

Сохранение биологического разнообразия и борьба с инвазивными видами в условиях меняющегося климата: технологические и правовые аспекты (итоги круглого стола, 26 ноября 2025 г., V Конгресс молодых ученых, «Сириус»)

Е. К. Хлесткина^{1,2}, Л. Н. Берг³, Л. Ю. Шипилина^{1,2}, Ю. В. Ухатова^{1,2}

¹ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

² Научно-технологический университет «Сириус», Центр генетики и наук о жизни, Краснодарский край, Россия

³ Уральский государственный юридический университет имени В.Ф. Яковлева, Кафедра теории государства и права имени С.С. Алексеева, Екатеринбург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Елена Константиновна Хлесткина, director@vir.nw.ru

Круглый стол «Сохранение биологического разнообразия и борьба с инвазивными видами в условиях меняющегося климата: технологические и правовые аспекты» состоялся 26 ноября 2025 года в рамках V Конгресса молодых ученых (26-28 ноября 2025 года, федеральная территория «Сириус»), собравшего на своей площадке более 9 тысяч участников. Круглый стол объединил представителей ведущих научных учреждений, вузов и других профильных организаций, обсудивших современные технологичные решения и необходимые нормативные и правовые изменения стимулирующего характера с целью развития технологий сохранения биологического разнообразия в условиях меняющегося климата, в том числе технологий защиты природных и агроэкосистем от инвазивных (инвазионных) видов животных, растений и микроорганизмов, ареалы которых меняются, расширяются в сторону северных территорий. Как снизить риск утраты части биологического разнообразия в местах распространения инвайдеров? Какие прогнозы существуют на сегодняшний день, и каким образом современные цифровые и биотехнологии могут быть использованы для контроля распространения инвайдеров и защиты существующих природных и агроэкосистем? Как заинтересовать бизнес для активного участия в развитии и внедрении технологий, снижающих риски утраты биологического разнообразия и препятствующих развитию инвайдеров? Какой доработки требует правовой и нормативный контур для стимулирования развития технологий сохранения биологического разнообразия и борьбы с инвазивными видами животных, растений и микроорганизмов, включенных в перечень критических технологий Указом Президента Российской Федерации № 529 от 18.06.2024 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоёмких технологий». Мнения участников круглого стола по этим и другим вопросам в рамках заданной темы, развернутые характеристики обозначенных на круглом столе научно-технологических направлений и основные выделенные проблемы и предложения представлены в данной статье.

Ключевые слова: биоресурсы, биотехнологии, большие данные, генетическая эрозия, генетические ресурсы, генетические технологии, генетическое разнообразие, геномика, дендрогеномика, инвазивные/инвазионные виды, климатические изменения, национальные центры генетических ресурсов, нормативное регулирование, сохранение биоразнообразия

Благодарности: Публикация подготовлена в рамках реализации Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений по соглашению с Минобрнауки России от 26 февраля 2025 года № 075-02-2025-1584.

Для цитирования: Хлесткина Е.К., Берг Л.Н., Шипилина Л.Ю., Ухатова Ю.В. Сохранение биологического разнообразия и борьба с инвазивными видами в условиях меняющегося климата: технологические и правовые аспекты (итоги круглого стола, 26 ноября 2025 г., V Конгресс молодых ученых, «Сириус»). *Бюллетень ВИР*. 2025;(247):33-45.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы. Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы.

© Хлесткина Е.К., Берг Л.Н., Шипилина Л.Ю., Ухатова Ю.В., 2025

Brief communication

Biodiversity Conservation and Invasive Species Control under Changing Climate: Technological and Legal Aspects (roundtable discussion, November 26, 2025, V Congress of Young Scientists, Sirius)

Elena K. Khlestkina^{1,2}, Lydmila N. Berg³, Lilija Yu. Shipilina^{1,2}, Yulia V. Ukhatova^{1,2}

¹ N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

² Sirius University of Science and Technology, Research Center of Genetics and Life Sciences, Krasnodar Territory, Russia

³ Ural State Law University named after V.F. Yakovlev, Department of Theory of State and Law named after S.S. Alexeev, Yekaterinburg, Russia

Corresponding author: Elena K. Khlestkina, director@vir.nw.ru

The roundtable discussion *Biodiversity Conservation and Invasive Species Control under Changing Climate: Technological and Legal Aspects* was held on November 26, 2025, as part of the V Congress of Young Scientists (November 26–28, 2025, Sirius Federal Territory), with over 9,000 participants. The round table brought together representatives of leading scientific institutions, universities, and other relevant organizations to discuss modern technological solutions and the necessary regulatory and legal incentives for developing biodiversity conservation technologies under climate change, including technologies for protecting natural and agricultural ecosystems from invasive species of animals, plants, and microorganisms whose ranges are shifting and expanding toward northern territories. How can the risk of biodiversity losses in areas where invaders are present be reduced? What forecasts are there today, and how can modern digital technologies and biotechnologies be used to control the spread of invaders and protect existing natural and agricultural ecosystems? How can we motivate businesses to actively participate in the development and implementation of technologies that reduce the risks of biodiversity losses and hinder the development of invasive species? What revisions are needed to the legal and regulatory framework to stimulate the development of technologies for preserving biodiversity and combating invasive species of animals, plants, and microorganisms included in the list of critical technologies by Decree No. 529 of the President of the Russian Federation “On Approval of Priority Areas of Scientific and Technological Development and the List of the Most Important Science-Intensive Technologies” dated June 18, 2024? The article presents the opinions of the roundtable participants on these and other issues related to this topic, detailed descriptions of the scientific and technological areas identified at the round table, and the main problems and proposals highlighted.

Keywords: bioresources, biotechnology, big data, genetic erosion, genetic resources, genetic technologies, genetic diversity, genomics, dendrogeomics, invasive species, climate change, national genetic resources centers, regulatory framework, biodiversity conservation

Acknowledgments: the present article was prepared within the framework of the Development Program for the National Center for Plant Genetic Resources under Agreement No. 075-02-2025-1584 with the Ministry of Science and Higher Education of Russia, dated February 26, 2025.

For citation: Khlestkina E.K., Berg L.N., Shipilina L.Yu., Ukhatova Yu.V. Biodiversity Conservation and Invasive Species Control under Changing Climate: Technological and Legal Aspects (roundtable discussion, November 26, 2025, V Congress of Young Scientists, Sirius). *VIR Bulletin*. 2025;(247):33-45. (In Russ.).

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work. The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer.

© Khlestkina E.K., Berg L.N., Shipilina L.Yu., Ukhatova Yu.V., 2025

Биологическое разнообразие – вариабельность живых организмов и вирусов из всех источников, включая наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются, в том числе разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем¹.

Биологическое разнообразие является краеугольным камнем биоэкономики. Вместе с тем, по уточненным оценкам, глобальная экономика понесла ущерб в размере более 2,1 трлн долларов с 1960 по 2022 г. от распространения инвазионных видов (оценка проводилась по данным о 162 видах растений и животных в 172 странах; Soto et al., 2025). Насколько климатические изменения усугубляют проблему нанесения ущерба экосистемам со стороны инвайдеров? По данным метаанализа (458 случаев из 95 опубликованных исследований, в которых сообщалось об индивидуальном и комбинированном воздействии инвазионных видов и стрессовых факторов, связанных с глобальным изменением климата; Lopez et al., 2022), инвазионные виды как отдельный фактор в среднем оказывают более пагубное воздействие, чем изменение климата как отдельный фактор. Взаимодействие факторов «инвазионный вид» и «изменение климата» в основном является антагонистическим, но в более чем 25 % случаев наблюдаются синергетические эффекты, которые приводят к более пагубным последствиям для экосистем.

Какие новые технологические решения предлагают для борьбы с инвазионными видами и решения проблемы сохранения биологического разнообразия в условиях распространения вредных организмов и изменения климата? Современные геномные технологии позволяют выявлять особенности распространения инвайдеров, что дает инструмент для дальнейшего контроля инвазий. С помощью сравнительных геномных исследований удалось раскрыть причину быстрой адаптации на примере одного из видов растений (*Trifolium repens* L.) – инвайдер практически не подвержен эффекту «бутылочно-горлышка», выявлены участки генома с ограниченной рекомбинацией, связанные с параллельной адаптацией к различным климато-географическим условиям на разных континентах (Battlay et al., 2025). Еще один пример – кардинальное изменение подходов к точному мониторингу популяций видов в экосистемах за счет работи-

зированных и автономных систем (Pringle et al., 2025). Экологи перенимают некоторые успешные прецизионные технологии, применяемые в медицине и маркетинге (Spake et al., 2025), а также осваивают для решения задач сохранения биоразнообразия генеративный искусственный интеллект (Rafiq et al., 2025). Все эти примеры свидетельствуют о быстром развитии в мире технологий сохранения биологического разнообразия и борьбы с инвазионными видами.

С изменением климата риск распространения вредных организмов в экосистемы, где эти вредители ранее не встречались, возрастает. Особенно это касается регионов с умеренным климатом и Арктики (Gullino et al., 2022). С учетом географического положения России проблема распространения инвазионных видов, риски утраты биологического разнообразия от воздействия инвайдеров и изменения климата крайне велики. Технологии сохранения биологического разнообразия и борьбы с инвазионными видами животных, растений и микроорганизмов включены в перечень критических технологий, утвержденный Указом Президента Российской Федерации № 529 от 18.06.2024 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий». «Сохранение и изучение биологического разнообразия, в том числе генетического разнообразия в целях устойчивого развития Российской Федерации, обеспечения научно-технологического развития Российской Федерации и повышения конкурентоспособности отечественной науки» обозначено в законодательстве Российской Федерации одной из основных задач создания, формирования, сохранения, развития, изучения и использования биологических (биоресурсных) коллекций, образования биоресурсных центров и организации их деятельности (статья 4 федерального закона от 30.11.2024 г. № 428-ФЗ «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона «О животном мире». В 2022 и 2024 г. Указами Президента Российской Федерации образованы четыре национальных центра генетических ресурсов, важнейшей задачей которых является гарантированное сохранение особо ценных образцов генетических ресурсов^{2,3,4,5}.

Российская Федерация обладает ценным запасом биологического разнообразия. Природная флора Россий-

¹ Федеральный закон от 30.11.2024 № 428-ФЗ «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона «О животном мире». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411300018> [дата обращения: 15.12.2025].

² Указ Президента Российской Федерации от 08.02.2022 № 44 «О Национальном центре генетических ресурсов растений». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202080014> [дата обращения: 15.12.2025].

³ Указ Президента Российской Федерации от 19.03.2024 № 195 «О Национальном центре генетических ресурсов сельскохозяйственных животных». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202403190018> [дата обращения: 15.12.2025].

⁴ Указ Президента Российской Федерации от 25.10.2024 № 913 «О Национальном центре генетических ресурсов микроорганизмов». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202410250009> [дата обращения: 15.12.2025].

⁵ Указ Президента Российской Федерации от 08.08.2024 № 672 «О Национальном центре генетических ресурсов автохтонных сортов винограда». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202408080004> [дата обращения: 15.12.2025].

ской Федерации является одной из самых разнообразных среди стран, расположенных вне тропических широт. Богатейшее разнообразие культурной флоры сохраняется в национальной коллекции особо ценных образцов генетических ресурсов растений². Разнообразие позвоночных животных в России составляет около 2,7% от мирового разнообразия, птиц – около 7,0%, морской фауны – около 2% мирового разнообразия. Генетическое разнообразие сельскохозяйственных животных сохраняется в национальной коллекции особо ценных образцов генетических ресурсов сельскохозяйственных животных³. Широкая диверсификация почвенно-климатических условий на территории страны обуславливает наличие природных источников биологического разнообразия микроорганизмов. Генетическое разнообразие промышленных микроорганизмов, созданных и создаваемых на основе природного разнообразия, сохраняется в национальной коллекции особо ценных образцов микроорганизмов⁴. OECD признала биологические коллекции и биоресурсные центры как фундаментальную инфраструктуру научно-технологического развития еще в 2001 году⁶. Создание национальных центров генетических ресурсов в России и принятие федерального закона от 30.11.2024 г. № 428-ФЗ «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях ...»^{1,5} стало шагом, критически важным для развития фундаментальной основы биоэкономики в нашей стране.

В рамках V Конгресса молодых ученых (26-28 ноября 2025 года, федеральная территория «Сириус»), собравшего на своей площадке более 9 тысяч участников, состоялся круглый стол «Сохранение биологического разнообразия и борьба с инвазивными видами в условиях меняющегося климата: технологические и правовые аспекты». Круглый стол собрал представителей ведущих научных учреждений, вузов и других профильных организаций (таблица 1). В меньшей степени предложенная тематика Круглого стола заинтересовала бизнес.

Анализ текущих национальных проектов и реализуемых программ в их рамках при поддержке бизнеса показывает, что разработка технологий сохранения биологического разнообразия и борьбы с инвазивными видами, несмотря на экономическую значимость, пока что не в фокусе основного внимания потенциальных бенефициаров. Очевидна недостаточность мер стимулирования участников рынка для инвестиций в развитие технологий, которые могли бы нивелировать ущерб от распространения инвазивных видов реальному сектору экономики, оцениваемый в глобальном масштабе в размере более 35 млрд долларов в год (более 2,1 трлн долларов за 6 десятилетий; Soto et al., 2025). С развитием биоэкономики и переходом ее на новый технологический уклад (Khlestkina et al., 2025) зависимость успеха высокотехнологического производства в этой сфере напрямую зависит от биологического разнообразия.

В контексте биоэкономики биологическое разнообразие следует рассматривать как основополагающий элемент в реализации полного инновационного цикла работ по всем направлениям биоэкономики. Во-первых, биологическое разнообразие (и главным образом его ключевой аспект – генетическое разнообразие) – это основа стабильности производства биологических ресурсов в искусственных экосистемах и устойчивого сохранения и восполнения биологических ресурсов в естественных экосистемах. Уменьшение запаса прочности, обеспечиваемого генетическим разнообразием, может привести к существенному снижению потенциала адаптации основанных на биоэкономике отраслей промышленности к будущим кризисам. Во-вторых, знания, получаемые путем исследования генетического разнообразия – основа всех новых биотехнологий. В истории цивилизации каждый крупный рывок (от domestikации растений и животных до развития промышленных биотехнологий) связан с все более глубоким и точным освоением генетического разнообразия. Утрата этого разнообразия, недооценка его значения для технологического развития могут привести к потере возможности перспективных прорывных разработок в сфере биотехнологии, необходимых для перехода к биоэкономике 3.0.

Риски сокращения и истощения биологического разнообразия – фундаментальной основы биоэкономики – обусловлены чрезмерной эксплуатацией биоресурсов, загрязнением окружающей среды, изменением климата и распространением инвазивных видов. Потеря биологического разнообразия связана не только с сокращением числа видов, но и со снижением генетического разнообразия (генетической эрозией). Утрата генетического запаса устойчивости снижает потенциал адаптации природных и искусственных экосистем – источников сырья для обеспечения продовольственной безопасности, медицины и промышленности, а также может привести к потере возможности перспективных прорывных разработок в сфере биотехнологии, необходимых для перехода к биоэкономике 3.0. Например, в сельском хозяйстве особую опасность создают так называемые «монокультуры», отсутствие диверсификации культур и связанное с этим нарушение севооборотов. Согласно данным FAO 2025 года⁷, 60% мирового продовольствия обеспечивается всего девятью культурами. Подобная общемировая тенденция наблюдается и в России. Преодоление этих рисков связано с реализацией стратегии сохранения биологического разнообразия, важную роль в которой в контексте биоэкономики играют биологические (биоресурсные) коллекции.

Своими знаниями и идеями о существующих и перспективных технологиях в сфере сохранения биологического разнообразия, сдерживания инвазивных видов, а также о технологиях эффективного использования биоресурсов поделились участники круглого стола.

⁶ https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2001/05/biological-resource-centres_g1gh2556/9789264193550-en.pdf [дата обращения: 15.12.2025]

⁷ <https://www.fao.org/>

Таблица 1. Выступавшие на круглом столе (в алфавитном порядке)

Table 1. Speakers at the round table (in alphabetic order)

	ФИО	Должность, организация, которую представляет участник
1	Асатурова Анжела Михайловна	Директор, Федеральный научный центр биологической защиты растений
2	Берг Людмила Николаевна	Профессор кафедры теории государства и права имени С.С. Алексеева, Уральский государственный юридический университет имени В.Ф. Яковлева
3	Гершелис Елена Владимировна	Исполнительный директор, Международный научный центр в области экологии и вопросов изменения климата, Научно-технологический университет «Сириус»
4	Закондырин Александр Евгеньевич	Директор, Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды
5	Крутовский Константин Валерьевич	Ведущий научный сотрудник, Институт общей генетики имени Н.И. Вавилова Российской академии наук
6	Соколов Александр Андреевич	Заместитель директора Арктического научно-исследовательского стационара, Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук
7	Соловьев Александр Александрович	Заместитель директора по науке, Всероссийский центр карантина растений
8	Тронин Андрей Владимирович	Генеральный директор, ООО «БиоДайв»
9	Чернецов Никита Севинович	Директор, Зоологический институт Российской академии наук
10	Чукалин Илья Владимирович	Генеральный директор, Фонд президентских грантов; председатель правления, Президентский фонд природы
11	Шипилина Лилия Юрьевна	Старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова; старший научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус»
12	Хлесткина Елена Константиновна (модератор и организатор круглого стола)	Директор, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И.Вавилова (ВИР); руководитель научного направления «Биология и биотехнология растений», Научно-технологический университет «Сириус»

ЦИФРОВЫЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЙДЕРОВ, ЗАЩИТЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРИРОДНЫХ И АГРОЭКОСИСТЕМ, ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Сохранение биологического разнообразия реализуется путем *ex situ* (за пределами первоначальных мест обитания популяций данного вида – в биологических (биоресурсных) коллекциях) и *in situ* (в естественной среде обитания видов). Предметом обсуждения на круглом столе стали технологии *in situ*. Цифровые и биотехнологии *ex situ* сохранения и изучения суммированы в обзоре, посвященном образованию первого Национального биоресурсного центра (Khlestkina, 2022). Отдельно в дополнение к этому необходимо подчеркнуть значимость двух аспектов. Во-первых, для обеспечения задачи эффективного использования биологического разнообразия (в первую очередь генетического разнообразия) необходимо ускорить работу по секвенированию пангеномов выборок особо ценных образцов национальных коллекций, создающихся в Национальных центрах генетических ресурсов²⁻⁵. Пангеномы – основа извлечения ключевой информации о генетическом разнообразии как

источнике знаний для разработки технологий сохранения и эффективного использования биологического разнообразия (в том числе ускоренной селекции и диверсификации создания сортового сырья для различных отраслей промышленности), технологий защиты интеллектуальной собственности и контроля за модификациями в геномах организмов, допускаемых к использованию в производстве. Во-вторых, в статье 8 федерального закона от 30.11.2024 г. № 428-ФЗ¹ указано «Ведение национальных каталогов особо ценных образцов генетических ресурсов, каталогов биологических (биоресурсных) коллекций, а также реестра национальных коллекций особо ценных образцов генетических ресурсов и биологических (биоресурсных) коллекций осуществляется посредством государственной информационной системы в области генетической информации «Национальная база генетической информации» (далее – ГИС НБГИ)». Уникальность данной государственной системы учета состоит в том, что на одной платформе предусмотрен централизованный учет как паспортных данных каждой коллекции и каждого образца, так и геномных данных о них. А составляемые для платформы в рамках программ развития Национальных центров словари и номенклатурные справочники (например, для учета флоры) не ограничиваются объектами, сохраняемыми только в самих национальных кол-

лекциях. В них учтены и реестры объектов, сохраняемых в биологических коллекциях, важных для документирования флоры и фауны, в том числе всех объектов, выявляемых *in situ*, включая редкие и исчезающие виды.

Технологии сохранения *in situ* (Khlestkina, Chukhina, 2020), преимущественно обсуждавшиеся на круглом столе, применяются на следующих этапах (далее – этапы №№ 1–7):

1. инвентаризация разнообразия и подготовка национальных кадастров;
2. сопоставление имеющихся оценок угроз генофонду;
3. определение таксонов, приоритетных для сохранения;
4. таксономический, эколого-географический и популяционно-генетический анализ видов, приоритетных для сохранения;
5. разработка и применение на практике рекомендаций по мониторингу и менеджменту для разных объектов сохранения *in situ*;
6. разработка и применение на практике рекомендаций по восстановлению разнообразия;
7. разработка и применение на практике рекомендаций по борьбе с инвазионными видами.

Круглый стол отмечает большое значение этапа № 1. Без его системной организации невозможно говорить о реализации задачи по сохранению биологического разнообразия. Этот этап предполагает проведение исследований на местности и задействует высококвалифицированные кадры из научно-исследовательских учреждений и вузов.

Также отмечается необходимость уделять отдельное внимание вопросам внутривидового разнообразия. Именно от внутривидового генетического разнообразия зависит, устойчив ли вид. Когда в силу разных причин (потеря среды обитания из-за антропогенных факторов, инвазионных видов, почвенно-климатических изменений и т. д.) популяция сокращается, возрастает частота близкородственных скрещиваний, как следствие происходит накопление неблагоприятных для выживания вида рецессивных аллелей в гомозиготном состоянии, из-за чего популяция сокращается еще больше, и возникает замкнутый круг, именуемый «воронкой вымирания». Это пройденная точка невозврата. Отмечается, что если до недавнего времени способов спасения видов, попавших в «воронку вымирания», практически не существовало, то сейчас с применением технологий геномного редактирования появилась перспектива «исправления» неблагоприятных аллелей, что может помочь «разорвать» описываемый замкнутый круг⁸.

Этап № 1 в настоящее время облегчается использованием таких цифровых возможностей, как ГИС-технологии⁹, дистанционное зондирование земли (ДЗЗ), платформ для коллективного сбора данных. При этом, как

отмечено на круглом столе, отсутствует доступное для биологических научно-исследовательских учреждений (далее – НИУ) и вузов программное обеспечение для дешифровки космоснимков, что затрудняет цифровизацию этапа № 1. Не хватает и единой национальной цифровой платформы, куда можно было бы централизованно вносить данные. Есть разрозненные базы данных отдельных НИУ и вузов. Цифровой ресурс «Агроатлас» (правообладатели – СПбГУ, ВИЗР, ВИР) представляет собой инструмент для сельского хозяйства, науки и управления в сфере продовольственной безопасности. Он объединяет географические, биологические и агроэкологические данные в интерактивной форме, что позволяет решать широкий спектр задач – от планирования посевов до мониторинга вредителей и болезней. Именно здесь представлены климатические данные за 100 лет, и именно данный ресурс может являться основой для развития единой национальной цифровой платформы.

На этапах № 2 «сопоставление имеющихся оценок угроз генофонду» и № 3 «определение приоритетных для сохранения таксонов» сегодня существует возможность применять компьютерные методы анализа больших данных и моделирования. На этапе № 4 «таксономический, эколого-географический и популяционно-генетический анализ приоритетных для сохранения видов» помимо классических подходов в данной сфере используются современные методы, основанные на анализе полиморфизма ДНК. Причем с удешевлением высокопроизводительного секвенирования эти методы совершенствуются и трансформируются в подходы, основанные на накоплении больших геномных данных и высокопроизводительных вычислениях для биоинформатического анализа этих данных в сопоставлении с фенотипическими, климатическими и иными данными. При этом круглый стол отметил отсутствие единой платформы, на которой были бы интегрированы все типы больших данных, генерируемых на этапах 1–4, и где имелся бы удобный инструмент для анализа, для применения предиктивных методов и для эффективного создания цифровых двойников экосистем и применения их для следующего этапа (№ 5: разработка и применение на практике рекомендаций по сохранению *in situ*)⁸.

Следует отметить, что при решении секвенировать объект, выявленный *in situ*, надо применять общий подход: разместить результаты секвенирования и метаданные (в том числе учетные сведения) образца в ГИС НБГИ, а материал объекта (физический носитель генетической информации) поставить на учет в наиболее подходящую биологическую коллекцию. Также, если в результате мониторинга *in situ* принято решение сохранения отдельных объектов с использованием технологий *in vitro* или *in cryo* (криосохранение), то эти действия тоже попадают в сферу регулирования 428-ФЗ¹, и вся деятельность

⁸ По сообщению в рамках круглого стола «Сохранение биологического разнообразия и борьба с инвазивными видами в условиях меняющегося климата: технологические и правовые аспекты»

⁹ ГИС - геоинформационные системы

с такими образцами и их учет должны полностью вестись в соответствии с этим законом и нормативными подзаконными актами к нему. Таким образом, именно развивающаяся сейчас ГИС НБГИ – та самая цифровая платформа, к которой законодательно уже привязаны действия и в которой заложен функционал, необходимый для сохранения биологического разнообразия в самом широком его понимании, а не только применительно к национальным коллекциям генетических ресурсов.

В развитие обсуждения геномных технологий на круглом столе отмечено, что оценка влияния климатических изменений на флору может проводиться путем глубоких геномных исследований многолетних лесных растений. Ширина годового прироста хорошо отражает климатический отклик растения. Свой след оставляют длительные периоды засух, вспышки нашествия вредителей. Путем взятия кернов из популяций древесных растений и анализа этих материалов по фенотипу и методом высокопроизводительного секвенирования можно, сравнив геномные данные с фенотипическими, определить адаптивный потенциал популяции. Полученные большие данные могут далее использоваться для моделирования хорошо адаптированных к климатическим изменениям будущего популяций того или иного вида растений⁸. Подобные исследования проводятся в рамках относительно нового научного направления – дендрогеномики. Нельзя исключать, что, исследуя геномы хорошо адаптирующихся растений, мы можем выявить быстро распространяющиеся формы, которые, с одной стороны, по отличиям от своей исходной родительской формы и по скорости завоевания ареала (и вытеснения исходного вида) могут быть отнесены к инвазионному (не чужеродному) виду (например, триплоидная осина в сравнении с обычной диплоидной), а с другой стороны, именно полиплоидизация и межвидовая гибридизация – основные элементы эволюционной стратегии представителей высших растений. То есть наблюдаемые явления можно отнести в таких случаях к естественным процессам формирования, связанным с адаптацией⁸.

На этапе № 5 «разработка и применение на практике рекомендаций по мониторингу и менеджменту для разных объектов сохранения *in situ*», как отмечено, также невозможно совсем обойтись без полевых обследований. Но при наличии современных цифровых и биотехнологий исследования в области мониторинга становятся гораздо более информативными. Фотоловушки позволяют вести наблюдения за животными круглый год, съемки при помощи дрона позволяют вести точный учет популяций животных. К числу современных технологий мониторинга относятся также спутниковая телеметрия движения птиц, меташтрихкодирование эДНК¹⁰. Перспективные технологии связаны с применением искусственного интеллекта. Отмечено, что среди инициативных проектов в сфере сохранения биологического разнообразия, полу-

чивших поддержку Президентского фонда природы (184 проекта в 2025 г. и 260 на 2026 год) преобладают проекты, направленные на мониторинг биологического разнообразия. При этом на борьбу с инвазионными видами направлены 8 из 184 проектов в 2025 г. и 9 из 260 в 2026 г. соответственно⁸. При этом проекты пока в основном посвящены апробации и использованию уже существующих технологий.

Отмечается, что такое важнейшее направление, как биоремедиация, чаще всего применяется для очистки сточных вод, но гораздо реже для восстановления почвы⁸. Также важнейшей задачей является борьба с опустыниванием. В решении этого вопроса бесценен опыт многолетних исследований, проводившийся на полигоне Приаральской опытной станции ВИР (Dzyubenko, Kochegina, 2016), который сегодня может быть дополнен исследованиями на основе генетических технологий.

Особое значение в деятельности по сохранению биологического разнообразия *in situ*, борьбе с инвайдерами и борьбе с опустыниванием в приграничных районах имеет сотрудничество с сопредельными государствами. Отмечено, что Президентский фонд природы готов поддерживать проекты трансграничного сотрудничества в сфере сохранения биоразнообразия.

Отдельное внимание на круглом столе было уделено вопросам карантинных объектов. Оценка каждой поступающей на территорию Российской Федерации партии семян растений или товарной продукции в настоящее время основывается на молекулярно-генетических методах анализа, что позволяет существенно сокращать время оценки. Раньше на это уходили недели, такие задержки были нежелательны для участников рынка⁸. Современные методы мониторинга карантинных объектов в продукции – важный пример того, как представители реального сектора экономики получают выгоду от развития и внедрения новых технологий сохранения биоразнообразия. Подчеркивается, что в случае проникновения на территорию опасных объектов (примеры с самшитовой огневкой, коричневым мраморным клопом) проблема в оперативности борьбы с ними заключается не в отсутствии подходящих препаратов, а в отсутствии специального порядка регистрации либо внесения вредителя в списки к уже зарегистрированному препарату. Отмечено значение биологических методов защиты в борьбе с вредителями (в том числе с естественными врагами опасных видов), но при этом требуются специализированные подходы к защите и контролю в каждом конкретном случае, а также учет погодных условий и других факторов, которые должны быть учтены.

¹⁰ эДНК – экологическая ДНК (син. экосистемная ДНК, ДНК окружающей среды, пер. eDNA - environmental DNA)

АНАЛИЗ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И БОРЬБЫ С ИНВАЗИОННЫМИ ВИДАМИ

1. Регулирование сохранения биоразнообразия *ex situ*

Участники круглого стола отметили, что принятие Федерального закона от 30.11.2024 г. № 428-ФЗ «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях...»¹ своевременно, поскольку создает институциональную, технологическую и правовую инфраструктуру для сохранения *ex situ* биологического разнообразия, превращая разрозненные биологические коллекции в национальный ресурс, а их управление в публичную функцию. В условиях ускоренной утраты природных популяций под влиянием изменения климата данная инфраструктура становится необходимой гарантией сохранения генетического разнообразия. Фактически Федеральный закон № 428-ФЗ «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях...» на сегодняшний момент – единственный нормативный правовой акт, который задает полноценный технологический контур для сохранения биологического разнообразия⁸.

2. Регулирование сохранения биоразнообразия *in situ*

Участники круглого стола обозначили, что законодательство Российской Федерации относительно особо охраняемых природных территорий исторически строилось вокруг парадигмы консервации и правовой охраны, а не вокруг технологического развития и климатической адаптации. На сегодняшний день выявлены следующие существенные пробелы в законодательстве в сфере правового регулирования особо охраняемых природных территорий (далее - ООПТ): отсутствие климата как фактора, влияющего на управление ООПТ; в рамках управления ООПТ не учитываются прогнозы изменения климата; режим правовой охраны ООПТ не учитывает динамичный характер экосистем; не установлены обязывающие нормы, предусматривающие проведение климатической оценки воздействия на популяции и виды; технологии сохранения биологического разнообразия *in situ* не интегрированы в правовое регулирование ООПТ.

Тем не менее ООПТ могли бы стать площадкой для внедрения разрабатываемых научными учреждениями инноваций в части: мониторинга генетического разнообразия, технологий борьбы с инвазионными видами, восстановления популяций и т. п.

Таким образом, действующее правовое регулирование ООПТ почти не предусматривает норм, которые бы обеспечили через правовые механизмы внедрение критической технологии № 21. «Технологии сохранения биологического разнообразия и борьбы с чужеродными (инвазивными) видами животных, растений и микроорганизмов»¹¹ в его текущем виде не соответствуют климатическим вызовам, хотя именно ООПТ должны стать ядром

адаптации и масштабирования применения разработанных научными учреждениями инновационных подходов сохранения биологического разнообразия *in situ*. Участники сформулировали следующие предложения по совершенствованию законодательства об ООПТ: включение климатических сценариев в систему управления ООПТ; установление правового режима «научно-технологических зон» внутри ООПТ; включение параметров биоразнообразия в систему государственной отчетности. Кроме этого, важно отметить необходимость разделения в нормативных актах понятий «инвазивный (инвазионный) вид» и «чужеродный вид».

3. Особенности регулирования сохранения биоразнообразия в контексте изменения климата

Участники круглого стола констатировали, что анализ Единого плана по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2036 года, а также положений Национального плана мероприятий по адаптации к изменениям климата (второй этап, до 2025 года) свидетельствует о наличии структурного нормативного разрыва между климатическим регулированием, научно-технологической политикой и институтами охраны биологического разнообразия. Нормативные плановые документы, определяющие климатическую повестку Российской Федерации (Единый план, Национальный план адаптации), формируют подход, при котором адаптация к изменениям климата рассматривается преимущественно через призму экономической устойчивости и обеспечения непрерывности функционирования хозяйственных систем. В рамках указанных документов биологическое разнообразие не упоминается в качестве самостоятельной цели адаптации, генетическое разнообразие отсутствует как элемент климатической устойчивости, проблематика инвазионных видов полностью исключена из структуры климатических рисков. Тем самым климатическая повестка в действующей редакции нормативных планов основывается преимущественно на управлении углеродными параметрами, но не учитывает устойчивость природных экосистем, несмотря на их прямую связь с климатической динамикой. Критическая технология № 21, включенная в перечень критически важных технологий¹¹, не отражена в ключевых стратегических и климатических документах. Таким образом, государство нормативно признает стратегическую значимость технологий сохранения биоразнообразия, однако не обеспечивает их включения в механизмы климатической политики и не формирует правовых условий для их применения в рамках климатической адаптации. Действующее законодательство об ООПТ не отражает: влияния климатической динамики на экосистемы, необходимости предотвращения климатически обусловленной экспансии инвазионных видов, задач внедрения технологий *in situ* мониторинга, контроля при помощи генетических методов исследования.

¹¹ Указ Президента Российской Федерации от 18.06.2024 № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий» Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202406180018> [дата обращения: 15.12.2025].

Правовой режим ООПТ ориентирован на традиционную модель «охранительного изъятия из хозяйственной деятельности», но не предусматривает стимулирования научно-технологического развития, способного обеспечить адаптацию природных комплексов к климатическим изменениям. В результате формируется ситуация, характеризующаяся отсутствием правовой взаимосвязи между тремя ключевыми подсистемами:

- научно-технологической, установленной Федеральным законом от 30.11.2024 г. № 428-ФЗ «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях...», формирующим правовой режим технологий сохранения *ex situ*;

- климатической, основанной на Едином плане и Национальном плане адаптации, не включающей биоразнообразие и не учитывающей критическую технологию № 21;

- природоохранной, представленной законодательством об ООПТ, не адаптированной к климатической динамике и не стимулирующей развитие технологий сохранения биоразнообразия *in situ*.

Биологическое разнообразие нормативно присутствует только в научно-технологической подсистеме, тогда как климатическое и природоохранное регулирование остаются автономными и не включают показатели в сфере биологического разнообразия в структуру климатических рисков и мер адаптации.

Консолидация научно-технологической, климатической и природоохранной подсистем требует формирования нормативной модели, обеспечивающей взаимную интеграцию ключевых институтов, распределенных в настоящее время по несвязанным правовым массивам. Предлагаемая модель основывается на необходимости конституционного обеспечения сохранения биологического разнообразия ст. 114 Конституции РФ, а также на положениях действующего экологического законодательства, которое нуждается в целенаправленной модернизации с учетом климатической динамики и появления новых критических технологий.

4. Регулирование борьбы с инвазионными видами

Регулирование борьбы с инвазионными видами растений, животных и микроорганизмов в российской системе законодательства находится в стадии институциональной незавершенности и характеризуется фрагментарностью, несогласованностью и отсутствием технологических стимулов. Приоритетное значение в данной сфере имеет Федеральный закон от 21.07.2014 № 206-ФЗ «О карантине растений»¹², регламентирующий порядок предупреждения ввоза и распространения карантинных объектов. Однако его содержание и структурная направленность не обеспечивают комплексного правового регулирования биобезопасности и не формируют правовых условий для развития прорывных технологий в сфере противодействия биологическим инвазиям. Данный федеральный закон и соответствующие подзаконные

акты устанавливают систему государственного фитосанитарного контроля, направленного на предотвращение распространения карантинных вредных организмов. Данная модель основана на традиционных санитарно-контрольных инструментах: учете карантинных объектов, сертификации продукции, проверке соответствия фитосанитарным требованиям, определении зон заражения и локализации очагов.

Несмотря на значимость указанных мер, правовой контур карантина растений имеет ряд ограничений. Во-первых, в правовой контур карантина растений не входят инвазионные виды, не включенные в перечень карантинных объектов. Во-вторых, действующий правовой режим начинает действовать преимущественно после обнаружения вредного организма. В силу своей специфики данный правовой контур не может решить всех проблем, связанных с инвазионными видами, и соответствовать международным подходам, основанным на прогнозно-моделирующих системах мониторинга, климатических сценариях и оценке рисков миграции организмов под воздействием изменения климата и т. д. Этот пробел в законодательстве мог бы решиться за счет единого федерального закона о защите растений. Отсутствие такого закона в российском законодательстве формирует ряд правовых и институциональных проблем, препятствующих технологическому развитию. Именно в правовом контуре единого федерального закона о защите растений, который должен носить превентивный, а не просто реактивный характер, можно было бы предусмотреть и механизм стимулирования и внедрения новых цифровых и биотехнологий, предусмотренных критической технологией № 21, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 18.06.2024 г. № 529⁸.

Вопросы защиты растений в настоящее время сосредоточены между разными нормативными правовыми актами, предметом правового регулирования которых являются семеноводство, растительный мир, лесное хозяйство и т. д. Отсутствие единой юридической конструкции приводит к нормативным коллизиям, пробелам в законодательстве и невозможности формирования комплексного правового режима, охватывающего как культурные, так и дикорастущие растения, а также иные организмы, влияющие на устойчивость экосистем.

Действующий разрозненный правовой режим не выступает стимулятором технологического развития, а напротив – воспроизводит административно-контрольную модель, характерную для ранних этапов фитосанитарного правового регулирования⁸.

Отмечается, что международное законодательство включает биотехнологические методы защиты растений (генетическая идентификация, биоконтроль, биоинженерные методы) в число приоритетных. В России соответствующие технологии уже признаны критически значимыми, однако их правовое закрепление отсутствует,

¹² Федеральный закон от 21.07.2014 № 206-ФЗ «О карантине растений» Официальный интернет-портал правовой информации.
URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201407220043> [дата обращения: 15.12.2025]

что препятствует созданию нормативной среды для технологического развития. В правовых системах США, Канады, Австралии, Новой Зеландии и ЕС борьба с инвазивными видами урегулирована в законах о биобезопасности или защите растений. В российской системе законодательства такой нормативный правовой акт отсутствует, вследствие чего борьба с инвазивными организмами осуществляется несистемно, фрагментарно и преимущественно в рамках ведомственных полномочий⁸.

Наличие федерального закона о защите растений позволило бы сформировать: государственную систему мониторинга динамики вредных организмов в природных и агроэкосистемах, механизм раннего обнаружения и быстрого реагирования, нормативные требования к технологиям предотвращения инвазий и контроля их последствий, единый порядок межведомственного взаимодействия и распределения полномочий.

Сохранение биологического разнообразия отнесено Конституцией Российской Федерации (п. «е. 5» ст. 114) к числу направлений государственной деятельности. Отсутствие системного закона о защите растений препятствует полноценной реализации этой конституционной обязанности, поскольку биологическое разнообразие флоры составляет основу экосистемной устойчивости и ограничивает правовую возможность реализации критических технологий, предусмотренных Указом Президента Российской Федерации от 18.06.2024 г. № 529. Учитывая конституционные обязанности государства по сохранению уникального природного и биологического разнообразия, необходимость принятия федерального закона о защите растений и модернизации действующего регулирования следует признать нормативно обусловленной и стратегически необходимой задачей⁸.

5. Регулирование хозяйственной деятельности, оказывающей воздействие на природную среду

Правовое регулирование хозяйственной деятельности, оказывающей воздействие на природную среду, включая недропользование, добычу природных ресурсов и реализацию крупных инфраструктурных проектов, построено преимущественно на императивных, административно-охранительных и компенсационных механизмах. Такая конструкция обеспечивает частичную минимизацию негативных эффектов, но не создает нормативных условий, способных стимулировать развитие технологий сохранения биологического разнообразия и технологий противодействия распространению инвазивных видов. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ¹³, Федеральный закон от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе»¹⁴, законода-

тельство о недрах, лесное, водное и земельное законодательство закрепляют обязанность: осуществления компенсационных мероприятий при нарушении природных комплексов, проведения оценки воздействия на окружающую среду, внесения платы за негативное воздействие на окружающую среду, предотвращения уничтожения объектов животного и растительного мира.

Однако данные механизмы направлены исключительно на устранение последствий вмешательства в природную среду и не предусматривают нормативных конструкций, ориентированных на стимулирование внедрения современных природоохранных технологий, систем мониторинга биологического разнообразия, биоконтроля и противодействия распространению инвазивных организмов.

Правовое регулирование природопользования: не содержит налоговых стимулов для технологически усовершенствованных природоохранных решений, не предусматривает снижение ставок платы за негативное воздействие при доказанном снижении воздействия на биоразнообразие, не включает механизмов экспериментальных регуляторных режимов для апробации технологий борьбы с инвазивными видами, не увязывает предоставление прав на недропользование с уровнем экологической и технологической зрелости заявителя. Действующие нормы формируют охранительную, но не стимулирующую правовую среду, ориентированы на контроль и компенсацию ущерба и не создают условий для технологического развития в сфере сохранения биоразнообразия и противодействия инвазивным видам. С целью совершенствования законодательства в данной сфере предлагается внести в законодательство о недрах норму, предусматривающую обязанность использования технологий, соответствующих критической технологии № 21, при подготовке проектной документации, интегрировать критическую технологию № 21 в экологическую экспертизу проектной документации. Также целесообразно предусмотреть налоговые льготы для хозяйствующих субъектов, внедряющих технологии сохранения биоразнообразия и противодействия инвазиям, снижение ставок платы за негативное воздействие на окружающую среду при доказанном снижении риска для экосистем, льготные финансовые инструменты (гранты, субсидии, специальные инвестиционные контракты) для проектов в сфере технологий *in situ* и биоконтроля. Подобные правовые механизмы обеспечат нормативное закрепление экономически выгодных стимулов для хозяйствующих субъектов⁸.

¹³ Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/17718> [дата обращения: 15.12.2025]

¹⁴ Федеральный закон от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/8509> [дата обращения: 15.12.2025]

АНАЛИЗ ДОСТАТОЧНОСТИ ПРАВОВОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Современные экологические и биологические риски изменения климата, деградация экосистем, распространение инвазионных видов, развитие биотехнологий и обращение генетических ресурсов предполагают, что деятельность специалистов биологического и экологического профиля неизбежно приобретает правовое измерение. В этих условиях владение правовыми компетенциями становится необходимым элементом профессиональной подготовки, поскольку охрана биоразнообразия, биобезопасность, контроль инвазионных видов и управление генетическими ресурсами регулируются обширным массивом законодательства. Анализ ФГОС по направлениям «Биология», «Экология и природопользование», «Лесное дело», «Геология» свидетельствует о фрагментарном и обзорном характере правовой подготовки. Правовые дисциплины не охватывают ключевые институты отраслевого регулирования режим ООПТ, управление генетическими ресурсами, фитосанитарные требования, меры по борьбе с инвазионными видами, климатической адаптации, международные обязательства в сфере биобезопасности. В результате специалисты зачастую оказываются не готовы к участию в нормативных процедурах по созданию проектов мониторинга, выполнению требований природоохранного контроля и соблюдению правовых режимов доступа к биобъектам. Отсутствие системной юридической подготовки порождает риски нарушения обязательных процедур и снижает качество данных, используемых в рамках правореализации. Это особенно значимо в контексте развития критической технологии № 21, где технологические решения должны соответствовать установленным правовым режимам, включая биобезопасность, правовое регулирование генетических ресурсов и контроль инвазионных видов.

С учетом роста нормативной сложности системы законодательства и юридической значимости экологических данных представляется обоснованным включение в образовательные стандарты обязательных дисциплин по экологическому, природоресурсному, климатическому праву, а также специализированных модулей по правовому регулированию генетических ресурсов, инвазионных видов, биобезопасности, ООПТ и климатической адаптации. Интеграция правовой подготовки должна рассматриваться как необходимый структурный элемент образовательных программ, обеспечивающий квалифицированное участие специалистов в правовом регулировании сохранения биоразнообразия, биобезопасности и противодействия инвазионным видам в условиях климатических изменений.

О ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПРИКЛАДНЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ В СФЕРЕ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Для обеспечения задачи рационального управления биоресурсами и сохранения биологического разнообразия необходим существенный пересмотр подходов в подготовке кадров, особенно в прикладных областях (сельское хозяйство, экологический мониторинг и т. п.). Спрос на рынке труда за последние десятилетия в условиях технологической импортозависимости 1990–2010-х гг., диктовавший потребность в работнике-исполнителе инструкций по использованию импортируемых технологий вместо творческого и вдумчивого профессионала-преобразователя, не способствовал развитию базового образования в этой сфере. Вместо постоянного усовершенствования базовых биологических предметов через призму развития цифровых и геномных технологий, наоборот, произошло существенное сокращение и упрощение преподавания предметов как в сфере наук о жизни – ботаники, микробиологии, клеточной биологии, генетики и др., так и в сфере сельскохозяйственных наук (селекция, фитопатология, защита растений и др.). В результате возник существенный дефицит специалистов, которые владели бы базовыми навыками для осуществления мониторинга и оценки биологического разнообразия, начиная с элементарных вопросов определения видов и заканчивая более сложными задачами по моделированию устойчивого развития природных экосистем или моделирования генотипов сортов и пород для устойчивого ведения сельского хозяйства, не говоря о новых прорывных технологиях в этих областях. Необходим глубокий системный анализ основных образовательных программ вузов, готовящих перечисленные категории специалистов, в том числе оценка программ по предметам биологического цикла и качество их преподавания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Круглый стол, обсудив ключевые направления получения знаний, критически важные для развития современных цифровых и биотехнологий сохранения биологического разнообразия и борьбы с инвазионными видами, отмечает:

- ключевую роль научно-исследовательских учреждений в разработке и применении современных технологий в сфере сохранения *ex situ* и *in situ* биологического разнообразия и борьбы с инвазионными видами;

- необходимость особого внимания к изучению и сохранению генетического разнообразия как основы устойчивости разнообразия более высоких уровней (видового, экосистемного);

- значимость подходов, основанных на прогнозно-моделирующих системах мониторинга, климатических сценариях и оценке рисков изменения биологического разнообразия и миграции инвазионных организмов под

воздействием изменения климата с учетом накапливающихся больших данных (в т. ч. геномных);

- значимость работ по секвенированию пангеномов национальных коллекций генетических ресурсов, дендрогеномике и другим направлениям, связанным с применением геномных технологий, как непосредственно для сохранения биологического разнообразия, так и для дальнейшего извлечения экономической выгоды от его использования;

- значение развивающейся единой цифровой платформы ГИС НБГИ для учета генетических данных, учета образцов биологических коллекций, метаданных биологических образцов и комплексного анализа данных, связанных с биологическими ресурсами, не только для реализации стратегии *ex situ*, но и сохранения *in situ*;

- необходимость отечественного программного обеспечения и оборудования в сфере применения цифровых технологий мониторинга и сохранения биологического разнообразия и борьбы с инвазионными видами;

- необходимость отечественного оборудования и программного обеспечения в сфере применения геномных технологий;

- значимость международного научно-технического сотрудничества (и особенно сотрудничества с сопредельными государствами) в сфере сохранения биологического разнообразия *in situ* и борьбы с инвазионными видами;

- важную роль взаимодействия науки и бизнеса в сфере сохранения биологического разнообразия и борьбы с инвазионными видами.

2. Круглый стол отмечает предпринятые государством беспрецедентные меры по формированию единого правового контура для регуляции разных типов биологических коллекций, благодаря которым на сегодняшний день обеспечена поддержка направления сохранения биологического разнообразия *ex situ* с учетом необходимости внедрения современных технологий.

3. Круглый стол отмечает необходимость доработки целостного и гибкого нормативного контура, стимулирующего технологическое развитие в сфере сохранения биологического разнообразия *in situ* и борьбы с инвазионными видами в условиях меняющегося климата, в том числе необходимость единого федерального закона о защите растений, который позволил бы сформировать государственную систему мониторинга динамики вредных организмов в природных и агроэкосистемах, механизм раннего обнаружения и быстрого реагирования, нормативные требования к технологиям предотвращения инвазий и контроля их последствий, единый порядок межведомственного взаимодействия и распределения полномочий.

4. Круглый стол отмечает необходимость совершенствования регулирования хозяйственной деятельности, оказывающей воздействие на природную среду, с включением в него нормативных конструкций, ориентированных на стимулирование внедрения современных природоохранных технологий, систем мониторинга биологического разнообразия, биоконтроля и противодей-

ствия распространению инвайдеров.

5. В части подготовки специалистов по прикладным специальностям в сфере сохранения и использования биологического разнообразия круглый стол отмечает:

- необходимость глубокого системного анализа основных образовательных программ вузов, готовящих данных специалистов, в том числе оценки программ по предметам биологического цикла с целью их актуализации через призму развития цифровых и геномных технологий и предотвращения тенденции упрощения и сокращения важнейших предметов в сфере наук о жизни;

- необходимость включения в образовательные стандарты обязательных дисциплин по экологическому, природоресурсному, климатическому праву, а также специализированных модулей по правовому регулированию генетических ресурсов, генетических технологий, инвазионных видов, биобезопасности, ООПТ и климатической адаптации.

References / Литература

- Battlay P., Hendrickson B.T., Mendez-Reneau J.I., Santangelo J.S., Albano L.J., Wilson J. et al. Haploblocks contribute to parallel climate adaptation following global invasion of a cosmopolitan plant. *Nature Ecology and Evolution*. 2025;9(8):1441-1455. DOI: [10.1038/s41559-025-02751-2](https://doi.org/10.1038/s41559-025-02751-2)
- Dzyubenko N.I., Kochegina A.A. The role of N. I. Vavilov and VIR's scientists in desert reclamation. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2016;177(1):5-34. [in Russian] (Дзюбенко Н.И., Кочегина А.А. Роль Н. И. Вавилова и ученых ВИР в освоении пустынь. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2016;177(1):5-34). DOI: [10.30901/2227-8834-2016-1-5-34](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-1-5-34)
- Gullino M.L., Albajes R., Al-Jboory I., Angelotti F., Chakraborty S., Garrett K.A. et al. Climate change and pathways used by pests as challenges to plant health in agriculture and forestry. *Sustainability*. 2022;14(19):12421. DOI: [10.3390/su141912421](https://doi.org/10.3390/su141912421)
- Khlestkina E.K. Genetic resources in Russia: from collections to bioresource centers. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(1):9-30. [in Russian] (Хлесткина Е.К. Генетические ресурсы России: от коллекций к биоресурсным центрам. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(1):9-30). DOI: [10.30901/2227-8834-2022-1-9-30](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-9-30)
- Khlestkina E.K., Chukhina I.G. Genetic resources of plants: The conservation and use strategy in the 21st century. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2020;90(3):298-302. DOI: [10.1134/S1019331620030089](https://doi.org/10.1134/S1019331620030089)
- Khlestkina E.K., Rozanova I.V., Efremova O.S., Krylova E.A., Ukhatoeva Yu.V. Plant genetic resources: the basis for technological solutions in various industries. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2025;186(4):249-256. [in Russian] (Хлесткина Е.К., Розанова И.В., Ефремова О.С., Крылова Е.А., Ухатова Ю.В. Генетические ресурсы растений – основа для технологических решений в различных отраслях промышленности. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2025;186(4):249-256. DOI: [10.30901/2227-8834-2025-4-249-256](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2025-4-249-256)
- Lopez B.E., Allen J.M., Dukes J.S., Lenoir J., Vilà M., Blumenthal D.M. et al. Global environmental changes more frequently offset than intensify detrimental effects of biological invasions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2022;119(22):e2117389119. DOI: [10.1073/pnas.2117389119](https://doi.org/10.1073/pnas.2117389119)
- Pringle S., Dallimer M., Goddard M.A., Le Goff L.K., Hart E., Langdale S.J. et al. Opportunities and challenges for monitoring terrestrial biodiversity in the robotics age. *Nature Ecology and Evolution*. 2025;9(6):1031-1042. DOI: [10.1038/s41559-025-02704-9](https://doi.org/10.1038/s41559-025-02704-9)
- Rafiq K., Beery S., Palmer M.S., Harchaoui Z., Abrahms B. Generative AI as a tool to accelerate the field of ecology. *Nature Ecology and Evolution*. 2025;9(3):378-385. DOI: [10.1038/s41559-024-02623-1](https://doi.org/10.1038/s41559-024-02623-1)

Soto I., Courtois P., Pili A., Tordoni E., Manfrini E., Angulo E. et al. Using species ranges and macroeconomic data to fill gap in costs of biological invasions. *Nature Ecology and Evolution*. 2025;9(6):1021-1030. DOI: [10.1038/s41559-025-02697-5](https://doi.org/10.1038/s41559-025-02697-5)

Spake R., Jackson E.E., Bullock J.M., Gardner E., Tipton E., Grainger M.J. et al. Precision ecology for targeted conservation action. *Nature Ecology and Evolution*. 2025;9(7):1102-1111. DOI: [10.1038/s41559-025-02733-4](https://doi.org/10.1038/s41559-025-02733-4)

Информация об авторах

Елена Константиновна Хлесткина, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44; руководитель направления, Научно-технологический университет «Сириус», Научный центр генетики и наук о жизни, 354340 Россия, Краснодарский край, федеральная территория «Сириус», пгт. Сириус, Олимпийский пр., 1, director@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8470-8254>

Людмила Николаевна Берг, доктор юридических наук, профессор кафедры теории государства и права имени С.С. Алексеева, руководитель Научно-исследовательской лаборатории правового обеспечения безопасного использования генетической и геномной информации, Уральский государственный юридический университет имени В.Ф. Яковлева, 620066 Россия, Екатеринбург, ул. Комсомольская, 21, l.berg@egov66.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8852-7971>

Лилия Юрьевна Шипилина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44; Научно-технологический университет «Сириус», Научный центр генетики и наук о жизни, 354340 Россия, Краснодарский край, Федеральная территория «Сириус», пгт. Сириус, Олимпийский пр., 1, l.shipilina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7590-3173>

Юлия Васильевна Ухатова, кандидат биологических наук, заместитель директора, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44; Научно-технологический университет «Сириус», Научный центр генетики и наук о жизни, 354340 Россия, Краснодарский край, Федеральная территория «Сириус», пгт. Сириус, Олимпийский пр., 1, y.ukhatova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9366-0216>

Information about the authors

Elena K. Khlestkina, Dr. Sci. (Biology), Corresponding Member of the RAS, Director, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia; Research Area Manager, Sirius University of Science and Technology, Research Center of Genetics and Life Sciences, 1 Olimpiysky Ave., Sirius Settle., Sirius Federal Territory, Krasnodar Territory 354340, Russia, director@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8470-8254>

Lydmila N. Berg, Dr. Sci. (Jurisprudence), Professor of the Department of Theory of State and Law named after S.S. Alexeev, Head of the Research Laboratory for Legal Support of the Safe Use of Genetic and Genomic Information, Ural State Law University named after V.F. Yakovlev, 21 Komsomolskaya St., Yekaterinburg 620066, Russia, l.berg@egov66.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8852-7971>

Lilija Yu. Shipilina, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia; Sirius University of Science and Technology, Research Center of Genetics and Life Sciences, 1 Olimpiysky Ave., Sirius Settle., Sirius Federal Territory, Krasnodar Territory 354340, Russia, l.shipilina@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7590-3173>

IYulia V. Ukhatova, Cand. Sci. (Biology), Deputy Director, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44, Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg, 190000 Russia; Sirius University of Science and Technology, Research Center of Genetics and Life Sciences, 1 Olimpiysky Ave., Sirius Settle., Sirius Federal Territory, Krasnodar Territory 354340, Russia, y.ukhatova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9366-0216>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.12.2025; одобрена после рецензирования 24.12.2025; принята к публикации 25.12.2025.

The article was submitted on 16.12.2025; approved after reviewing on 24.12.2025; accepted for publication on 25.12.2025.