

**УДК 504.064:574.5**

*Никищенко Наталья Александровна, магистрант, Херсонский аграрный университет, Россия, Херсонская область, Скадовский МО, пос. Антоновка*

*Сапрунова Надежда Николаевна, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ботаники и защиты растений, Херсонский аграрный университет, Россия, пос. Антоновка*

## **МОНИТОРИНГ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ В АКВАТОРИИ ДЖАРЫЛГАЧСКОГО ЗАЛИВА**

В статье представлен анализ проблемы биологических инвазий в акватории Джарылгачского залива на фоне глобальных антропогенных и природных факторов. Рассмотрены ключевые пути заноса чужеродных видов, включая судовые балластные воды и обрастание корпусов, а также последствия инвазий для местных экосистем и рыбного хозяйства. Обоснована необходимость внедрения комплексной системы мониторинга, сочетающей традиционные гидробиологические методы с современными технологиями, такими как анализ окружающей ДНК (eDNA) и автоматизированные подводные аппараты. Предложена трехуровневая методика, включающая скрининговый, целевой и углубленный этапы исследований, направленная на раннее выявление и оценку инвазионных рисков. Особое внимание уделено разработке системы индикаторов для оперативного обнаружения инвазий и приоритетных видов-мишеней. Результаты работы демонстрируют возможность применения интегрированного подхода для управления биологическими рисками в чувствительных прибрежных экосистемах.

The article presents an analysis of the problem of biological invasions in the waters of the Dzharylgach Bay against the background of global anthropogenic and

natural factors. The key ways of introducing alien species, including ship ballast water and hull fouling, as well as the effects of invasions on local ecosystems and fisheries, are considered. The necessity of introducing a comprehensive monitoring system combining traditional hydrobiological methods with modern technologies such as environmental DNA analysis (eDNA) and automated underwater vehicles is substantiated. A three-level methodology is proposed, including screening, targeted and in-depth stages of research, aimed at early detection and assessment of invasive risks. Special attention is paid to the development of an indicator system for the rapid detection of invasions and priority target species. The results demonstrate the possibility of applying an integrated approach to biological risk management in sensitive coastal ecosystems.

**Ключевые слова:** мониторинг, инвазивные виды, акватория, Джарылгачского залив, проблемы биологических инвазий, экосистема, гидробиологические методы, автоматизированные подводные аппараты.

**Keywords:** monitoring, invasive species, water area, Jarylgach Bay, problems of biological invasions, ecosystem, hydrobiological methods, and automated underwater vehicles.

Человечество издавна привыкло считать себя «хозяином» природы - венцом творения или просто существом, для которого весь мир существует. Но природа, мягко говоря, не спешит подтверждать этот статус. Ее сопротивление проявляется не только в громких катастрофах, но и в тихих, почти незаметных процессах. Биологические инвазии напоминают пассивную агрессию планеты: медленное, накапливающееся вторжение, на которое люди веками не обращали внимания - как на те тревожные мелочи, которые проще проигнорировать [1, 2].

Мысль об опасности перемещения организмов между регионами возникала и раньше, но на фоне войн и промышленного загрязнения эта проблема постоянно уходила на второй план. Лишь в начале XXI века под эгидой ИМО появилась Конвенция BWM - первая глобальная инициатива, направленная именно на предотвращение переноса инвазивных видов через балластные воды,

а не на борьбу с химическим загрязнением, как в случае с MARPOL 73/78 [6]. Хотя конвенцию приняли в 2004 году, в силу она вступила только в 2017-м - потребовалось тринадцать лет, чтобы набралось достаточно стран-участниц. При этом сама практика использования жидкого балласта появилась гораздо раньше, сменив каменные грузы, а первые очистные системы создавались лишь для борьбы с засорением труб - про микроорганизмы и личинок тогда мало кто думал [11].

Последствия такого «тихого» переноса проявлялись спустя годы, а то и десятилетия. Лишь когда инвазивные виды начали нарушать экосистемы и наносить ущерб рыболовству, мир осознал: в балластной воде плывет не просто жидкость, а вполне реальная угроза [3]. Сегодня мониторинг инвазивных видов неразрывно связан с наблюдением за биоразнообразием - под которым понимают не просто список видов, а все многообразие жизни: от генетических различий до сложных экологических связей [15].

В эпоху глубокого антропогенного воздействия сохранение биоразнообразия стало вопросом выживания - от этого зависит устойчивость самой биосферы. Конвенция о биологическом разнообразии (1992), ратифицированная Россией в 1995 году, сделала регулярный мониторинг ключевым инструментом для выявления изменений в живой природе [4]. Но чтобы заметить «тихое вторжение» на ранней стадии, нужны куда более интенсивные усилия, чем предполагают стандартные протоколы: большие объемы проб, частые замеры, тонкие диагностические методы - пристальное внимание год за годом [5].

Международное судоходство стирает естественные биогеографические границы, доставляя виды туда, куда им никогда не добраться самостоятельно [10]. Еще в 1958 году Чарльз Элтон предупреждал об угрозе чужеродных организмов для устойчивости природных сообществ. Сегодня термин «биологическая инвазия» означает уже не просто появление нового вида, а целый комплекс процессов - от закрепления до воздействия на экосистему [15]. Суда служат «живыми арками», перенося в балластных водах и на корпусах

микроорганизмы, личинок и водоросли - именно этот механизм стал главным путем проникновения инвазантов в прибрежные зоны [12].

Особенно уязвимо черноморское побережье России. В Новороссийской бухте, куда ежегодно заходят тысячи судов, в середине 2000-х зафиксировали 36 новых видов зоопланктона, ранее не встречавшихся в регионе. Эти вселенцы начали перестраивать биоценотические связи, меняя саму структуру экосистем [14]. Красная водоросль *Wonnemaisonia hamifera* активно расселяется у южного берега Крыма, вытесняя местные виды [7, 9]. В Балтийском море нерегулируемый сброс балластных вод привел к появлению более 20 чужеродных беспозвоночных, включая понто-каспийскую кладоцеру *Cercopagis pengoi*, которая нарушила пищевые цепи и ударила по рыболовству [3, 12].

Печальная правда: ущерб от закрепившихся инвазивных видов в морских экосистемах зачастую необратим. Наука пока не располагает надежными способами «вернуть все как было» [10]. Поэтому главная надежда - не в борьбе с уже прижившимися «переселенцами», а в раннем выявлении и предотвращении их проникновения. Это превращает мониторинг и контроль балластных вод из научной задачи в вопрос национальной экологической безопасности [4]. Природа редко отвечает громом и молниями - чаще она действует тихо, незаметно, но неотвратимо. И чтобы услышать ее предупреждения, нужно учиться слушать внимательнее.

Масштабы угрозы впечатляют. По данным Международной морской организации, ежегодно по океанам перемещается порядка 12 миллиардов тонн балластной воды, в которой ежедневно путешествует свыше семи тысяч видов - от бактерий и фитопланктона до личинок рыб и беспозвоночных [5]. Многие из них не просто выживают в тесных и зачастую экстремальных условиях балластных танков, но и после сброса воды в портах успешно осваивают новые территории. Ученые не без оснований называют этот процесс «экологической рулеткой»: никто заранее не знает, какой именно из тысяч перевозимых видов приживется и станет причиной экологического или экономического кризиса [15].

Хотя далеко не каждая интродукция заканчивается катастрофой, с ростом интенсивности судоходства такие случаи учащаются. Вспомним гребневика *Mnemiopsis leidyi*, занесенного из Северной Америки в Черное море в 1980-е - его вселение привело к коллапсу популяций хамсы и многомиллионным потерям для рыбной промышленности. Или дрейсену, попавшую из днепровских лиманов в Великие озера США и обрастающую водозаборные трубы промышленных объектов, что обходится экономике в сотни миллионов долларов ежегодно [1]. В Новой Зеландии развитие марикультуры временно остановилось из-за «цветения» воды, вызванного завезенными токсичными микроводорослями, - отрасль пришлось закрыть как для внутреннего, так и для экспортного рынка.

Тот факт, что тема антропогенных интродукций - включая перенос организмов через балластные воды и судовое обрастание - сегодня включена даже в учебные программы вузов, говорит сам за себя: проблема перестала быть узкоспециальной и стала частью базовой экологической грамотности для любого специалиста в области морской биологии или управления природными ресурсами [2].

В условиях глобализации биологические инвазии превратились в системную угрозу. Усиление международной торговли и судоходства создает беспрецедентные «экологические мосты», позволяющие чужеродным видам преодолевать естественные барьеры. Оказавшись в новых условиях без привычных хищников, паразитов или конкурентов, инвазенты часто получают преимущество, вытесняя аборигенные виды, упрощая трофические сети и снижая общую устойчивость экосистем [15].

Для России, с ее обширными морскими границами и интенсивным судоходством через порты Черного, Азовского, Балтийского и Тихоокеанского бассейнов, эта угроза особенно остра [6]. Данные по некоторым районам Тихого океана указывают на выявление уже более шестидесяти чужеродных видов, многие из которых пока находятся на ранних стадиях акклиматизации, но при

благоприятных климатических сдвигах - например, потеплении вод - могут стать доминирующими [10].

Традиционные методы мониторинга - флористические и фаунистические обследования, водолазные осмотры, отбор проб - остаются необходимой основой, но зачастую не справляются с задачей раннего выявления [4]. Поэтому все большее внимание привлекают цифровые технологии: сверточные нейронные сети, интегрированные в системы автоматической идентификации на основе изображений с подводных камер или дронов, способны ускорить диагностику и снизить зависимость от узкой таксономической экспертизы [8]. Такие решения позволяют формировать оперативные карты распространения и оценивать уровень угрозы в режиме, близком к реальному времени.

Особого внимания заслуживают чувствительные зоны вроде Джарылгачского залива - части Каркинитского залива, одного из ключевых биологических узлов Азово-Черноморского региона. Его уникальные биотопы, включая подводные луга фукуса и заросли *Zostera*, служат нерестилищами и убежищами для множества рыб и беспозвоночных [14]. Но именно высокая продуктивность и активное судоходство делают этот район уязвимым к биоинвазиям. История Черного моря уже знает разрушительные примеры - тот же *Mnemiopsis*, приведший к коллапсу хамсовой промысловой базы [3]. Учитывая роль Каркинитского залива как зоны нагула и нереста, любые изменения в ихтиофауне из-за проникновения новых видов могут иметь долгосрочные последствия для всей экосистемы бассейна.

Сочетание высокой природоохранной ценности, антропогенной нагрузки и транзитной функции делает Джарылгачский залив идеальной площадкой для внедрения интегрированной системы мониторинга - той, что объединит классические гидробиологические методы с передовыми цифровыми решениями. Такой подход позволит не просто фиксировать уже произошедшие изменения, но и ловить угрозы на самых ранних стадиях - когда еще есть шанс предотвратить закрепление чужеродного вида и избежать последствий, которые потом уже не исправить.

Природные особенности Джарылгачского залива делают его удивительно уязвимым перед лицом биологических инвазий. Расположенный в юго-западной части Каркинитского залива - крупнейшего залива Азово-Черноморского бассейна, - он представляет собой живой экотон, где переплетаются морские и, до недавнего времени, пресноводные водные потоки. Эта динамика превращает залив не просто в биологически богатое пространство, но и в своеобразные «ворота», через которые чужеродные виды могут легко проникать и закрепляться [1].

Важную роль играет гидрологическая связность: через пролив между островом Джарылгач и Тендровской косой залив постоянно обменивается водой с открытым Черным морем. А до разрушения Бакальской косы сюда еще поступали пресные воды из системы Северо-Крымского канала. Такая двойная связь - с морской и ранее с речной системой - многократно расширяет спектр потенциальных «переселенцев», открывая путь как для морских, так и для эвригалинных организмов [3].

Не менее значима и экологическая пестрота акватории. Глубоководные участки до восьми метров соседствуют с обширными мелководьями, где раскинулись подводные луга *Zostera marina* - важнейшее убежище для нереста и нагула молодежи рыб. Песчаные банки, илистые донные зоны и скалистые побережья создают мозаику микросистем, каждая из которых может стать новым домом для адаптивного инвазанта [14].

Климатические условия добавляют свою лепту: от летнего прогрева мелководий до 30 °С и выше до зимнего промерзания в холодные годы. Такие резкие колебания создают высокий экологический стресс, в котором преимущество получают именно эврибионтные организмы - те, что умеют выживать в широком диапазоне температур и солености. Неудивительно, что такие «универсалы», как гребневик *Mnemiopsis leidyi*, быстро осваивают подобные территории [10].

Наконец, высокая биологическая продуктивность залива, подпитываемая богатством питательных веществ, создает благоприятную среду не только для

местных промысловых видов, но и для потенциальных вселенцев. Когда ресурсов достаточно, а естественных регуляторов - хищников или конкурентов - нет, новые виды не просто выживают, а начинают активно размножаться и вытеснять аборигенов [1].

Сочетание гидрологической открытости, биотопического разнообразия, климатической variability и высокой продуктивности превращает Джарылгачский залив в настоящую «горячую точку» для биоинвазий. А в условиях усиливающегося антропогенного давления и климатических изменений эти природные предпосылки могут легко перейти от потенциального риска к реальной угрозе стабильности местной ихтиофауны.

Антропогенные факторы лишь усугубили эту уязвимость. Ключевую роль сыграло строительство Северо-Крымского канала, запущенного в 1963 году. Его эксплуатация кардинально изменила гидрологический режим региона: сброс днепровских вод через канал и, с 1967 года, Раздольненский рисовый канал привел к формированию антропогенного эстуария в восточной части залива. Снижение солености до 5–15 ‰ открыло «экологический коридор» для пресноводных и солоноватоводных организмов, ранее не встречавшихся в этом морском регионе [3].

Через канал произошла самопроизвольная интродукция рыб, ранее акклиматизированных в днепровских водоемах: пиленгаса, амурского чебачка, белого амура, толстолобика и даже североамериканского солнечного окуня - одного из самых агрессивных инвазантов Европы. Эти виды не просто прижились, а начали активно вытеснять местных обитателей. По данным исследований 2008–2009 годов, в опресненных мелководьях доля пресноводных рыб достигала 56 %, тогда как морские виды сократились до трети от общей численности [14].

Деградацию нативных сообществ усугубили заиливание от смыва сельскохозяйственных почв и ухудшение светового режима, что привело к сокращению площадей подводных лугов *Zostera* - критически важного биотопа для многих видов. А разрушение Бакальской косы в начале 2000-х годов

устранило естественный барьер между западной и восточной частями залива, позволив морским водам беспрепятственно проникать в ранее изолированные зоны и запустив новый этап экологической нестабильности [1].

Прекращение подачи воды через канал в 2014 году запустило обратный процесс: соленость начала повышаться, пресноводные виды отступать. Но полного восстановления исходного состояния не произошло. Экосистема осталась в состоянии динамической нестабильности, а следы инвазий - в виде измененных трофических связей и модифицированных биотопов - продолжают влиять на ее функционирование. Более того, некоторые инвазенты, как пилленгас, не только адаптировались, но и приобрели коммерческую ценность, став объектом промысла. Это добавляет проблеме биоинвазий социально-экономическое измерение: их устранение теперь сталкивается с интересами местных сообществ, что существенно усложняет принятие управленческих решений [1].

Современное состояние залива - это результат сложного переплетения природной восприимчивости и антропогенного вмешательства. Гидрологическая связность и экологическое разнообразие создали благоприятный фон, но именно опреснение, заиливание и разрушение естественных барьеров обеспечили механизм заноса и нишу для развития инвазентов [1]. Сегодня залив представляет собой яркий пример антропогенно индуцированной биотической гомогенизации - процесса, при котором уникальные аборигенные сообщества замещаются упрощенными, устойчивыми к стрессу ассоциациями с участием эврибионтных вселенцев [15].

В более широком контексте эффективное управление морскими биоинвазиями требует системного подхода. Необходимо постоянно обновлять «черные списки» потенциально опасных видов на основе независимых научных оценок, включая данные из регионов вроде Азово-Черноморского бассейна. Важно обеспечить устойчивое финансирование национальных программ мониторинга и международных баз данных, чтобы преодолеть фрагментацию информации. Следует стандартизировать методики - особенно в области эДНК-

анализа - и интегрировать традиционные подходы с инновационными: от водолазных обследований до дистанционного зондирования. Не менее критичны системы быстрого реагирования, способные оперативно подтверждать новые интродукции и запускать карантинные меры до закрепления вида [4].

Особое внимание следует уделить двум ключевым векторам заноса: биообрастанию судов и международной торговле аквариумными видами. Здесь важны как технические решения - например, развитие эффективных антиобрастающих покрытий, - так и ужесточение нормативного контроля [5]. Перспективны также прогностические модели, учитывающие не только климатические ниши потенциальных инвазантов, но и их биотические взаимодействия, поведенческую пластичность и адаптационный потенциал [12].

Отдельного разговора заслуживают современные технологии мониторинга. Анализ окружающей ДНК (эДНК) позволяет обнаруживать присутствие организмов по следам их генетического материала в воде - без необходимости визуального обнаружения или отлова. Этот метод особенно ценен для выявления редких или только что появившихся видов, хотя требует верификации традиционными методами [12]. Подводные роботизированные аппараты - автономные и телеуправляемые - открывают доступ к труднодоступным зонам, обеспечивая непрерывный мониторинг состояния биоценозов [8]. А интеллектуальные подводные камеры, оснащенные нейросетями, способны распознавать инвазивные виды непосредственно под водой в реальном времени, без передачи больших объемов данных на поверхность. Такие системы, как проект SYRENE, демонстрируют, как цифровые решения могут стать полноценным элементом экологической безопасности морских регионов [8].

Будущее мониторинга лежит в создании автономных сенсорных сетей, объединяющих подводные станции, мобильные роботы и интеллектуальные камеры. Такие системы смогут не только фиксировать факт присутствия чужеродного вида, но и оценивать его численность, поведение и потенциальную

угрозу, автоматически отправляя сигналы в системы раннего предупреждения [8].

Методическое ядро системы мониторинга для Джарылгачского залива должно строиться на трехуровневой логике: от широкого скрининга к целенаправленному поиску и далее - к детальной оценке. Первый уровень - фоновый мониторинг - предполагает регулярные сезонные рейсы по сети станций, охватывающих ключевые биотопы: песчаные и илистые донные участки, заросли *Zostera marina*, припортовые зоны и устья дренажных каналов, считающиеся потенциальными воротами для заноса чужеродных организмов. Такой подход позволяет эффективно распределять ограниченные ресурсы: сначала «просеять» всю акваторию, затем сфокусироваться на подозрительных зонах и, наконец, глубоко изучить наиболее значимые случаи [4].

В конечном счете, борьба с биоинвазиями - это не про героические попытки «очистить» уже захваченные территории. Наука пока не располагает надежными методами полного восстановления нарушенного баланса после закрепления инвазивного вида [10]. Реальная надежда - в раннем выявлении и предотвращении проникновения. Джарылгачский залив, как микрокосм глобальных экологических вызовов, может стать модельной территорией для апробации интегрированного подхода, сочетающего научную экспертизу, передовые технологии и учет социально-экономической реальности. И чем раньше мы начнем слушать тихие сигналы природы, тем больше шансов избежать последствий, которые потом уже не исправить.

На каждой станции собирают пробы по единому протоколу: донную фауну - дночерпателем Петерсена или Ван Веена (с повторами), планктон - сетью Джели и батометром, а для молекулярного скрининга фильтруют 1–2 л воды на эДНК [4, 12]. Параллельно фиксируют температуру, соленость, рН и кислород - без этого биологические находки теряют контекст [1]. Такой «пакетный» подход на первом уровне дает общую картину и помогает выявить «горячие точки» для дальнейшего внимания.

Второй уровень - фокус на зоны риска: порты, устья каналов, причалы. Здесь осматривают корпуса судов и сооружения на обрастание, берут пробы балластных вод у судов из «теплых» регионов, используют спектрофлуориметр для быстрой оценки фитопланктона [5, 6]. Третий уровень включается при тревожных сигналах: подводные аппараты картируют очаг, проводят молекулярную верификацию (секвенирование COI, rbcL), сравнивают биоразнообразие с фоновыми участками [8, 12].

Система опирается на многослойные индикаторы: абиотические сдвиги (соленость, температура), таксономические аномалии (виды из «черного списка»), функциональные изменения (падение индекса Шеннона) и оперативные триггеры - вроде ДНК-следов крылатки или массового обрастания фильтраторов [1, 14]. Приоритетные виды отбирают по балльной шкале (инвазионный потенциал, путь заноса, угроза, обнаруживаемость); в фокус попадают рапана, гребневик *Mnemiopsis*, крылатка, токсичные динофлагелляты [3, 10].

Главное преимущество подхода - сочетание рутинного скрининга с точечной диагностикой. Особенно ценен анализ эДНК: он «ловит» присутствие вида задолго до визуального проявления [12]. Для мелководного, гидрологически нестабильного Джарылгачского залива такая гибкость критична - позволяет не ждать катастрофы, а увидеть угрозу на подходе. В итоге система работает не как пассивный регистратор, а как инструмент раннего предупреждения, помогая сохранить не только уникальные луга *Zostera*, но и устойчивость всей экосистемы Азово-Черноморского бассейна [1, 14].

## Литература

1. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / под ред. А. Ф. Алимова, Н. Г. Богущкой. – СПб. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 436 с.

2. Дгебуадзе Ю. Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. – М., 2002. – С. 11–14.
3. Дмитриева Е. В., Корнийчук Ю. М., Юрахно В. М. Инвазивные виды паразитов и их влияние на разнообразие морских экосистем Азово-Черноморского бассейна и марикультуру // III Международная научно-практическая конференция, посвященная 10-летию воссоединения Крыма и Севастополя с Российской Федерацией. – 2024. – С. 31–32.
4. Залота А. К. Аналитический обзор зарубежного и российского опыта мониторинга и контроля чужеродных видов на морских и островных ООПТ (заключительный отчет о НИР). – Москва, 2011. – 50 с.
5. Мираллес Л., Ибабе А., Гонсалес М. [и др.]. «Если ты знаешь врага и знаешь себя»: решение проблемы биологических инвазий в портах с помощью новой системы оценки угрозы инвазии NIS, регулярного мониторинга и планов превентивных действий // *Frontiers in Marine Science*. – 2021. – Vol. 8. – DOI 10.3389/fmars.2021.658785.
6. Парастаева Е. И., Папцова И. И. Проблемы загрязнения инвазивными видами. Методы управления балластными водами // Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. – 2023. – Т. 2, № 1. – С. 176–179.
7. Симакова У. В., Смирнов И. А. Распространение и экология инвазивного вида *Vonnemaisonia hamifera* Hariot в Черном море // Труды VI Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2017)» (Москва, 30.10–02.11.2017). – Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2017. – С. 419.
8. Автономные подводные роботы: использование систем, виды, преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. – URL: <https://robosobaka.ru/expertise/articles/podvodnye-roboty/>. (дата обращения: 03.02.2026)

9. Инвазия чужеродного вида *Bonnemaisonia hamifera* Hariot в прибрежные фитоценозы у южного берега Крыма (Черное море, Россия) [Электронный ресурс] // Биология внутренних вод. – 2023. – № 1. – С. 65–71. – URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=biovv&y=2023&v=0&n=1&a=BioVV2301017Sadogurskii>. (дата обращения: 03.02.2026)
10. Йерухам Э., Шпигель М., Абельсон А., Рилов Г. Потепление океана и инвазивные виды в тропиках снижают эффективность ключевого травоядного // Ecology. – 2020. – Vol. 101, iss. 2. – P. e02925. – DOI 10.1002/ecy.2925.
11. Контроль инвазивных видов оборудованием для балластных вод [Электронный ресурс]. – URL: <https://datchiki.com/kontrol-invazivnykh-vidov-oborudovaniem-dlya-ballastnykh-vod/>. (дата обращения: 03.02.2026)
12. Моделирование инвазий и развития сообществ организмов пелагического обрастания в океане [Электронный ресурс] // Российский журнал биологических инвазий. – 2013. – № 3. – URL: [https://invasjour.sev-in.ru/issues/2013\\_3/Ijjin\\_13\\_3.pdf](https://invasjour.sev-in.ru/issues/2013_3/Ijjin_13_3.pdf). (дата обращения: 03.02.2026)
13. Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase. – 2022. – World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – URL: <https://www.algaebase.org>. (дата обращения: 03.02.2026)
14. Kolyuchkina G. A., Syomin V. L., Simakova U. V., Mokievsky V. O. Presentability of the Utrish Nature Reserve’s benthic communities for the North Caucasian Black Sea Coast // Nature Conservation Research. – 2018. – Vol. 3, № 4. – P. 1–12. – DOI 10.24189/ncr.2018.065.
15. Richardson D. M., Pyšek P., Rejmanek M. [et al.]. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and Distributions. – 2000. – Vol. 6. – P. 93–107. – DOI 10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x.

## Literature

1. Biological invasions in aquatic and terrestrial ecosystems / edited by A. F. Alimov, N. G. Bogutskaya. St. Petersburg: Association of Scientific Publications of the KMC, 2004. 436 p.

2. Dgebuadze Yu. Y. Problems of invasions of alien organisms // Ecological safety and invasions of alien organisms. Moscow, 2002, pp. 11-14.

3. Dmitrieva E. V., Korniychuk Yu. M., In Yurakhno, M. Invasive species of parasites and their impact on the diversity of marine ecosystems of the Azov-Black Sea basin and mariculture / in/ III International Scientific and Practical Conference dedicated to the 10th anniversary of the reunification of Crimea and Sevastopol with the Russian Federation. 2024. pp. 31-32.

4. Zalota A. K. Analytical review of foreign and Russian experience in monitoring and controlling alien species in marine and island protected areas (final research report). – Moscow, 2011. – 50 p.

5. Miralles L., Ibabe A., Gonzalez M. [et al.]. "If you know the enemy and you know yourself": solving the problem of biological invasions in ports using a new NIS invasion threat assessment system, regular monitoring and preventive action plans // *Frontiers in marine science*. – 2021. – Volume 8. – DOI 10.3389/fmars.2021.658785.

6. Parastaeva E. I., Paptsova I. I. Problems of pollution by invasive species. Ballast water management methods // *Science Week of St. Petersburg State Maritime Technical University*. - 2023. – Vol. 2, No. 1. – pp. 176-179.

7. Simakova Yu. V., Smirnov I. A. The spread of iconography of the invasive species *Bonnemaisonia hamifera* Hariot in the Black Sea // *Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. Conference "Marine Research and Development (MARECEDA-2017)" (Moscow, 30.10–02.11.2017)*. – Tver : LLC "PoliPRESS", 2017. – p. 419.

8. Autonomous underwater robots: use of systems, types, advantages and disadvantages [Electronic resource]. – URL: <https://robosobaka.ru/expertise/articles/podvodnye-roboty/>. (accessed on 03.02.2026)

9. Invasion of the alien species *Bonnemaisonia hamifera* Hariot in the coastal areas of the Southern coast of Crimea (Black Sea, Russia) [Electronic resource] //

Biology Appearance. – 2023. – No. 1. – pp. 65-71. – URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=biovv&y=2023&v=0&n=1&a=BioVV2301017Sadogurskii>. (accessed on 03.02.2026)

10. Yeruham E., Spiegel M., Abelson A., Rilov G. Ocean warming and invasive species in the tropics reduce the effectiveness of a key herbivore // Ecology. – 2020. – Volume 101, iss. 2. – P. e02925. – DOI 10.1002/ecy.2925.

11. Control of invasive species by ballast water equipment [Electronic resource]. – URL: <https://datchiki.com/kontrol-invazivnykh-vidov-oborudovaniem-dlya-ballastnykh-vod/>. (accessed on 03.02.2026)

12. Modeling of invasions and development of communities of pelagic fouling organisms in the ocean [Electronic resource] // Russian Journal of Biological Invasions. – 2013. – № 3. – URL: [https://invasjour.sev-in.ru/issues/2013\\_3/Iljin\\_13\\_3.pdf](https://invasjour.sev-in.ru/issues/2013_3/Iljin_13_3.pdf). (accessed on 03.02.2026)

13. Giri M. D., Giri G. M. Algae base. – 2022. – Worldwide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway. – URL: <https://www.algaebase.org>. (accessed on 03.02.2026)

14. Kolyuchkina G. A., Semin V. L., Simakova Yu. V., Mokievsky V. O. Presentability of bottom communities of the Utrishsky reserve for the Black Sea coast of the North Caucasus // Environmental studies. - 2018. – Volume 3, No. 4. – pp. 1-12. – DOI 10.24189/ncr.2018.065.

15. Richardson D. M., Pyshek P., Reimanek M. [et al.]. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and distribution. – 2000. – Volume 6. – pp. 93-107. – DOI 10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x.