зубец на париетальной стенке; у двух представительниц рода *Macrogastera* имеются мелкие складки между верхней и нижней пластинками на париетальной стенке раковины, при этом у *M. borealis* в просвете устья хорошо заметна нижняя палатальная складка, у *M. plicatula* такая складка отсутствует.

Ключевые слова: *Clausiliidae, Mentissa, Cochlodina, Macrogastera, Balea*, идентификация, Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Наземные лёгочные улитки семейства клаузилиид (*Clausiliidae* Gray, 1855) имеют тропическое происхождение, но представлены большим разнообразием видов в Европе (Лихарев, 1962; Syssoev, Shileyko, 2009; Welter-Shultes, 2012). Клаузилииды обладают уникальным замыкательным аппаратом, состоящим из нескольких пластинок, складок и специальной подвижной крышечки на стебельке – клаузилия (от лат. *clausum* – замок), который служит для запирания богато армированного (рис. 1) устья раковины, когда животное втягивается в неё. Необычна форма раковины, чаще всего веретеновидная (рис. 2, 4–6), которая редко встречается у представителей других групп: сложный замыкательный аппарат обеспечивает возможность управления этой самой многооборотной и узкой среди наземных моллюсков раковиной (Байдашников, 2003). Наиболее удачные русские названия семейства как раз и основаны либо на форме раковины – «веретеновидки», либо на способности улиток закрываться от внешнего мира при помощи замка-клаузилия – «затворницы», что близко по смыслу к латинскому названию.

Семейство представлено в Крыму семью видами. Несмотря на небольшое количество видов, проблема их идентификации регулярно возникает при инвентаризации фауны ввиду значительной внутривидовой изменчивости как цвета, размера, формы, так и скульптуры раковины. Значительную изменчивость *Mentissa* отмечал сто лет назад И. И. Пузанов (1925) и описал несколько разновидностей двух известных в то время видов рода. А. А. Байдашников (1990а), опираясь на подобные различия, выделил несколько подвидов *Mentissa gracilicosta* (Rossmässler, 1836), однако позднее, проанализировав вариабельность конхологических признаков, отказался от этой идеи (Байдашников, 2006). В пределах рода *Mentissa* даже межвидовые границы могут выглядеть порой весьма расплывчатыми (Байдашников, 1990б;

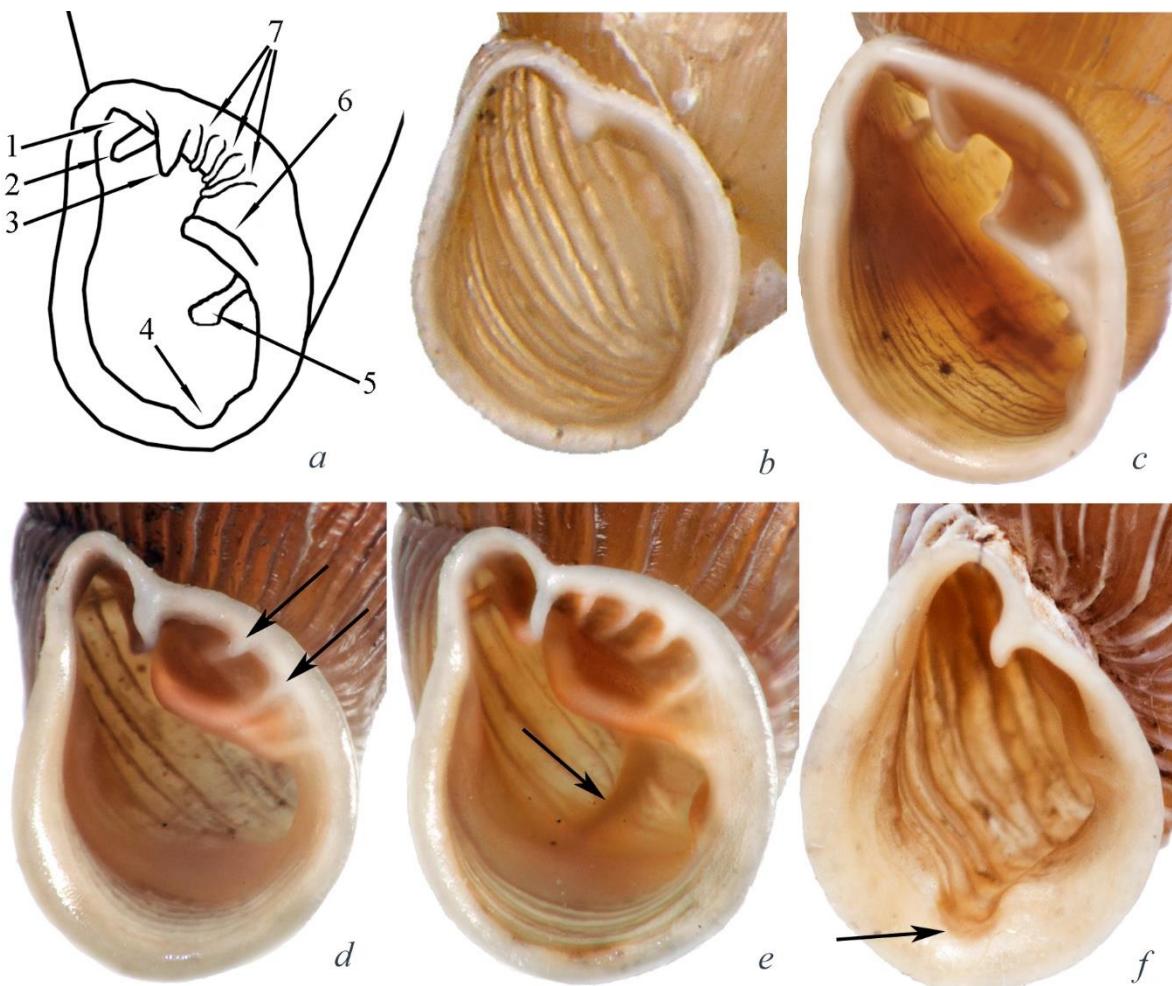


Рис. 1. Особенности устьевой арматуры затворниц Крыма (Clausiliidae)
 а – схематическое изображение устьевой арматуры гипотетической раковины крымской клаузилииды:
 1 – синурус; 2 – главная складка; 3 – париетальная складка (верхняя пластинка); 4 – базальный желобок;
 5 – нижняя палатальная складка; 6 – нижняя пластинка; 7 – мелкие складочки под верхней пластинкой;
 б – *Balea perversa* (фото Михала Хорсака); в – *Cochlodina laminata*; г – *Macrogastera plicatula*;
 д – *Macrogastera borealis*; е – *Mentissa gracilicosta*.

Балашов, 2016). Кроме того, имеющиеся определители (Лихарев, 1962; Балашов, 2016) охватывают значительные территории и включают большое количество видов, что усложняет процесс определения.

Цель работы – создание региональной определительной таблицы, позволяющей надёжно идентифицировать крымских клаузилиид до вида по признакам раковины.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использованы авторские сборы и материалы малакологической коллекции кафедры зоологии и аквакультуры Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Всего проанализировано более 60 выборок (свыше 800 экз.) за период с 1913 по 2023 год, включающих Clausiliidae со всей территории Крымского полуострова. Изучение морфологии раковин проводилось по традиционным методикам (Лихарев, 1962). Использованы также раковины *Macrogastera borealis*, собранные А. А. Байдашниковым в конце восьмидесятых годов прошлого столетия и любезно предоставленные мне для изучения.

Для крымских клаузилийд характерна высокая, веретеновидная или башневидная левозавитая раковина. Окраска от желтоватой до красновато-роговой, часто на поверхности могут располагаться светлые радиальные штрихи, образующиеся при нарушении периостракума. Иногда внешний поверхностный слой раковины может нарушаться очень существенно, вплоть до полного разрушения довольно крупных элементов скульптуры (рис. 1b; 5d). Со временем раковины могут выцветать вплоть до белого цвета, глянцевая поверхность становится матовой, теряет прозрачность. Скульптура представлена в основном радиальными рёбрами или морщинами. Упрощённая схема расположения устьевой арматуры представлена на рисунке 1a. В подавляющем большинстве случаев набора этих признаков достаточно для идентификации крымских представителей семейства до вида или, по крайней мере, до рода. Привлечение элементов скульптуры постэмбриональных оборотов к определению обеспечивает очень высокую достоверность идентификации до вида без проведения анатомических исследований, что не всегда возможно в других крымских семействах улиток (Леонов, 2023а).

Для изучения строения раковин и половой системы использован бинокулярный микроскоп МБС-10. Фотосъёмка в природе производилась с использованием фотоаппаратов Canon EOS 650D с объективом Canon EF-S 18–135 mm f/3.5–5.6 IS STM, удлинительными кольцами Kenko DG Extension Tube и Canon EOS 5D Mark II с макрообъективом Tokina Macro 100 mm F2.8 D AT-X PRO с предустановкой баланса белого в соответствии с особенностями естественного освещения. Фотосъёмка в лабораторных условиях производилась на нейтральном белом фоне с масштабным отрезком миллиметровой шкалы с помощью фотоаппаратов Canon EOS 650D, Canon EOS 5D Mark II с использованием макрообъектива Tokina Macro 100 mm F2.8 D AT-X PRO, объектива Canon EF 50 mm f/1.8 STM. При съемке баланс белого устанавливался автоматически или по соответствующим значениям осветительных приборов.

Все иллюстрации оригинальны, кроме специально оговорённых в подписях под рисунками. Приводимые на оригинальных иллюстрациях экземпляры определены автором по конхологическим признакам. При описании отдельных видов рассмотрены в первую очередь признаки, которые важны для их дифференциации, а также их распространение и местообитания, с более детальными описаниями можно ознакомиться в источниках (Лихарев, 1962; Балашов, 2016; Шиков, 2025 и др.).

В тексте использованы следующие сокращения: ВР – высота раковины, ШР – ширина раковины.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности строения крымских затворниц отражены на рисунках 1–6. Наиболее важные диагностические признаки использованы при составлении приводимой ниже определительной таблицы. Дополнительные сведения и примечания приведены в описании отдельных видов.

Определительная таблица *Clausiliidae* Крыма по строению раковины

01 (06). Базальный желобок имеется (рис. 1f), в затылочной области ему соответствует ярко выраженный киль (рис. 3 a–c; 6 a, d) *Mentissa*

02 (03). Раковина с ярко выраженным по всей поверхности радиальными рёбрами, расположенными на расстоянии друг от друга, превышающем их ширину. Особенно широкие межрёберные промежутки находятся в затылочной области (рис. 3c) *Mentissa gracilicosta*

03 (02). Раковина радиально исчерчена или почти гладкая; рёбра, если имеются, сильно сближены, относительно разреженно могут быть расположены на нижних оборотах.

04 (05). Раковина равномерно радиально исчерчена или же покрыта сильно сближенными рёбрышками, в затылочной области последнего оборота характер радиальной скульптуры значительно не меняется (рис. 3a) *Mentissa canalifera*

05 (04). Раковина слабо радиально исчерчена, почти гладкая, редко имеются слабые сглаженные рёбрышки, но в затылочной области последнего оборота они хорошо выражены, более крупные, с широкими межрёберными промежутками (рис. 3b).....*Mentissa velutina*

06 (01). Базальный желобок отсутствует.

07 (08). Раковина гладкая с исчезающими слабыми радиальными морщинами, блестящая, просвечивающая, свежая – часто почти прозрачная (рис. 4 a–d).....*Cochlodina laminata*

08 (07). Раковина с ярко выраженной радиальной скульптурой в виде рёбер, морщин или, по крайней мере, равномерно радиально исчерченная, матовая, редко с лёгким блеском.

09 (10). Устьевая арматура отсутствует, имеется толькоrudiment париетальной складки (рис. 1b).....*Balea perversa*

10 (09). Устьевая арматура хорошо развита. Ниже верхней пластинки располагаются мелкие складочки (рис. 1 d, e).



Рис. 2. Изменчивость дефинитивных размеров, формы и окраски раковины представителей рода *Mentissa*
a–d – *M. canalifera*; e–h – *M. gracilicosta* (h – juv.); i – *M. velutina*.

11 (12). В глубине устья заметна нижняя палатальная складка. Иногда раковину необходимо немного повернуть, чтобы складка была хорошо видна (рис. 1e).....*Macrogaster borealis*

12 (11). Нижняя палатальная складка отсутствует (рис. 1d).....*Macrogaster plicatula*

***Mentissa*.** Веретеновидная раковина с заострённой вершиной (рис. 2). Цвет светло-коричневый, красновато-роговой. Эмбриональные обороты (2–3) гладкие. Скульптура постэмбриональных оборотов видоспецифична. Устье грушевидное или овальное, края отвернуты, светлые (рис. 1f; 2). Хорошо выражен базальный желобок и соответствующий ему киль на затылке раковины (рис. 1f; 3 a–c; 6 a, d). Между верхней и нижней пластинками на краю устья складок нет. Эндемичный род, в Крыму – 3 вида.

***Mentissa canalifera* (Rossmässler, 1836).** ВР 12–20; ШР 3,5–4,5 мм. Раковина немного вздутая (рис. 2 a–d). Оборотов – 11–15, почти плоских. Скульптура представлена мелкими сближенными радиальными рёбрышками или морщинами (рис. 4e), расстояние между которыми, как правило, не превышает ширину самих рёбрышек. В затылочной области характер их расположения, если и меняется, то незначительно, в сторону небольшого увеличения расстояния между элементами скульптуры (рис. 3a). Широко распространён в горах и предгорьях Крыма, чаще в лесу, но встречается и в редколесьях.

***Mentissa gracilicosta* (Ziegler in Rossmässler, 1836).** ВР 10–24; ШР 4–4,6 мм. Раковина относительно стройная (рис. 2 e–g). Оборотов 12–14, почти плоских или слабо выпуклых. Скульптура представлена в разной степени выраженным рёбрышками. Обычно это редко расположенные, острые рёбра, часто – со светлым краем. Иногда могут быть немного сглажены. В затылочной области расстояние между рёбрышками всегда существенно превышает их собственную ширину (рис. 3c). Широко распространён в горах и предгорьях Крыма, известны локальные поселения в лесостепной и даже степной зонах.

***Mentissa velutina* Baidashnikov, 1990.** ВР 15–22; ШР 3,7–4,5 мм. Раковина относительно стройная, со слабым голубоватым оттенком (со временем исчезает) (рис. 2i). Оборотов 12–14, слабо выпуклых. Постэмбриональные обороты почти гладкие, со сглаженными рёбрышками



Рис. 3. Затылочная область раковины представителей рода *Mentissa*
a – *M. canalifera*; b – *M. velutina*; c – *M. gracilicosta*.

или морщинами. В затылочной области характер скульптуры меняется и приближается к таковой у *M. gracilicosta* – морщины становятся более выраженным, расстояние между ними существенно увеличивается (рис. 3b). Встречается в горах от массива Ай-Петри до массива Бабуган выше 650 м н.у.м.

***Cochlodina laminata* (Montagu, 1803).** ВР 12–18; ШР 3,6–4,2 мм. Раковина веретеновидная, вздутая, слабо исчерченная, на нижних оборотах почти гладкая, сильно просвечивающая, иногда почти прозрачная, блестящая, от желтоватой, светло-роговой до тёмной красновато-роговой (рис. 4 a–c). Оборотов 10–12, слабо выпуклых; эмбриональные обороты (около 2,5) гладкие. Вершина округлая. Устье грушевидное с отвернутыми краями и светлой губой (рис. 1c). В Крыму довольно широко распространена в горах и предгорьях, обитает в лиственных и смешанных лесах (в горах встречается и в хвойных), в редколесьях, на скалах и камнях, пнях и стволах деревьев, в подстилке.

***Balea perversa* (Linnaeus, 1758).** ВР 7–10; ШР 2,5–2,7 мм. Раковина башневидная, равномерно исчерченная или с мелкими рёбрышками, с шелковистым блеском, просвечивающая, светло-роговая (рис. 5a). Оборотов 8–9, умеренно выпуклых, плавно нарастающих. Устье округлое, с широким, слабо выраженным синулусом (рис. 1b). Края устья слегка отвернуты, с тонкой светлой губой. Устьевая арматура редуцирована. На париетальной стенке находится небольшой зубец. Клаузилий отсутствует. Обитает на скалах, покрытых лишайником, на коре деревьев, во мху, в дерновине на открытых участках. Встречается в горах. В Крыму отмечен на яйлах Бабуган и Демерджи (Леонов, 2023б).

Примечание. Из-за отсутствия устьевой арматуры и клаузилия *B. perversa* имеет отдалённое сходство с неполовозрелыми особями других видов, однако хорошо отличается



Рис. 4. Внешний вид (a–c) и скульптура (d, e) раковин
a–d – *Cochlodina laminata*; e – *Mentissa canalifera*.



Рис. 5. Внешний вид раковины
a – Balea perversa (фото Михала Хорсака); *b–e – Macrogastria plicatula*; *f – M. borealis*.

от них башневидной формой раковины, закруглённым последним оборотом, отвёрнутыми краями устья (рис. 1 b ; 5 a ; см. также Леонов, 2023 δ). Раковина ювенильных особей других представителей семейства имеет конусовидную форму, угловатые очертания последнего оборота, прямые края устья без губы (рис. 2 h).

Macrogastria. Раковина веретеновидная, стройная, роговая, иногда с красноватым оттенком, слабо просвечивающая с умеренно выпуклыми оборотами (рис. 5 $b–f$). Вершина умеренно заострённая. Эмбриональные обороты гладкие. Постэмбриональные обороты ребристые. Затылочное утолщение хорошо выражено. Базального желобка нет. Палатальная мозоль умеренно или слабо выражена. Верхняя пластинка доходит до края устья, переходит в нормально развитую спиральную пластинку. В Крыму – 2 вида.

Macrogastria plicatula (Draparnoud, 1801). ВР 11–14; ШР 2,8–3,2 мм. Оборотов 10–12. Устье с отвёрнутыми светлыми краями, широко овальное (рис 1 d). Нижняя пластинка крупная, широко дугообразно изогнута, впереди переходит в 1–2 складочки, достигающие края устья. Между верхней и нижней пластинками лежат обычно 2–3 довольно крупные промежуточные складки. Есть только главная палатальная складка. Обитает в лесах, как хвойных, так и лиственных, в подстилке, на стволах, под камнями и на скалах. В Крыму найден в дубово-грабовых и буковых лесах в горно-лесной части полуострова.

Macrogastria borealis (Boettger, 1880). ВР 12–15; ШР 3–3,6 мм. Оборотов 10–11, последний оборот без киля, внизу несколько вздут. Устье с отвёрнутыми светлыми краями, коротко овальное (рис 1 e). Нижняя пластинка крупная изогнутая и глубоко выступает в просвет устья (почти до верхней пластинки), впереди заканчивается двумя небольшими складками, досягающими до края устья. Между верхней и нижней пластинками на краю устья есть 1–3 небольшие складки. Есть главная и нижняя палатальные складки, последняя



Рис. 6. Крымские Clausiliidae в естественной среде
a, b – *Mentissa canalifera*; c, d – *Mentissa gracilicosta*; e – *Macrogastra plicatula*; f – *Cochlodina laminata*.

проходит между палатальной мозолью и полуулунной складкой. Обитает в лиственных и смешанных лесах. В Крыму единственная известная на сегодняшний день популяция обнаружена А. А. Байдашниковым (1990в, стр. 68) в буковом лесу «на северных склонах под Ай-Петринской яйлой».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности строения раковины крымских Clausiliidae позволяют идентифицировать практически любого представителя семейства до вида по конхологическим признакам. Наличие базального желобка и соответствующего ему киля в затылочной области раковины отличает представителей эндемичного рода *Mentissa* от остальных затворниц. В пределах рода виды различаются особенностями поверхностной скульптуры: *M. gracilicosta* характеризуется выраженным по всей поверхности раковины радиальными ребрами с широкими межреберными промежутками, *M. canalifera* – либо радиальными морщинами, либо сильно сближенными невысокими ребрами, *M. velutina* – относительно гладкой в целом раковиной и выраженным в затылочной области ребрами. Из оставшихся видов *C. laminata* имеет гладкую, блестящую, часто полупрозрачную раковину, три других вида с выраженной радиальной морщинистостью или ребристостью отличаются особенностями устьевой арматуры: у *B. perversa* она практически полностью редуцирована, иногда присутствует

рудиментарный зубец на париетальной стенке; у двух представительниц рода *Macrogastera* имеются мелкие складки между верхней и нижней пластинками на париетальной стенке раковины, при этом у *M. borealis* в просвете устья хорошо заметная нижняя палатальная складка, у *M. plicatula* такая складка отсутствует.

Список литературы

- Байдашников А. А. О внутривидовых формах моллюсков рода *Mentissa* (Gastropoda, Pulmonata, Clausiliidae) // Зоологический журнал – 1990а. – Т. 69, вып. 8. – С. 19–31.
- Байдашников А. А. О видовой дивергенции моллюсков рода *Mentissa* (Gastropoda, Clausiliidae) // Вестник зоологии. – 1990б. – Т. 24, № 4. – С. 3–8.
- Байдашников А. А. Изменчивость наземных моллюсков крымского рода *Mentissa* (Gastropoda, Pulmonata, Clausiliidae) // Вестник зоологии. – 2006. – 40, № 4. – С. 297–310.
- Балашов И. Фауна Украины. Моллюски. Стебельчатоглазые. – Т. 29, вып. 5. – Киев: Наукова думка, 2016. – 592 с.
- Лихарев И. М. 1962. Клаузилииды (Clausiliidae) Фауна СССР, Моллюски. – Т. 3, вып. 4. – 317 с.
- Леонов С. В. Морфологическое разнообразие и идентификация видов крымских Geomitridae (Gastropoda: Pulmonata) // Экосистемы. – 2023а. – № 35. – С. 74–81.
- Леонов С. В. О достоверности находок *Balea perversa* (Gastropoda: Pulmonata: Clausiliidae) в Крыму // Ruthenica, 2023б.– Vol. 33, N 3: 115–120. [https://doi.org/10.35885/ruthenica.2023.33\(3\).3](https://doi.org/10.35885/ruthenica.2023.33(3).3).
- Пузанов И. И. Материалы к познанию наземных моллюсков Крыма. Ч. I. Моллюски горного Крыма // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. – 1925.– Т. 33.– С. 48–104.
- Шиков Е. В. Определитель наземных улиток и слизней. – Тверь: издатель Е. В. Шиков, 2025. – 160 с.
- Sysoev A., Schileyko A. Land Snails and Slugs of Russia and Adjacent Countries. In: Pensoft Series Faunistica. – Vol. 87. – Sofia; Moscow: Pensoft, 2009. – 454 р.
- Welter-Schultes F. European non-marine molluscs, a guide for species identification. – Göttingen: Planet Poster Editions, 2012. – 679 р.

Leonov S. V. Identification of Crimean Clausiliidae (Gastropoda, Pulmonata) by Shell Structure // Экосистемы. 2025. Iss. 43. P. 162–170.

The article provides brief information on the distribution of the Crimean Clausiliidae and the main approaches to their identification, presents an illustrated identification table, and shows that the shell structures of the Crimean Clausiliidae make it possible to identify almost any representative of the family up to a species by conchological characteristics. The presence of a basal groove and a corresponding keel in the cervix of the shell distinguishes representatives of the endemic genus *Mentissa* from other Clausiliidae. Within the genus, the species differ in the shell surface sculpture peculiarities: *M. gracilicosta* is characterized by radial ribs with wide intercostal spaces clearly visible over the entire surface of the shell, *M. canalifera* displays either radial wrinkles or strongly converging low ribs, *M. velutina* is characterized by a relatively smooth shell and clearly visible ribs in the cervix of the shell. Among remaining species, *Cochlodina laminata* has a smooth, glossy, often translucent shell; three other species with clearly visible radial wrinkling or ribbing of the shell are distinguished by the aperture armature: *B. perversa* has it almost completely reduced, except occasionally retaining a rudimentary tooth on the parietal wall; two representatives of the genus *Macrogastera* have small folds between the lamella superior and lamella inferior on the parietal wall of the shell, while *M. borealis* has a clearly visible lower palatal fold in the aperture opening, *M. plicatula* does not have such a fold.

Key words: Clausiliidae, *Mentissa*, *Cochlodina*, *Macrogastera*, *Balea*, identification, Crimea.

Поступила в редакцию 01.10.2025
Принята к печати 15.10.2025