



Обзорная статья

УДК 57.08:[61+63]

DOI: 10.37482/2687-1491-Z277

Оценка современного состояния российского биобанкинга в различных отраслях (обзор)

Марина Васильевна Колодина* ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2581-2500>

Нушик Сааковна Саркисян* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3512-5738>

Дарья Алексеевна Гавриш* ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9158-8099>

Анна Сергеевна Волынкина* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5554-5882>

Александр Николаевич Куличенко* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>

*Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора
(Ставрополь, Россия)

Аннотация. За последние годы в России сформировалась сеть разнопрофильных биобанков, охватывающая медицину, эпидемиологический надзор, агропромышленный комплекс, ветеринарию, экологию. Эти коллекции биоматериалов стали ценным инструментом для решения научных и прикладных задач, а также важным показателем уровня биотехнологического развития страны. В работе использованы рецензируемые публикации из баз Scopus, PubMed, eLIBRARY.RU, CyberLeninka, отчеты Национальной ассоциации биобанков и специалистов по биобанкированию и других организаций, а также нормативно-правовые документы и отраслевые стандарты (ISO, ГОСТы). Поиск научных публикаций проводился за период 2012–2025 годов. Рассмотрены вопросы роли биобанков как вспомогательного инструмента в области клеточной биологии (в части культивирования клеточных линий и тканей) и использования биоинформационного анализа в цифровизации данных. Выделены 4 основных направления российского биобанкинга: эпидемиологическое (мониторинг инфекций, разработка вакцин), медицинское (персонализированная медицина, онкология, фармакогенетика), аграрно-ветеринарное (селекционная деятельность, ветеринарный надзор) и экологическое (сохранение биоразнообразия, мониторинг изменений климата). Главными барьерами по-прежнему остаются разнородность форматов данных и отсутствие единого каталога. Сделан вывод, что биобанки, не теряя утилитарной роли криохранилищ, постепенно становятся центрами знаний и платформами для сотрудничества ученых разных направлений. Значение биобанков будет только расти по мере

© Колодина М.В., Саркисян Н.С., Гавриш Д.А., Волынкина А.С., Куличенко А.Н., 2026

Ответственный за переписку: Марина Васильевна Колодина, адрес: 355035, г. Ставрополь, ул. Советская, д. 13–15; e-mail: kolodina_mv@snipchi.ru

эволюции персонализированной медицины, генной терапии и сферы биобезопасности. Для дальнейшего развития биобанкинга необходим комплекс мер по унификации стандартов, полной оцифровке коллекций и системному взаимодействию специалистов разных профилей. Решение этих задач позволит использовать базы данных не только как архивные хранилища, но и как ресурс для создания новых лекарственных средств и вакцин, для повышения точности эпидемиологических прогнозов и управления рисками природно-очаговых и зоонозных инфекций.

Ключевые слова: биобанк, биоресурсная коллекция, биоресурсный центр, клинические образцы, криохранилище, персонализированная медицина, эпидемиологический надзор, цифровой паспорт образца

Для цитирования: Оценка современного состояния российского биобанкинга в различных отраслях (обзор) / М. В. Колодина, Н. С. Саркисян, Д. А. Гавриш, А. С. Волюнкина, А. Н. Куличенко // Журнал медико-биологических исследований. – 2026. – Т. 14, № 1. – С. 90-106. – DOI 10.37482/2687-1491-Z277.

Review article

Assessment of the Current State of Russian Biobanking in Various Sectors (Review)

Marina V. Kolodina* ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2581-2500>

Nushik S. Sarkisyan* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3512-5738>

Darya A. Gavrish* ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9158-8099>

Anna S. Volynkina* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5554-5882>

Aleksandr N. Kulichenko* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>

*Stavropol Plague Control Research Institute
(Stavropol, Russia)

Abstract. In recent years, a network of diversified biobanks has been created in Russia, covering medicine, epidemiological surveillance, industrial agriculture, veterinary medicine and ecology. These biomaterial collections have become a valuable tool for solving scientific and applied problems as well as an important indicator of the level of the country's biotechnological development. The paper uses peer-reviewed publications from the Scopus, PubMed, eLIBRARY and CyberLeninka databases, reports from the National Association of Biobanks and Biobanking Specialists and other organizations as well as regulatory documents and industry standards (ISO, GOSTs). The search covered publications from 2012 to 2025. The article discusses the role of biobanks as an auxiliary tool in the field of cell biology (in terms of cell line and tissue cultivation) and the use of bioinformatics analysis in data digitalization. Four principal domains of Russian biobanking were identified: epidemiology (infection monitoring, vaccine development), medicine (personalized medicine, oncology, pharmacogenetics), agricultural and veterinary sciences (breeding, veterinary surveillance) and ecology (biodiversity conservation, climate change monitoring).

Corresponding author: Marina Kolodina, address: 355035, ul. Sovetskaya 13–15, Stavropol, Russia; e-mail: kolodina_mv@snipchi.ru

The major barriers remain heterogeneous data formats and the absence of a unified catalogue. We conclude that, while retaining their utilitarian function as cryostorage facilities, biobanks are increasingly becoming knowledge hubs and platforms for collaboration between scientists from different fields. The importance of biobanks will continue to grow alongside advances in personalized medicine, gene therapy and biosafety. Further development of biobanking requires a coordinated package of measures to harmonize standards, fully digitize collections and establish systematic collaboration between specialists across disciplines. Addressing these challenges will enable databases to function not only as archival repositories but also as resources for creating new drugs and vaccines, improving the accuracy of epidemiological forecasting and managing risks associated with naturally occurring and zoonotic infections.

Keywords: *biobank, biological resource collection, biological resource centre, clinical samples, cryostorage, precision medicine, epidemiological surveillance, digital sample passport*

For citation: Kolodina M.V., Sarkisyan N.S., Gavrish D.A., Volynkina A.S., Kulichenko A.N. Assessment of the Current State of Russian Biobanking in Various Sectors (Review). *Journal of Medical and Biological Research*, 2026, vol. 14, no. 1, pp. 90–106. DOI: 10.37482/2687-1491-Z277

Последние десятилетия характеризуются ростом как в России, так и во всем мире интереса к биобанкированию и активным расширением сети биобанков – специализированных хранилищ биологического материала для научных, клинических, аграрных и экологических целей [1]. Современные биобанки стали важной составляющей широкого спектра исследований в области генетики, фармакологии, биотехнологии, охраны окружающей среды [2].

Пандемия COVID-19 продемонстрировала, что скорость научного и эпидемиологического реагирования на инфекционные вспышки во многом зависит от эффективной организации коллекций патогенов и сывороток, от их состояния и доступности [3]. Показателен пример биобанка Национального исследовательского центра эпидемиологии и микробиологии (НИЦЭМ) имени Н.Ф. Гамалеи, использовавшегося для оценки перекрестной нейтрализации вариантов вируса SARS-CoV-2. Данные ретроспективных исследований позволяют судить о динамике популяционного иммунитета и принимать оперативные решения в эпидемиологическом надзоре [3, 4].

Обзор освещает вклад российских биобанков в здравоохранение, эпиднадзор и науку,

рассматривает достижения последних лет с акцентом на прикладной потенциал биобанков [4–7].

Для подготовки обзора проводился поиск публикаций о биобанках и биоресурсных коллекциях в российских и международных научных базах (eLIBRARY.RU, PubMed, Scopus, CyberLeninka) за период 2012–2025 годов, а также анализ нормативных документов и профильных стандартов. При поиске использовались ключевые слова «биобанк», «биобанкирование», «биоресурсная коллекция», «криохранение», термины, связанные с эпиднадзором, клиническими и прикладными задачами. Всего было просмотрено более 100 источников, в обзор вошли 35 публикаций, наиболее полно отражающих состояние и особенности российских биобанков.

Эволюция биобанков и их инфраструктуры

В российских национальных стандартах термин «биобанкинг» употребляется широко: ГОСТ Р ИСО 20387–2021¹ трактует его как инфраструктуру для любых биоматериалов и связанных с ними данных, а

¹ГОСТ Р ИСО 20387–2021. Биотехнология. Биобанкинг. Общие требования. Введ. 2021–10–21. М.: Рос. ин-т стандартизации, 2021. 40 с. URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=0&month=1&year=2026&search=20387-2021&id=241624> (дата обращения: 07.10.2025).

ГОСТ Р ИСО 24088-1–2024² распространяет это определение на микроорганизмы, что сближает российские нормы с международной практикой [2, 8]. Согласно определению ISBER³ (International Society for Biological and Environmental Repositories – Международное общество биологических и экологических репозиторий), биобанк – специализированное хранилище биообразцов и связанных с ними данных, обеспечивающее их сохранность, обработку и распространение материалов для научного или клинического использования [8, 9]. Термин «биобанк» применим к биоматериалам человека и связанным с ними данным; «референс-коллекции изолятов/культур» – для штаммов патогенов; «банку семян» и «криоколлекции генетических ресурсов» – в отношении растительного и животного мира (вместе – «биоресурсные коллекции») [1, 8–10].

Исторически биобанкирование развивалось на стыке медицины, микробиологии и эпидемиологии, а вне медицинской сферы – на базе естественно-научных коллекций (гербарии, зоомузеи), из которых выросли современные биоресурсные центры [2]. Собрания анатомических и ботанических препаратов, формировавшиеся в XVIII веке, заложили основу систематического хранения материалов.

В 1980-е годы криоконсервация открыла путь к долговременному хранению клеток, тканей и микробиоты при сохранении их жизнеспособности. В XXI веке биобанкирование вступило в эпоху стандартизации и межотраслевого взаимодействия (появились международные организации по биобанкированию, были утверждены единые стандарты хранения) [2, 8, 11].

В России основу практики биобанкирования формируют национальные стандарты, гармонизированные с ISO 20387:2018⁴ и рекомендациями ISBER, их применение унифицирует форматы данных, повышает воспроизводимость и обеспечивает межведомственную совместимость коллекций [9].

Современная инфраструктура биобанков базируется на трех элементах: физическая платформа (криохранилища), цифровой двойник (подробный электронный паспорт образца с минимальными метаданными и прослеживаемостью) и защищенный каталог для обмена информацией [2, 6, 7]. Такая структура облегчает межведомственное и межотраслевое использование коллекций, обеспечивает их сохранность и всесторонний анализ, включая дистанционную работу с образцами посредством специализированных программных продуктов, с применением биоинформационного анализа [8, 12].

В российской практике отчетливо различимы 4 прикладные области применения биобанкинга: эпидемиология, медицина, аграрная сфера и экология.

Биобанкинг в отраслях

Роль биобанкинга в эпидемиологии и эпиднадзоре. Инфекционная медицина десятилетиями строилась на ответных мерах реагирования: возникновение вспышки → идентификация возбудителя → контроль распространения → введение карантинных мер. Опыт последних лет, особенно в условиях пандемии COVID-19, потребовал перехода к прогностическому и превентивному подходам. Биобанки позволяют системно накапливать данные для долгосрочного наблюдения, быстрого реагирования и мо-

²ГОСТ Р ИСО 24088-1–2024. Биотехнология. Биобанкинг. Требования к сбору, обработке, хранению и транспортированию микроорганизмов. Ч. 1. Бактерии и археи. Введ. 2024–04–26. М.: Рос. ин-т стандартизации, 2024. 20 с. URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?baseC=6&control=31&id=259205> (дата обращения: 07.10.2025).

³ISBER (International Society for Biological and Environmental Repositories). Best Practices for Repositories: Collection, Storage, Retrieval, and Distribution of Biological Materials for Research. 5th ed. 2023. URL: <https://www.isber.org/page/BPR> (дата обращения: 07.10.2025).

⁴ISO 20387:2018. Biotechnology – Biobanking – General Requirements for Biobanking. International Organization for Standardization, 2018. URL: <https://www.iso.org/standard/67888.html> (дата обращения: 07.10.2025). Гармонизирован в РФ как ГОСТ Р ИСО 20387–2021.

делирования эпидемиологической ситуации [3, 4]. Современные коллекции изолятов патогенов и биобанки сывороток/плазмы крови используются для клинической апробации и валидации вакцин, диагностических тест-систем [3, 5, 9].

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера сыграл ключевую роль в развитии биобанков в России. Институт разрабатывает протоколы серомониторинга и стандарты хранения, обеспечивая связь научных данных с эпиднадзором. Его коллекции сывороток и патогенов традиционно использовались для борьбы с чумой, дифтерией, полиомиелитом, а в наши дни применяются для анализа популяционного иммунитета к гриппу, COVID-19 и в борьбе с новыми и возвращающимися инфекциями [3, 5].

Биобанк сывороток крови НИЦЭМ имени Н.Ф. Гамалеи, сформированный в разгар пан-

демии COVID-19, стал рабочим инструментом оценки иммунного ответа и отслеживания новых штаммов SARS-CoV-2 [3–5]. При появлении очередного варианта вируса ретроспективный анализ сотен образцов с уже известными титрами антител выявил падение нейтрализующей активности антител в отношении нового вируса, что позволило оптимизировать программу вакцинопрофилактики [3–5].

Подобные коллекции также позволяют отслеживать появление новых вариантов возбудителей, изучать их эволюцию, распространенность и устойчивость к вакцинам, что особенно актуально в связи с возникновением резистентных штаммов [5, 13].

Основные типы коллекций и биобанков, которые используются в российском эпиднадзоре, представлены в *табл. 1*.

В последние годы в России ведется работа по созданию и внедрению программных ком-

Таблица 1

Типы эпидемиологических биобанков России и их значение
Types of epidemiological biobanks in Russia and their role

Биобанк	Объекты хранения (виды биоматериала)	Основные задачи и вклад	Особенности организации
Референс-коллекция изолятов возбудителей	Вирусы, бактерии, грибы	Идентификация и типирование, сертификация, поддержка разработки вакцин и диагностических тест-систем	Необходимость международной сертификации и биобезопасности
Серологический банк	Сыворотки и плазма крови	Серомониторинг, ретроспективный анализ циркуляции патогенов, оценка популяционного иммунитета	Строгие стандарты преаналитики, сопоставление серологических данных с информацией о вакцинации и заболеваемости
Ветеринарная коллекция	Пробы (сыворотки, ткани, мазки) от животных, в т. ч. диких	Мониторинг очагов, оценка рисков межвидовой передачи инфекций	Необходимость полевой логистики, сезонный сбор
Коллекция бактериофагов	Бактериофаги	Типирование штаммов, контроль антибиотикорезистентности, фаготерапия	Необходимость регулярного обновления и стандартизации панелей
Банк микробиоты	Образцы микробиоты человека, пробиотические штаммы	Изучение иммуномодуляции и дисбиотических состояний, взаимодействия микробиома и иммунной системы	Высокая чувствительность к условиям хранения, сложность стандартизации

плексов, позволяющих использовать информацию из биобанков для ретроспективного анализа циркуляции возбудителей, оценки прогноза и эпидемиологических рисков. В таких программах сопоставляются сведения о циркулирующих изолятах и генетических вариантах возбудителей, числе зарегистрированных случаев, географии очагов и объемах вакцинации [5, 6, 8]. Это повышает готовность к новым и возвращающимся инфекционным угрозам [7, 9].

Таким образом, ценность биобанков эпидемиологического профиля определяется не только качеством и объемом материалов, но и полнотой метаданных, степенью их цифровизации, а также возможностью оперативной их интеграции [2, 7, 9].

Биобанки в разных областях медицины.

Расширение сети биобанков и стандартизированных коллекций биоматериалов открывает новые возможности для точной диагностики, поиска терапевтических мишеней и персонального подбора схем лечения (табл. 2). Современная медицина фокусируется не на отдельных болезнях, а на целостном профиле человека – его геноме, эпигеноме, иммунном статусе, микробиоте, жизненном анамнезе и факторах среды, реализуя принципы «концепции 6P», т. е. являясь предиктивной, профилактической, персонализированной, партисипативной, популяционной и платформенной [5, 9, 12]. Коллекции клинических образцов (сыворотки и плазма крови, ткани ДНК/РНК), связанные с клиническими данными, позволяют формировать сопоставимые когорты и подтверждать воспроизводимость диагностических показателей (биомаркеров) [2, 8, 11, 14].

На основе популяционно-нозологического биобанка Национального медицинского исследовательского центра терапии и профилактической медицины разработаны генетические шкалы оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний, впоследствии ставшие частью про-

грамм диспансеризации и позволившие перейти к адресным профилактическим мерам [15].

В онкологии потенциал биобанков используется максимально активно. В Национальном медицинском исследовательском центре онкологии имени Н.Н. Блохина и Национальном медицинском исследовательском центре онкологии имени Н.Н. Петрова сформированы масштабные коллекции опухолевых тканей, биомаркеров и клинических данных, применяемые для изучения молекулярных механизмов канцерогенеза, разработки противоопухолевых вакцин и препаратов на основе неоантигенов [16, 17]. Эти биобанки обеспечивают доступ к образцам опухолевых тканей для стратификации пациентов и подбора таргетной терапии [6, 7, 15, 18].

Приоритетным направлением становится интеграция биобанков с центрами доклинических исследований на базе крупных научных учреждений, в т. ч. с лабораториями, работающими по стандартам GLP⁵, что позволяет ускорить трансляцию результатов в лечебную практику [11, 17].

Регенеративная медицина, клеточная биология, а также трансплантология используют биобанки как системные хранилища тканей, клеточных линий и матриц для создания биомедицинских клеточных продуктов [19–21]. Это новый класс терапевтических средств на основе аутологичных или донорских стволовых клеток (чаще всего мезенхимальных или плюрипотентных), факторов роста и, при необходимости, лекарственных веществ. В отличие от инертных имплантатов, такие препараты встраиваются в ткани, восстанавливая их структуру и метаболическую активность. В российских клиниках данные технологии уже применяются для восстановления голосовых связок, барабанной перепонки, слизистой полости носа, а в перспективе запланировано их использование для лечения офтальмологических, онкологических и гематологических заболеваний. Получены данные о восстановлении функциональных свойств тканей у паци-

⁵GLP (Good Laboratory Practice) – международная система норм, правил и указаний, направленных на обеспечение согласованности и достоверности результатов лабораторных исследований.

Таблица 2

Типы медицинских биобанков России и их значение

Types of medical biobanks in Russia and their role

Биобанк	Объекты хранения (виды биоматериала)	Основные задачи и вклад	Особенности организации
Нозологический	Кровь, ткани, ДНК/РНК	Диагностика, биомаркерный анализ, стратификация заболеваний	Необходимость клинико-лабораторной верификации и стандартизации
Репродуктивный	Сперма, ооциты, эмбрионы	Хранение репродуктивного материала, экстракорпоральное оплодотворение, сохранение фертильности	Строгие требования к криоконсервации и этическому учету
Онкологический	Опухолевые ткани, биомаркеры	Персонализированный подбор терапии, изучение онкогенеза	Необходимость системного подхода и молекулярного картирования
Клеточный/тканевый	Стволовые клетки, тканевые матриксы	Терапия стволовыми клетками, тканевая инженерия	Интеграция с 3D-печатью и клеточной терапией
Фармакогенетический	Буккальные мазки, выделенная ДНК	Оценка полиморфизмов, индивидуализация лекарственной терапии	Интеграция с цифровыми системами обработки информации
Популяционно-генетический	Кровь, мазки	Биомониторинг, этногенетика, изучение полиморфизмов	Необходимость защищенной цифровой среды и строгие правила доступа

ентов, которые ранее не считались операбельными [21].

Показательным примером, запатентованным на международном уровне, стала SPRS-терапия (Service for Personal Regeneration of Skin – «процедура омоложения собственными клетками кожи»), основанная на применении аутологичных фибробластов, выделенных, размноженных и сохраненных в биобанке, что служит основой для формирования тканей *in vitro* [19–21]. Эти клетки используются в дерматологии для коррекции возрастных изменений кожи, лечения рубцов, ожогов и буллезного эпидермолиза [20].

Одним из перспективных направлений отечественной тканевой инженерии является 3D-биопечать тканей, расширяющая возможности регенеративной медицины [22]. На базе крупных научных центров развиваются био-

банки тканевых аллотрансплантатов, применяемых при лечении пациентов с поражениями сердечно-сосудистой и нервной систем, а также печени [20–22]. В крупных научных центрах формируется инфраструктура для хранения трансплантатов и редких фенотипов крови [19, 23, 24].

Трансплантология требует не только выбора трансплантата и режима терапии, но и длительного посттрансплантационного наблюдения. Биобанки составляют основу этой системы: они обеспечивают стандартизованный учет и длительное хранение серийных образцов пациента, что позволяет отслеживать признаки отторжения, динамику иммунного ответа и своевременно корректировать иммуносупрессию [18, 19].

Одним из направлений регенеративной медицины стало создание банков пуповинной кро-

ви, накопивших за 15 лет значительные объемы стволовых клеток, которые применяются в гематологии и восстановительной медицине [24].

В фармакогенетике биобанки используются для анализа полиморфизмов генов, влияющих на метаболизм лекарств и ответ на терапию [18, 25]. Фармакогенетический атлас России помогает оптимизировать подбор лекарственных препаратов и дозировок с учетом генетических особенностей населения по регионам, снижая риск побочных эффектов и повышая эффективность лечения [25].

В геронтологии биобанки применяются для поиска биомаркеров старения, иммунной резистентности и предикторов хронических заболеваний [6, 8]. Например, уже разработаны панели микроРНК из клеток крови, служащие ранними предикторами болезни Альцгеймера, выявляемыми задолго до изменений в ликворе и появления симптомов болезни. Подобный подход становится основой для доклинической диагностики заболеваний и подбора персональной профилактики [18, 26].

Все перечисленные направления нуждаются в инфраструктурной поддержке биобанков, этическом регулировании и защите персональных данных [8, 27].

Таким образом, современные медицинские биобанки стали важной составляющей предиктивной и персонализированной медицины, ускоряя внедрение новых методов диагностики, терапии и профилактики [8, 11, 18].

Аграрные и ветеринарные биобанки. Ключевым инструментом сохранения генетического разнообразия и обеспечения продовольственной безопасности сегодня стали биобанки, поддерживающие агропромышленный комплекс (табл. 3) [1, 28, 29]. Крупнейшее в России собрание культурных растений и их диких сородичей, хранящееся во Всероссийском институте генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), насчитывает свыше 330 тыс. образцов, включая сорта с повышенными засухо- и морозоустойчивостью, а также устойчивостью к вредителям и болезням. Эти ресурсы используются для выведения

новых сортов, адаптированных к различным агроклиматическим зонам. Коллекция ВИР регулярно пополняется и перезакладывается по правилам, близким к международным протоколам [29].

Аграрные биобанки объединяют усилия селекционеров, микробиологов и ветеринаров, закладывая основу для «зеленых» биотехнологий (биорешений для растениеводства, животноводства и экологии) [1, 29]. Значительную роль играют криобанки гамет и эмбрионов сельскохозяйственных животных, особенно аборигенных пород, устойчивых к инфекциям, экстремальным погодным условиям и скудной кормовой базе [29]. Их генетические ресурсы востребованы при выведении адаптированных гибридов или для восстановления численности поголовья после эпизоотий [29].

Биобанки становятся источником материалов для разработки биологических средств защиты растений и создания кормовых добавок. В аграрной биотехнологии все чаще и активнее применяются эндофитные микроорганизмы, способные фиксировать атмосферный азот [1, 30]. Например, на основе подобного биобанка было отобрано 9 штаммов *Bacillus* spp., выделенных из рапса и пшеницы, которые подавляют на 50 % развитие корневой гнили (*Rhizoctonia solani*) на солонцеватых почвах, где химические фунгициды малоэффективны. После криоконсервации штаммы возвращаются в производство как отечественные бактериальные биофунгициды, снижающие зависимость от импортных агрохимикатов [30].

В аграрных научно-исследовательских институтах и университетах формируются экологические и ветеринарные биобанки. Например, в Кубанском государственном аграрном университете имени И.Т. Трубилина (г. Краснодар) собрана коллекция микроорганизмов, выделенных из силоса, навоза и рубца жвачных животных, послужившая основой для создания пробиотиков и кормовых добавок; в Национальном исследовательском Томском государственном университете разработан подход к «микробиому паспорту фермы» как целостной экоси-

Типы аграрных и ветеринарных биобанков России и их значение
Types of agricultural and veterinary biobanks in Russia and their role

Биобанк	Объекты хранения (виды биоматериала)	Основные задачи и вклад	Особенности организации
Биобанк сельскохозяйственных растений	Семена, пыльца, растительные ткани	Селекция, повышение устойчивости к стрессам, сохранение биоразнообразия	Необходимость регулярного обновления коллекций
Криоколлекция сельскохозяйственных животных	Семя, эмбрионы, микробиота рубца	Повышение продуктивности, мониторинг патогенов	Необходимость этического сопровождения, ограничения совместимости
Референс-коллекция изолятов патогенов животных	Вирусы, бактерии животных	Ветеринарный (эпизоотический) надзор, оценка зоонозных рисков, разработка ветеринарных вакцин	Строгие регламенты биобезопасности и надзора
Коллекция ферментирующих микроорганизмов	Микрофлора кормов, силоса, навоза	Создание пробиотиков, улучшение усвоения кормов, снижение потребности в антибиотиках	Нестабильность при культивировании, чувствительность к условиям среды

стемы, позволяющий минимизировать использование антибиотиков и агрессивной химии в животноводстве [2, 10, 28].

Масштабное производство биопродуктов и биоматериалов требует комплексного подхода к организации коллекций микробиоты, эмбрионов, коллекционных культур и цифровых баз данных [6, 7, 12]. Эти биобанки создают базу для воспроизводства высокопродуктивных пород животных, новых штаммов микроорганизмов, а также линий клеток, которые используются в агробиотехнологиях [29].

Аграрные коллекции функционируют в тесной связи с практикой – селекцией, диагностикой, производством кормов и пробиотиков. Они давно заняли свое место в отрасли и стали опорой для стабильного и эффективного агропроизводства [1, 29].

Биобанки в экологии. Долгое время экологические биобанки оставались фрагментарными и не имели самостоятельного статуса, функционируя в составе гербариев, музеев или лабораторий, и единых стандартов [2, 9, 31].

Сегодня, на фоне утраты биоразнообразия и климатических сдвигов, создание экологических коллекций становится стратегической задачей [2, 9, 31].

На международном уровне важность экологического биобанкирования была признана в 2008 году, когда к названию ISBER был добавлен термин *environmental* («экологических») [9]. Эта организация разрабатывает стандарты сбора, хранения и передачи образцов, обеспечивает долгосрочные наблюдения за состоянием экосистем и позволяет оценивать воздействие антропогенного фактора [9].

В России сложилась разветвленная система экологических коллекций, позволяющая проводить многолетний мониторинг экосистем. Один из самых заметных проектов последних лет – «Ноев ковчег» Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова: междисциплинарный депозитарий живых систем, объединяющий более 1 млн образцов растений, животных, микроорганизмов и гри-

бов. Основные цели проекта – сохранение биоразнообразия и создание удобной цифровой базы для описания новых видов, экосистемного анализа и биологических исследований [31].

На стыке экологии и прикладной микробиологии формируются микробные коллекции, используемые в почвоведении, микробиологии, биотехнологии [9, 10, 32]. В составе таких биобанков – штаммы из редких и экстремальных биотопов (арктических, болотных экосистем, термальных источников и т. д.) [33]. Эти коллекции важны не только как репозитории биоразнообразия, но и как потенциальные биотехнологические банки – источники ферментов и антимикробных соединений, пигментов, которые найдут применение в фармакологии, пищевой промышленности, косметологии [31, 33].

Отдельного внимания заслуживают морские коллекции бактерий и микроводорослей, поскольку они синтезируют метаболиты, нехарактерные для континентальных видов. Например, на базе Морского биобанка Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук был выделен новый антимикробный циклолипопептид, активный против штаммов *Pseudomonas aeruginosa* (синегнойной палочки), резистентных к большинству современных антибиотиков [33].

Данные о переносчиках и резервуарах, условиях местообитаний и сезонности факторов среды используются в санитарно-эпидемиологическом надзоре, помогая уточнять зоны риска природно-очаговых и зоонозных инфекций [34]. Развитие сети экологических биобанков позволит в долгосрочной перспективе оценивать изменения экосистем,

что важно для сохранения природного наследия страны и учета биологических рисков, связанных с климатическими изменениями [1, 10, 31].

Этико-правовые аспекты и перспективы развития биобанкинга в России

Для дальнейшего успешного развития и реализации потенциала биобанкинга требуется решение задач на нескольких уровнях: от организационных и технических до этических и нормативно-правовых. Уникальность российского опыта состоит в опережающих темпах роста и развития биобанков по отношению к нормативно-правовой базе [8, 11, 27].

Деятельность биобанков регулируется национальными стандартами ГОСТ Р ИСО 20387–2021, ГОСТ Р 59781–2021⁶, ГОСТ Р ИСО 24088–1–2024, которые устанавливают требования к управлению качеством, преаналитике, хранению, транспортировке и передаче образцов. В области биомедицинских исследований одним из основных документов является Федеральный закон № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»⁷, устанавливающий основные положения об информированном добровольном согласии пациента/донора (или его законного представителя) на медицинское вмешательство и участие в исследованиях. Федеральный закон № 152-ФЗ «О персональных данных»⁸ предусматривает обязанность оператора персональных данных четко указывать цели, сроки хранения и условия их передачи, особенно при трансграничной передаче образцов или обработке генетической информации. Дополнительные этические требования к биобанкам устанавливает приказ Минздрава России от 31.10.2024 № 586н «Об

⁶ГОСТ Р 59781–2021 / ISO/TR 22758:2020. Биотехнология. Биобанкинг. Руководство по внедрению ИСО 20387. Введ. 2021–10–21. М.: Рос. ин-т стандартизации, 2021. 28 с. URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=0&month=1&year=2026&search=59781&id=241622> (дата обращения: 07.10.2025).

⁷Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: федер. закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ // КонсультантПлюс: [офиц. сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/ (дата обращения: 07.10.2025).

⁸О персональных данных: федер. закон от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ // КонсультантПлюс: [офиц. сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 07.10.2025).

утверждении положения о совете по этике...»⁹, согласно которому любые исследования, связанные с забором и хранением биоматериала, должны получить одобрение независимого этического комитета, что также защищает интересы донора в системе биомедицинских отношений. Федеральный закон № 428-ФЗ¹⁰, принятый в 2024 году, закрепляет требования к учету образцов и правила открытого доступа [27].

Для медицинских биобанков центральным вопросом остается корректное оформление информированного согласия и надежная защита персональных данных [27]. Для референс-коллекций изолятов/культур патогенов на первый план выходят режимные требования биобезопасности, включая правила учета, транспортировки и обеззараживания штаммов [9, 28]. Эти направления дополняют друг друга, формируя основу правовых и организационных гарантий.

Практика ведения электронных паспортов образцов и стандартизации метаданных остается неоднородной. Значительная часть исторических коллекций до сих пор не оцифрована. Вместе с тем с 2020 года во многих биобанках началась масштабная цифровизация – от коллекций микроорганизмов до клинических образцов в научно-медицинских центрах [6, 11, 12, 14]. Существенно этот процесс ограничивает дефицит подготовленных специалистов с навыками работы в области молекулярной биологии, права, биоинформатики.

Открытыми остаются вопросы о статусе биообразца как носителя персональных дан-

ных, праве донора на результаты проведенных исследований и допустимости коммерческого использования биоматериалов.

Перспективы отрасли на ближайшие десятилетия связаны с ростом национальной сети биобанков и внедрением цифровой инфраструктуры, объединяющей коллекции из разных ведомств – от медицины до сельского хозяйства [2, 6, 7, 11]. Важным инструментом здесь станут методы биоинформатики и анализа больших массивов данных, позволяющие налаживать междисциплинарные связи и выявлять эпидемиологические закономерности [13, 14].

В последние годы растет интерес к микробиологическим коллекциям. Банки микробиоты (например, кишечной микрофлоры) используются для комплексной оценки роли микробиома в развитии метаболических и аутоиммунных заболеваний. Бактериофаги рассматриваются как возможная альтернатива антибиотикам на фоне мировой проблемы антибиотикорезистентности. Микроводоросли изучаются как альтернативный источник белка, а также как перспективное сырье для производства биотоплива и биополимеров [12, 30, 31, 35].

В медицине сохраняется устойчивый интерес к биобанкам в области трансплантологии. Образцы применяются для изучения механизмов отторжения и иммуносупрессии и таргетной терапии [18, 19]. В эпидемиологии банки используются при геномониторинге патогенов [5, 13]. В аграрной и экологической сферах продолжается развитие банков семян высоко-

⁹Об утверждении положения о совете по этике, порядка его создания и деятельности, требований к квалификации и опыту работы по экспертной оценке научных, медицинских и этических аспектов клинических исследований лекарственных препаратов для медицинского применения, предъявляемых к экспертам совета по этике, порядка организации и проведения этической экспертизы, форм заключений совета по этике, порядка размещения информации о составе совета по этике, планах его работы и текущей деятельности: приказ Минздрава России от 31.10.2024 г. № 586н // Федер. служба по надзору в сфере здравоохранения: [офиц. сайт]. URL: <https://www.roszdravnadzor.gov.ru/i/upload/images/2025/4/7/1744058653.94092-1-3895210.pdf> (дата обращения: 07.10.2025).

¹⁰О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона «О животном мире»: федер. закон от 30.11.2024 г. № 428-ФЗ // КонсультантПлюс: [офиц. сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_491930/ (дата обращения: 07.10.2025).

урожайных сортов растений и криобанков эмбрионов аборигенных пород животных [1, 10, 29, 32].

Таким образом, будущее биобанкинга в нашей стране связано с проработкой этических норм, строгим соблюдением правил биобезопасности, полной цифровизацией фондов и межведомственным взаимодействием. Это позволит использовать потенциал биобанков в интересах науки, здравоохранения и эпиднадзора [2, 6, 9, 11].

Заключение

Российские биобанки за последнее десятилетие прошли серьезный путь развития – от разрозненных узкопрофильных коллекций к единой сети хранения и использования биоматериалов. Рост масштабов коллекций и расширение сфер их применения усилили потребность в цифровой трансформации и единых стандартах работы [2, 6]. Сегодня ценность биобанков определяется качеством данных, прослеживаемостью образцов и готовностью оперативно решать прикладные задачи (например, быстро создавать диагностические тест-системы, оценивать состояние популяционного иммунитета к той или иной инфекции, производить геномониторинг патогенов) [8, 11].

Существующие нормы законодательства (федеральные законы «О персональных данных», «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» и др.) и национальные стандарты задают общие правила работы с биоматериалом, а санитарные нормы по обращению с патогенными биологическими агентами¹¹ устанавливают правила работы с референс-коллекциями изолятов и культур микроорганизмов [8, 9, 27].

В эпидемиологии коллекции изолятов и банки сывороток/плазмы крови позволяют оценивать популяционный иммунитет и проводить

апробацию диагностических тест-систем [3, 5, 9]. В медицине биобанки дают возможность проводить когортные исследования и изучать биомаркеры, которые могут являться предикторами различных заболеваний [11, 15, 18]. В аграрной сфере банки семян и криоколлекции эмбрионов формируют резерв генетических ресурсов для растениеводства и животноводства [1, 29, 31]. Разнообразные микробиологические коллекции позволяют создавать и тестировать биопрепараты, снижающие зависимость от антибиотиков и агрохимикатов [30, 33, 35]. Экологические коллекции помогают поддерживать биоразнообразие экосистем [1, 31].

В то же время очевидно, что дальнейший рост отрасли невозможен без системных изменений. Необходимы профессиональная подготовка кадров, развитие цифровой инфраструктуры и формирование единого координирующего центра [6, 11]. В настоящее время основными задачами биобанков являются полная оцифровка действующих и исторических коллекций, а также развитие и формирование интегрированной системы клинических, эпидемиологических и ветеринарных данных [2].

Таким образом, система биобанкинга открывает перспективы для оперативного создания диагностических панелей, разработки новых подходов к ветеринарной профилактике и высокопродуктивному сельскому хозяйству, а также персонализированной медицине и эпиднадзору [11, 18]. При соблюдении этических норм и требований биобезопасности, а также при полной оцифровке коллекций и межведомственной интеграции биобанки способны стать «биологической сокровищницей» – системой, которая объединит фундаментальные научные исследования и новые биотехнологические разработки для внедрения и использования в различных отраслях.

¹¹СанПиН 3.3686-21. Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней: утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 28.01.2021 г. № 4. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102180019> (дата обращения: 07.10.2025).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Вклад авторов: Колодина М.В. – подбор и анализ литературы, написание текста обзора, подготовка таблиц; Саркисян Н.С. – разработка концепции обзора, редактирование текста статьи; Гавриш Д.А. – подбор и анализ литературы; Волюнкина А.С. – редактирование статьи; Куличенко А.Н. – утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' contributions: M.V. Kolodina selected and analysed literature, wrote the review and prepared the tables; N.S. Sarkisyan developed the concept of the review and edited the manuscript; D.A. Gavrish selected and analysed literature; A.S. Volynkina edited the manuscript; A.N. Kulichenko approved the final version of the article.

Список литературы

1. The Third Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome: FAO, 2025. <https://doi.org/10.4060/cd4711en>
2. Драккина О.М. Российская «Национальная ассоциация биобанков и специалистов по биобанкированию» – инструмент интеграции российских биобанков и повышения эффективности биомедицинских исследований // Кардиоваскуляр. терапия и профилактика. 2020. Т. 19, № 6. С. 131–133. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2757>
3. Свитич О.А., Зверев В.В., Соломай Т.В., Семененко Т.А., Ноздрачева А.В., Готвянская Т.П. Возможности банка биологических образцов для серологического мониторинга инфекционной заболеваемости // Кардиоваскуляр. терапия и профилактика. 2023. Т. 22, № 11. С. 99–105. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3693>
4. Семененко Т.А., Гуцин В.А., Симакова Я.В., Потапкина А.Е., Субботина Т.И., Клейменов Д.А., Почтовый А.А., Гинцбург А.Л. Банки сывороток крови человека в системе сероэпидемиологического мониторинга популяционного иммунитета // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2025. Т. 24, № 3. С. 14–24. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2025-24-3-14-24>
5. Gladkikh A., Dedkov V., Sharova A., Klyuchnikova E., Sbarzaglia V., Kanaeva O., Arbutova T., Tsyganova N., Popova A., Ramsay E., Totolian A. Epidemiological Features of COVID-19 in the Northwest Russia in 2021 // Viruses. 2022. Vol. 14, № 5. Art. № 931. <https://doi.org/10.3390/v14050931>
6. Глотов А.С., Ярцева О.Ю., Насыхова Ю.А., Лазарева Т.Е., Барбитов Ю.А., Мартынов А.Д., Ахмеров Т.М. Цифровизация российских биобанков для обеспечения медико-генетических исследований: проблемы и перспективы // Мед. генетика. 2023. Т. 22, № 5. С. 12–21. <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2023.05.12-21>
7. Brancato V., Esposito G., Coppola L., Cavaliere C., Mirabelli P., Scapicchio C., Borgheresi R., Neri E., Salvatore M., Aiello M. Standardizing Digital Biobanks: Integrating Imaging, Genomic, and Clinical Data for Precision Medicine // J. Transl. Med. 2024. Vol. 22, № 1. Art. № 136. <https://doi.org/10.1186/s12967-024-04891-8>
8. Anisimov S.V., Meshkov A.N., Glotov A.S., Borisova A.L., Balanovsky O.P., Belyaev V.E., Granstrem O.G., Grivtsova L.Yu., Efimenko A.Yu., Pokrovskaya M.S., Semenenko T.A., Sukhorukov V.S., Kaprin A.D., Drapkina O.M. National Association of Biobanks and Biobanking Specialists: New Community for Promoting Biobanking Ideas and Projects in Russia // Biopreservation and Biobanking. 2021. Vol. 19, № 1. P. 73–82. <https://doi.org/10.1089/bio.2020.0049>
9. Долудин Ю.В., Борисова А.Л., Покровская М.С., Стефанюк О.В., Сивакова О.В., Боцоева С.А., Мешков А.Н., Метельская В.А., Драккина О.М. Современные передовые практики и рекомендации по биобанкированию // Клин. лаб. диагностика. 2019. Т. 64, № 12. С. 769–776.
10. Ковтун И.С., Филонова М.В., Борисова А.А., Сазонов А.Э. Изучение продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных: перспективы создания биобанка // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2022. № 60. С. 6–22. <https://doi.org/10.17223/19988591/60/1>
11. Мешков А.Н., Покровская М.С., Глотов А.С., Ершова А.И., Родионова Ю.В., Драккина О.М. От идеи к внедрению: развитие биобанкирования в России. Сотрудничество ведущих научных центров с журналом

«Кардиоваскулярная терапия и профилактика»: Национальная ассоциация биобанков и специалистов по биобанкированию (НАСБИО) // Кардиоваскуляр. терапия и профилактика. 2023. Т. 22, № 11. С. 154–162. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3864>

12. *Tozzo P., Delicati A., Marcante B., Caenazzo L.* Digital Biobanking and Big Data as a New Research Tool: A Position Paper // Healthcare (Basel). 2023. Vol. 11, № 13. Art. № 1825. <https://doi.org/10.3390/healthcare11131825>

13. *Денисов Н.С., Каменских Е.М., Федорова О.С.* Тренды популяционных исследований: молекулярная и цифровая эпидемиология (обзор) // Современ. технологии в медицине. 2022. Т. 14, № 4. С. 60–72. <https://doi.org/10.17691/stm2022.14.4.07>

14. *Bukreeva A.S., Malsagova K.A., Petrovskiy D.V., Butkova T.V., Nakhod V.I., Rudnev V.R., Izotov A.A., Kaysheva A.L.* Biobank Digitalization: From Data Acquisition to Efficient Use // Biology (Basel). 2024. Vol. 13, № 12. Art. № 957. <https://doi.org/10.3390/biology13120957>

15. *Гусакова А.М., Кравченко Е.С., Суслова Т.Е., Попов С.В., Бощенко А.А.* Биобанки в исследованиях сердечно-сосудистых заболеваний // Кардиоваскуляр. терапия и профилактика. 2024. Т. 23, № 11. С. 136–149. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-4170>

16. *Хабаров О.Р., Сеферов Б.Д., Алиев К.А., Зима Д.В., Голубинская Е.П., Зяблицкая Е.Ю.* Биобанкирование образцов опухолевых тканей для научных исследований в морфологии и молекулярной онкологии // Исследования и практика в медицине. 2024. Т. 11, № 1. С. 29–39. <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2024-11-1-3>

17. *Нехаева Т.Л., Балдуева И.А., Данилова А.Б., Новик А.В., Питиа Н.П., Гафтон Г.И., Семилетова Ю.В., Носов А.К., Авдонкина Н.А., Зозуля А.Ю., Емельянова Н.В., Блохина М.Л.* Организация банка биологических образцов односторонне пролеченных онкологических больных: современный подход к проведению фундаментальных и прикладных исследований // Труды Первого международного форума онкологии и радиологии (Москва, 23–27 сент. 2019 г.). М., 2019. С. 204.

18. *Покровская М.С., Борисова А.Л., Киселева А.В., Еришова А.И., Мешков А.Н., Драпкина О.М.* Роль биобанкирования в развитии персонализированной медицины в России и в мире // Кардиоваскуляр. терапия и профилактика. 2024. Т. 23, № 11. С. 6–16. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-4214>

19. *Лебедева Ю.Н., Суханов Ю.В., Фоминых Е.М., Еремеев А.В., Роговая О.С., Алексанян Т.А., Воротеляк Е.А., Васильев А.В.* Создание клинических и производственных биобанков кожи и ее продуктов в системе здравоохранения Российской Федерации // Трансплантология. 2025. Т. 17, № 1. С. 90–107. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-1-90-107>

20. *Zorina A., Zorin V., Isaev A., Kudlay D., Vasileva M., Kopnin P.* Dermal Fibroblasts as the Main Target for Skin Anti-Age Correction Using a Combination of Regenerative Medicine Methods // Curr. Iss. Mol. Biol. 2023. Vol. 45, № 5. P. 3829–3847. <https://doi.org/10.3390/cimb45050247>

21. *Свистушкин М.В., Бакулина А.А., Бикмулина П.Ю., Золотова А.В., Селезнева Л.В., Шевчик Е.А., Кочетков П.А., Серженикова Н.Б., Никифорова А.Н., Тычкина И.А., Шпичка А.И., Свистушкин В.М., Тимашев П.С.* Биоинженерные импланты на основе мезенхимных стромальных клеток в восстановлении поврежденных голосовых складок и барабанной перепонки (пилотные экспериментальные результаты) // Мед. совет. 2024. № 7. С. 110–121. <https://doi.org/10.21518/ms2024-088>

22. *Bikmulina P., Kosheleva N., Efremov Y., Bakulina A., Kuryanova A., Aksenova N., Shavkuta B., Kotova S., Shpichka A., Timashev P.* Building a Tissue: Gingiva- and Adipose-Derived Mesenchymal Cell Spheroids' Survivability and Functionality after 3D Extrusion Bioprinting // Bioprinting. 2023. Vol. 32. Art. № e00279. <https://doi.org/10.1016/j.bprint.2023.e00279>

23. *Калмыкова О.С., Дубинкин И.В., Демидова Е.С., Климова Н.А., Гапонова Т.В.* Формирование и применение банка редких фенотипов эритроцитов кадровых доноров в ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России // Гематология и трансфузиология. 2022. Т. 67, № 2. С. 42–43.

24. *Тюмина О.В., Волчков С.Е., Овчинников П.А., Бугаков А.И., Потапов И.В., Приходько А.В., Приходько Е.М., Комарова О.В.* Анализ деятельности банков пуповинной крови в Российской Федерации // Гены и клетки. 2023. Т. 18, № 3. С. 205–218. <https://doi.org/10.23868/gc486812>

25. *Балановская Е.В., Петрушенко В.С., Кошель С.М., Почешхова Э.А., Черневский Д.К., Мирзаев К.Б., Абдуллаев Ш.П., Балановский О.П.* Картографический атлас распространения 45 фармакогенетических маркеров в народонаселении России и сопредельных стран // Вестн. Рос. гос. мед. ун-та. 2020. № 6. С. 39–52. <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2020.080>

26. Denny J.C., Rutter J.L., Goldstein D.B., Philippakis A., Smoller J.W., Jenkins G., Dishman E. All of Us Research Program Investigators. The “All of Us” Research Program // *N. Engl. J. Med.* 2019. Vol. 381, № 7. P. 668–676. <https://doi.org/10.1056/NEJMs1809937>

27. Пономарёва Д.В. Международно-правовые основы создания, использования и сохранения биоресурсных коллекций // *Lex Genetica*. 2024. Т. 3, № 2. С. 84–99. <https://doi.org/10.17803/lexgen-2024-3-2-84-99>

28. Ганнибал Ф.Б., Левитин М.М. Лаборатория микологии и фитопатологии ВИЗР – 110 лет напряженной и увлекательной работы // *Микология и фитопатология*. 2017. Т. 51, № 5. С. 259–267.

29. Loskutov I.G., Ukhatova Y.V., Khlestkina E.K. VIR: From a Small Bureau in the Russian Empire to the Present-Day National Center for Plant Genetic Resources // *Genet. Resour.* 2025. № S2. P. 58–69. <https://doi.org/10.46265/genresj.EVEF5522>

30. Родыгина Ю.К., Худяева М.В., Ерофеева А.В., Чеботарь В.К. Биотехнологический потенциал эндофитных бактерий семян яровой пшеницы и ярового рапса // *Биотехнология: взгляд в будущее: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2025. Ч. I. С. 164–166.*

31. Калякин М.В., Серегин А.П., Соловченко А.Е., Каменский П.А., Садовничий В.А. Проект «Ноев ковчег»: промежуточные итоги и перспективы развития классических коллекций // *Acta Naturae*. 2018. Т. 10, № 4(39). С. 49–58. <https://doi.org/10.32607/20758251-2018-10-4-49-58>

32. Разумова О.Ю., Тихонов В.Н., Зиновьева Н.А. Биобанкирование генетических ресурсов сельскохозяйственных животных: состояние и перспективы // *С.-х. биология*. 2022. Т. 57, № 4. С. 643–654.

33. Огнистая А.В., Маркина Ж.В., Орлова Т.Ю. Антимикробная активность морских микроводорослей // *Биология моря*. 2022. Т. 48, № 4. С. 219–232. <https://doi.org/10.31857/S0134347522040076>

34. Колодина М.В. Перспективы интеграции биобанков животных и человека в единую систему зооэпидемиологического надзора // *Биотехнология: взгляд в будущее: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2025. Ч. I. С. 203–205.*

35. Зурабов А.Ю., Каркищенко Н.Н., Попов Д.В., Жиленков Е.Л., Попова В.М. Создание отечественной коллекции бактериофагов и принципы разработки лечебно-профилактических фаговых препаратов // *Биомедицина*. 2012. № 1. С. 134–138.

References

1. *The Third Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome, 2025. <https://doi.org/10.4060/cd4711en>

2. Drapkina O.M. Russian National Association of Biobanks and Biobanking Specialists – a Tool for Integrating Russian Biobanks and Increasing the Efficiency of Biomedical Research. *Cardiovasc. Ther. Prev.*, 2020, vol. 19, no. 6, pp. 131–133 (in Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2757>

3. Svitich O.A., Zverev V.V., Solomay T.V., Semenenko T.A., Nozdracheva A.V., Gotvyanskaya T.P. Possibilities of a Biobank for Serological Monitoring of Infectious Morbidity. *Cardiovasc. Ther. Prev.*, 2023, vol. 22, no. 11, pp. 99–105 (in Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3693>

4. Semenenko T.A., Gushchin V.A., Simakova Ya.V., Potapkina A.E., Subbotina T.I., Kleymenov D.A., Pochtovy A.A., Gintsburg A.L. Human Blood Serum Banks in the System of Seroepidemiological Monitoring of Population Immunity. *Epidemiol. Vaccinal Prev.*, 2025, vol. 24, no. 3, pp. 14–24 (in Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2025-24-3-14-24>

5. Gladkikh A., Dedkov V., Sharova A., Klyuchnikova E., Sbarzaglia V., Kanaeva O., Arbusova T., Tsyganova N., Popova A., Ramsay E., Totolian A. Epidemiological Features of COVID-19 in Northwest Russia in 2021. *Viruses*, 2022, vol. 14, no. 5. Art. no. 931. <https://doi.org/10.3390/v14050931>

6. Glotov A.S., Yartseva O.Yu., Nasykhova Yu.A., Lazareva T.E., Barbitov Yu.A., Martynov A.D., Akhmerov T.M. Digitalization of Russian Biobanks for Medical Genetic Studies: Problems and Prospects. *Med. Genet.*, 2023, vol. 22, no. 5, pp. 12–21 (in Russ.). <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2023.05.12-21>

7. Brancato V., Esposito G., Coppola L., Cavaliere C., Mirabelli P., Scapicchio C., Borgheresi R., Neri E., Salvatore M., Aiello M. Standardizing Digital Biobanks: Integrating Imaging, Genomic, and Clinical Data for Precision Medicine. *J. Transl. Med.*, 2024, vol. 22, no. 1. Art. no. 136. <https://doi.org/10.1186/s12967-024-04891-8>

8. Anisimov S.V., Meshkov A.N., Glotov A.S., Borisova A.L., Balanovsky O.P., Belyaev V.E., Granstrem O.G., Grivtsova L.Yu., Efimenko A.Yu., Pokrovskaya M.S., Semenenko T.A., Sukhorukov V.S., Kaprin A.D., Drapkina O.M. National Association of Biobanks and Biobanking Specialists: New Community for Promoting Biobanking Ideas and Projects in Russia. *Biopreservation Biobanking*, 2021, vol. 19, no. 1, pp. 73–82. <https://doi.org/10.1089/bio.2020.0049>
9. Doludin Y.V., Borisova A.L., Pokrovskaya M.S., Stefanyuk O.V., Sivakova O.V., Botsoeva S.A., Meshkov A.N., Metelskaya V.A., Drapkina O.M. Current Best Practices and Biobanking Recommendations. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*, 2019, vol. 64, no. 12, pp. 769–776 (in Russ.).
10. Kovtun I.S., Filonova M.V., Borisova A.A., Sazonov A.E. The Study of Metabolic By-Products of Farm Livestock: Prospects for the Creation of a Biobank. *Tomsk State Univ. J. Biol.*, 2022, no. 60, pp. 6–22 (in Russ.). <https://doi.org/10.17223/19988591/60/1>
11. Meshkov A.N., Pokrovskaya M.S., Glotov A.S., Ershova A.I., Rodionova Yu.V., Drapkina O.M. From Idea to Implementation: The Development of Biobanking in Russia. The Cardiovascular Therapy and Prevention Journal's Top Contributing Institutions: National Association of Biobanks and Biobanking Specialists (NASBIO). *Cardiovasc. Ther. Prev.*, 2023, vol. 22, no. 11, pp. 154–162 (in Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3864>
12. Tozzo P., Delicati A., Marcante B., Caenazzo L. Digital Biobanking and Big Data as a New Research Tool: A Position Paper. *Healthcare (Basel)*, 2023, vol. 11, no. 13, Art. no. 1825. <https://doi.org/10.3390/healthcare11131825>
13. Denisov N.S., Kamenskikh E.M., Fedorova O.S. Trends in Population-Based Studies: Molecular and Digital Epidemiology (Review). *Mod. Technol. Med.*, 2022, vol. 14, no. 4, pp. 60–70. <https://doi.org/10.17691/stm2022.14.4.07>
14. Bukreeva A.S., Malsagova K.A., Petrovskiy D.V., Butkova T.V., Nakhod V.I., Rudnev V.R., Izotov A.A., Kaysheva A.L. Biobank Digitalization: From Data Acquisition to Efficient Use. *Biology (Basel)*, 2024, vol. 13, no. 12, Art. no. 957. <https://doi.org/10.3390/biology13120957>
15. Gusakova A.M., Kravchenko E.S., Suslova T.E., Popov S.V., Boshchenko A.A. Biobanks in Cardiovascular Disease Research. *Cardiovasc. Ther. Prev.*, 2024, vol. 23, no. 11, pp. 136–149 (in Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-4170>
16. Khabarov O.R., Seferov B.D., Aliev K.A., Zima D.V., Golubinskaya E.P., Zyblytskaya E.Yu. Tumor Tissue Samples Collection for Scientific Research in Morphology and Molecular Oncology. *Res. Pract. Med. J.*, 2024, vol. 11, no. 1, pp. 29–39 (in Russ.). <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2024-11-1-3>
17. Nekhaeva T.L., Baldueva I.A., Danilova A.B., Novik A.V., Pipia N.P., Gafton G.I., Semiletova Yu.V., Nosov A.K., Avdonkina N.A., Zozulya A.Yu., Emel'yanova N.V., Blokhina M.L. Organizatsiya banka biologicheskikh obraztsov odnotipno prolechennykh onkologicheskikh bol'nykh: sovremennyy podkhod k provedeniyu fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy [Organization of a Bank of Biological Samples of Similarly Treated Cancer Patients: A Modern Approach to Conducting Fundamental and Applied Research]. *Trudy Pervogo mezhdunarodnogo foruma onkologii i radiologii* [Proceedings of the First International Forum of Oncology and Radiology]. Moscow, 2019, p. 204.
18. Pokrovskaya M.S., Borisova A.L., Kiseleva A.V., Ershova A.I., Meshkov A.N., Drapkina O.M. Role of Biobanking in the Development of Personalized Medicine in Russia and the World. *Cardiovasc. Ther. Prev.*, 2024, vol. 23, no. 11, pp. 6–16. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-4214>
19. Lebedeva Yu.N., Sukhanov Yu.V., Fominykh E.M., Ereemeev A.V., Rogovaya O.S., Aleksanyan T.A., Vorotelyak E.A., Vasil'ev A.V. Setting Up Clinical and Production-Based Biobanks in the Healthcare System of the Russian Federation. *Transplantologiya Russ. J. Transplant.*, 2025, vol. 17, no. 1, pp. 90–107. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-1-90-107>
20. Zorina A., Zorin V., Isaev A., Kudlay D., Vasileva M., Kopnin P. Dermal Fibroblasts as the Main Target for Skin Anti-Age Correction Using a Combination of Regenerative Medicine Methods. *Curr. Iss. Mol. Biol.*, 2023, vol. 45, no. 5, pp. 3829–3847. <https://doi.org/10.3390/cimb45050247>
21. Svistushkin M.V., Bakulina A.A., Bikmulina P.Yu., Zolotova A.V., Selezneva L.V., Shevchik E.A., Kochetkov P.A., Serezhnikova N.B., Nikiforova A.N., Tychkina I.A., Shpichka A.I., Svistushkin V.M., Timashev P.S. Mesenchymal Stromal Cells Based Bioengineered Implants in Vocal Folds and Tympanic Membrane Restoration (Pilot Experimental Results). *Med. Counc.*, 2024, no. 7, pp. 110–121 (in Russ.). <https://doi.org/10.21518/ms2024-088>
22. Bikmulina P., Kosheleva N., Efremov Y., Bakulina A., Kuryanova A., Aksenova N., Shavkuta B., Kotova S., Shpichka A., Timashev P. Building a Tissue: Gingiva- and Adipose-Derived Mesenchymal Cell Spheroids' Survivability and Functionality After 3D Extrusion Bioprinting. *Bioprinting*, 2023, vol. 32, Art. no. e00279. <https://doi.org/10.1016/j.bprint.2023.e00279>

23. Kalmykova O.S., Dubinkin I.V., Demidova E.S., Klimova N.A., Gaponova T.V. Formirovanie i primenenie banka redkikh fenotipov eritrotsitov kadrovyykh donorov v FGBU “NMITs gematologii” Minzdrava Rossii [Creation and Use of a Bank of Rare Erythrocyte Phenotypes of Human Donors at the National Medical Research Center for Hematology of the Ministry of Health of the Russian Federation]. *Gematologiya i transfuziologiya*, 2022, vol. 67, no. 2, pp. 42–43.

24. Tyumina O.V., Volchkov S.E., Ovchinnikov P.A., Bugakov A.I., Potapov I.V., Prihodko A.V., Prihodko E.M., Komarova O.V. Analysis of the Activities of Cord Blood Banks in the Russian Federation. *Genes Cells*, 2023, vol. 18, no. 3, pp. 205–218. <https://doi.org/10.23868/gc486812>

25. Balanovskaya E.V., Petrushenko V.S., Koshelev S.M., Pocheshkhova E.A., Chernevskiy D.K., Mirzaev K.B., Abdullaev Sh.P., Balanovskiy O.P. Kartograficheskiy atlas rasprostraneniya 45 farmakogeneticheskikh markerov v narodonaselenii Rossii i sopredel'nykh stran [Cartographic Atlas of Frequency Variation for 45 Pharmacogenetic Markers in Populations of Russia and Its Neighbor States]. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*, 2020, no. 6, pp. 39–52. <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2020.080>

26. Denny J.C., Rutter J.L., Goldstein D.B., Philippakis A., Smoller J.W., Jenkins G., Dishman E. All of Us Research Program Investigators. The “All of Us” Research Program. *N. Engl. J. Med.*, 2019, vol. 381, no. 7, pp. 668–676. <https://doi.org/10.1056/NEJMSr1809937>

27. Ponomareva D.V. International Legal Framework for the Creation, Use and Conservation of Bioresource Collections. *Lex Genet.*, 2024, vol. 3, no. 2, pp. 84–99 (in Russ.). <https://doi.org/10.17803/lexgen-2024-3-2-84-99>

28. Gannibal F.B., Levitin M.M. Laboratoriya mikologii i fitopatologii VIZR – 110 let napryazhennoy i uvlekatel'noy raboty [Laboratory of Mycology and Phytopathology of VIZR – 110 Years of Intensive and Fascinating Work]. *Mikologiya i fitopatologiya*, 2017, vol. 51, no. 5, pp. 259–267.

29. Loskutov I.G., Ukhatova Y.V., Khlestkina E.K. VIR: From a Small Bureau in the Russian Empire to the Present-Day National Center for Plant Genetic Resources. *Genet. Resour.*, 2025, no. S2, pp. 58–69. <https://doi.org/10.46265/genresj.EVEF5522>

30. Rodygina Yu.K., Khudyaeva M.V., Erofeeva A.V., Chebotar' V.K. Biotekhnologicheskii potentsial endofitnykh bakteriy semyan yarovoy pshenitsy i yarovogo rapsa [Biotechnological Potential of Endophytic Bacteria from Spring Wheat and Spring Rape Seeds]. *Biotekhnologiya: vzglyad v budushchee* [Biotechnology: A Look into the Future]. Stavropol, 2025. Pt. 1, pp. 164–166.

31. Kalyakin M.V., Seregin A.P., Solovchenko A.E., Kamenskiy P.A., Sadovnichiy V.A. “Noah’s Ark” Project: Interim Results and Outlook for Classic Collection Development. *Acta Naturae*, 2018, vol. 10, no. 4, pp. 49–58. <https://doi.org/10.32607/20758251-2018-10-4-49-58>

32. Razumova O.Yu., Tikhonov V.N., Zinov'eva N.A. Biobankirovanie geneticheskikh resursov sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh: sostoyanie i perspektivy [Biobanking of Farm Animal Genetic Resources: Status and Prospects]. *Sels'kokhozyaystvennaya biologiya*, 2022, vol. 57, no. 4, pp. 643–654.

33. Ognistaya A.V., Markina Zh.V., Orlova T.Yu. Antimikrobnaya aktivnost' morskikh mikrovodorosley [Antimicrobial Activity of Marine Microalgae]. *Biologiya morya*, 2022, vol. 48, no. 4, pp. 219–232. <https://doi.org/10.31857/S0134347522040076>

34. Kolodina M.V. Perspektivy integratsii biobankov zhivotnykh i cheloveka v edinuyu sistemu zooepidemiologicheskogo nadzora [Prospects for the Integration of Animal and Human Biobanks into a Single System of Epizootiological Surveillance]. *Biotekhnologiya: vzglyad v budushchee* [Biotechnology: A Look into the Future]. Stavropol, 2025. Pt. 1, pp. 203–205.

35. Zurabov A.Yu., Karkishchenko N.N., Popov D.V., Zhilenkov E.L., Popova V.M. Sozdanie otechestvennoy kolleksii bakteriofagov i printsipy razrabotki lechebno-profilakticheskikh fagovykh preparatov [Creation of Native Bacteriophages Collection and Principle of Treatment and Prophylactic Phages Drug Design]. *Biomeditsina*, 2012, no. 1, pp. 134–138.

Поступила в редакцию 07.10.2025 / Одобрена после рецензирования 04.12.2025 / Принята к публикации 08.12.2025
Submitted 7 October 2025 / Approved after reviewing 4 December 2025 / Accepted for publication 8 December 2025