

ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ

**482 Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»**

на период 2019-2024 гг.

РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1	Информация о научной организации	
1.1.	Полное наименование	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»
1.2.	Сокращенное наименование	ФГБНУ ВНИИСХМ
1.3.	Фактический (почтовый) адрес	196608 Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, 3 Телефон 8-812-470-51-00 Факс 470-43-62 E-mail: ARRIAM2008@yandex.ru
2.	Существующие научно-организационные особенности организации	
2.1.	Профиль организации	Генерация знаний, разработка технологий
2.2.	Категория организации	1 категория
2.3.	Основные научные направления деятельности	Молекулярно-генетические основы интеграции микроорганизмов и растений с целью создания эффективных надорганизменных систем и новых биопрепаратов с полифункциональными свойствами, обеспечивающих оптимальное питание растений, высокую продуктивность и качество продукции. Проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований по следующим направлениям: - биотехнология и биоинформатика; - биоинженерия; - разработка методов предотвращения и ликвидации загрязнения окружающей среды; - геномные, протеомные и постгеномные технологии; - сельскохозяйственная микробиология, включая вопросы экологии, физиологии,

		<p>биохимии, молекулярной биологии, цитологии и генетики микроорганизмов, а также надорганизменных систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поиск, выделение и конструирование новых микроорганизмов сельскохозяйственного назначения, их депонирование, систематизация и долгосрочное хранение национальных микробиологических ресурсов;</li> <li>- создание микробных препаратов и биоудобрений, разработка технологий их производства и применения в растениеводстве и животноводстве, а также для переработки сельскохозяйственной продукции;</li> <li>- разработка методов и технологий управления микробиологическими процессами в агроэкосистемах, обеспечивающих высокое плодородие почвы и снижение экологических рисков;</li> <li>- разработка методов и технологий утилизации отходов сельскохозяйственного производства, пищевой промышленности и других предприятий;</li> <li>- разработка микробиологических методов и технологий реабилитации техногенно загрязненных и нарушенных почв.</li> </ul>
--	--	--

## РАЗДЕЛ 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

### 2.1. Цель Программы развития

В целях реализации Указа Президента Российской Федерации от 07 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642; Национального проекта «Наука», утвержденный президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16) и федеральных проектов утвержденных проектным комитетом по национальному проекту «Наука» (протокол № 3 от 18 декабря 2018 г.); Указа Президента Российской Федерации от 28 ноября 2018 г. № 680 "О развитии генетических технологий в Российской Федерации" Правительство Российской Федерации и других нормативно-правовых актов Российской Федерации программа развития ФГБНУ ВНИИСХМ ставит следующие задачи:

- изучение фундаментальных вопросов генетики, молекулярной биологии, клеточной биологии, биохимии, физиологии и экологии сельскохозяйственно ценных микроорганизмов, включая новые направления симбиогенетики, метагеномики и биоинформатики микробных сообществ, а также эволюционной геномики микробно-растительных взаимодействий;
- проведение поисковых и прикладных исследований в области генетики симбиотических взаимодействий, а также молекулярной и почвенной агроэкологии, направленных на научное обеспечение опытно-технологических и конструкторских работ, внедрение новейших достижений биологии в развитие агропромышленного комплекса, способствующее его биотехнологическому, экономическому и социальному прогрессу;

- разработка методов, способов и технологий использования полезных микроорганизмов, обеспечивающих увеличение урожая растений, сохранение плодородия почв, улучшение качества сельскохозяйственной продукции и повышение экологической безопасности сельскохозяйственного производства;
- обеспечение присутствия Российской Федерации в числе пяти ведущих стран мира, осуществляющих научные исследования и разработки в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития;
- обеспечение привлекательности работы в институте российских и зарубежных ведущих ученых и молодых перспективных исследователей;
- опережающее увеличение внутренних затрат на научные исследования и разработки за счет всех источников по сравнению с ростом валового внутреннего продукта страны.

## **2.2. Задачи Программы развития**

Создание условий для проведения исследований и разработок, соответствующих современным принципам организации научной, научно-технической, инновационной деятельности и лучшим российским и мировым практикам, формирование эффективной системы управления, повышение результативности и востребованности результатов исследований и разработок, по повышению качества оказания государственных услуг (выполнения работ) на основе:

- получения новых знаний в области симбиогенетики, молекулярной биологии и метагеномики микробно-растительных взаимодействий и публикации полученных результатов в высокорейтинговых научных журналах (Web of Science, Scopus);
- формирования новых исследовательских лабораторий по актуальным направлениям фундаментальной и прикладной биологии, в том числе которыми руководят молодые перспективные исследователи;
- развития механизмов интеграции образования и науки, включая разработку и внедрение новых программ аспирантуры, бакалавриата, магистратуры, обеспечивающих полную занятость студентов и аспирантов научной работой, а также привлечение к их руководству высококвалифицированных научных сотрудников;
- развития системы молодежных школ и конференций, направленных на подготовку высоко квалифицированного научного резерва, включая расширение профессиональных коммуникаций научных работников, в том числе с зарубежными научными организациями и организациями высшего образования;
- полученных фундаментальных знаний разработка инновационных продуктов, включая новые микробиологические препараты и технологии их производства, создания пилотных производств, увеличения объемов приносящей доход деятельности, укрепления связей с субъектами реального сектора и инновационной инфраструктуры агропроизводства;
- совершенствования отношений с имеющимися и создание новых инновационных предприятий в сфере агробизнеса;
- укрепления материально-технической базы и расширения сферы услуг центра коллективного пользования;
- стимулирования научных работников к занятию преподавательской деятельностью;
- формирования исследовательских структурных подразделений в интересах крупных компаний или агрохолдингов (индустриальных партнеров) для выполнения фундаментальных и прикладных исследований за счет средств внебюджетных источников;
- развития Ведомственной коллекции полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения (ВКСМ) для долгосрочного сохранения и безопасного использования микробиологических ресурсов, использующихся в биотехнологической отрасли;

- обеспечения комплексного мониторинга передовых научных исследований и технологий по перспективным направлениям развития учреждения;
- вовлечения научных работников в работу научных обществ, популяризация современных знаний.

### **РАЗДЕЛ 3. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА (*Название научно-исследовательской программы:* **СИМБИОГЕНЕТИКА НАДОРГАНИЗМЕННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ)****

#### **3.1. Ключевые слова**

Симбиогенетика, молекулярная и клеточная биология, физиология и биохимия, экология, микроорганизмы, растения, бактерии, грибы, растительно-микробные системы; микробиом, метагеном, азотфиксация, микориза, амилоиды, генетическое конструирование и редактирование, надорганизменная система, молекулярные маркеры, сигнально-рецепторные комплексы, симбиосомы, цитоскелет, биоинформатика, транскриптом, метаболом, протеом, стрессы, патогены, агроценозы, микробиологические технологии и препараты, сельскохозяйственное производство, урожай.

#### **3.2. Аннотация научно-исследовательской программы**

Научно-исследовательская программа ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии соответствует научно-исследовательской приоритетам научно-технологического развития, "большим вызовам", указанным в СНТР и направлена на развитие новых направлений молекулярной микробиологии и экологической генетики, включая симбиогенетику надорганизменных взаимодействий, изучение надорганизменных генетических систем, интеграцию прокариотических микроорганизмов с эукариотами, изучение микробиологических основ генезиса почв, а также биоинформатический анализ дифференциальной экспрессии генов в системах симбиоза, изучаемой с помощью современных методов транскриптомики, протеомики и метаболомики. Реализация предложенной программы обеспечит создание принципиально новых технологий симбиотической инженерии, которые необходимы для устойчивого развития и высокой продуктивности сельскохозяйственных культур на основе их генетической интеграции с бактериями и грибами, определяющими питание растений, их устойчивость к патогенами и вредителям и адаптацию к стрессам. Для этого будут выявлены генетические факторы растений и микроорганизмов, объединение которых в надорганизменные комплексы обеспечит высокую продуктивность агрофитоценозов при минимальном использовании минеральных удобрений и химических средств защиты, замещаемых высокоэффективными микробиологическими препаратами. Оптимизация структуры растительно-микробных симбиогеномов будет достигнута путем изменения баланса позитивных и негативных регуляторов симбиоза, а также перестройка обратных связей партнеров на основе их сигнальных и метаболических взаимодействий. Разработка методов конструирования принципиально новых сортов растений позволит им стабильно поддерживать в эндосфере, ризосфере и филлосфере агрономически ценные микробиомы, а также наследственные факторы, интродуцированные в состав ядерных и цитоплазматических геномов, включая гены азотфиксации и синтеза биологически активных веществ. Итогом этой работы станет создание методов конструирования и технологий использования полезных микроорганизмов, обеспечивающих повышение плодородия почв и увеличение урожая растений, улучшение качества сельскохозяйственной продукции и повышение экологической безопасности сельскохозяйственного производства.

### **3.3. Цель и задачи научно-исследовательской программы**

Современный этап развития биологии определяется широким внедрением генетических технологий в традиционные области науки о жизни, включая поисковые и прикладные исследования, направленные на создание новых агробιοтехнологий. Одно из наиболее продуктивных направлений этого развития связано с изучением процессов генетической интеграции организмов в надвидовые комплексы биоценотического и симбиотического типа, включая становление микробно-растительных и микробно-животных систем, а также микробиологических сообществ почвы, обеспечивающих образование устойчивых агроценозов. В связи с этим одной из базовых целей развития современной агробιοлогии следует считать создание новых методологий симбиогенетики, системной биологии и метагеномики, направленных на изучение процессов интеграции полезных микроорганизмов с растениями и животными, обеспечивающее их высокую продуктивность в условиях природных экосистем и агроценозов. Разработка методов управления микробиологическими ресурсами систем “растение-почва”, основанных на биоинформатическом анализе их эволюционной динамики и адаптивного потенциала, позволит разработать принципиально новые подходы для генетического конструирования устойчивых агроценозов, экологическую безопасность которых обеспечивают микробные сообщества, определяющие питание растений, их устойчивость к патогенам, вредителям и стрессам при минимальном использовании химических удобрений и средств защиты.

#### **В связи с этим сформулированы следующие задачи НИР.**

1. Характеристика генетических ресурсов хозяйственно-ценных микроорганизмов, включая таксономическое и функционально разнообразие микробных сообществ почвы, ризосферы и эндосферы растений, а также создание репрезентативных генетических коллекций и разработка новых методов идентификации и паспортизации хозяйственно-ценных штаммов.
2. Молекулярно-генетический анализ эндосимбиотических бактерий и грибов, анализ их геномного разнообразия и организации пангеномов, характеристика коровых и акцессорных областей генома и его эволюционной динамики, основанной на внутри-геномных перестройках и горизонтальном переносе генов.
3. Анализ сигнальных взаимодействий микроорганизмов с растениями, структурно-функциональной организации и эволюции сигнально-рецепторных комплексов, включая формирование функционально интегрированных симбиогеномов, конструирование гетерологичных систем синтеза сигнальных молекул для управления развитием растений.
4. Изучение организации эндофитных, эпифитных и ризосферных сообществ, а также их роли в устойчивости растений к патогенам, вредителям и стрессам, включая анализ наследования эндофитов при семенном и вегетативном размножении растений.
5. Характеристика почвенных метагеномов и их роли процессах генезиса почв, гумусообразования и ремедиации сельскохозяйственных земель в рамках модели эволюционного пространства, в том числе разработка микробных технологий утилизации отходов растениеводства и животноводства.
6. Изучение молекулярно-цитологических основ развития симбиоза, включая формирование временных азотфиксирующих органелл, моделирование ранних этапов симбиогенеза эукариотической клетки, управление процессами формирования регулярных и нерегулярных меристем, гистогенеза и органогенеза растений.
7. Анализ дифференциальной экспрессии микробных и растительных генов в системах симбиоза с помощью методов транскриптомики, протеомики и биоинформатики, включая образование функционально значимых амилоидных белков у растений и микроорганизмов.

8. Конструирование высокоэффективных симбиотических микроорганизмов на основе изменения баланса позитивных и негативных регуляторов симбиоза, разработка методов симбиотической инженерии, создание нового поколения микробиологических препаратов и технологий их производства.

### **3.4. Уровень научных исследований по теме научно-исследовательской программы в мире и Российской Федерации**

Изучение сельскохозяйственно значимых микроорганизмов, в первую очередь, симбиотических бактерий и грибов, обеспечивающих высокую продуктивность растений и животных, а также плодородие почв, является одним из приоритетных направлений развития современной биологии. Во всех экономически развитых странах активно функционируют крупные научные центры, проводящие фундаментальные и поисковые направления в области сельскохозяйственной микробиологии на современном методическом уровне, включая молекулярную генетику, геномику транскриптомику и протеомику, а также биоинформатику и компьютерное моделирование. Широкое использование микроорганизмов в сельском хозяйстве лежит в основе высокой продуктивности растениеводства и животноводства, который характерен для государств западной Европы, северной Америки и Австралии, однако еще не достигнут в Российской Федерации. Единственным российским научным учреждением, проводящим исследования по сельскохозяйственной микробиологии на современном научно-методическом уровне является ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, где проводится весь комплекс исследований этого профиля, начиная от молекулярной генетики и метагеномики и заканчивая выпуском инновационных микробиологических препаратов. Среди отечественных научных учреждений родственного профиля можно отметить ВНИИ физиологии и биохимии растений и микроорганизмов, а также кафедру микробиологии Тимирязевской СХА, однако там разрабатываются лишь отдельные вопросы микробиологии растений, не связанные непосредственно с выпуском препаратов. Поэтому комплексное развитие фундаментальных, поисковых и прикладных направлений сельскохозяйственной микробиологии, проводимых во ВНИИСХМ, является одним из ключевых условий перехода к экологически безопасному и ресурсосберегающему агропроизводству в РФ.

Институт ведет сотрудничество с ведущими биологическими центрами мира: Центр Джона Иннеса, Норидж, Великобритания; Институт Здоровья и Медицинских исследований INSERM; Университет Бургундии, Франция; Университет Орхуса, Дания; Компанией GenXPro GmbH, Франкфурт-на-Майне, Германия; Университет Хельсинки, Финляндия. Проведенные совместные исследования завершаются совместными публикациями в высокорейтинговых журналах.

### **3.5. Основные ожидаемые результаты по итогам реализации научно-исследовательской программы и возможность их практического использования (публикации, патенты, новые технологии)**

Будут получены новые знания в области генетики, молекулярной биологии и метагеномики надорганизменных взаимодействий, публикации в высокорейтинговых научных журналах и патенты на результаты интеллектуальной деятельности.

Современные вызовы сельскохозяйственному производству требуют повышения эффективности возделывания растений при одновременном снижении экологической нагрузки. Наиболее полно этому требованию отвечают микробиологические препараты, основанные на безопасных для человека бактериях, которые в естественной среде выполняют функции оптимизации питания растений, а также защиты от стрессовых факторов, патогенов и вредителей. Будут получены новые препараты, основанные на штаммах, содержащих новые гены из микробиомов почв, на базе метагеномных технологий, которые будут использованы как на стадии селекции микроорганизмов,

так и при организации их производства, а также мониторинге их использования. Будет введен показатель метагеномных маркеров генетической стабильности штаммов- кандидатов. на всех стадиях производственного цикла и при их использовании.

Производственные штаммы должны будут обладать рядом свойств: оптимизировать питание растений азотом и фосфором, обладать биоконтрольным эффектом по отношению к основным патогенам, быть способными регулировать рост и развитие растений, а также обладать технологичностью при масштабировании их производства.

Повышение эффективности и экологизации сельского хозяйства является ключевой задачей современной биотехнологии. В ходе выполнения проекта будут разработаны следующие генетические технологии и подходы, которые внесут существенный вклад в развитие инновационного сельского хозяйства.

Будет создана технология высокопроизводительного анализа больших объемов геномных и метагеномных данных, что позволит обрабатывать геномы хозяйственно-важных микроорганизмов и вредителей сельскохозяйственной продукции и выявлять в них специфичные токсины, пригодные для применения в биотехнологии.

Будет разработана технология создания автоматизированных систем на основе искусственного интеллекта для моделирования путей оптимизации питания растений и факторов подавления патогенов растений и вредителей, что существенно упростит и ускорит процесс разработки новых микробиологических препаратов.

Будет создана технология модификации геномов микроорганизмов для внедрения в них генов, отвечающих за новые метаболические пути для оптимизации минерального питания растений и за синтез белков для подавления патогенов и вредителей.

На основе полученных фундаментальных знаний будут разработаны новые инновационные продукты, включая пилотные производства, увеличение объемов приносящей доход деятельности, укрепление связей с субъектами реального сектора и инновационной инфраструктуры экономики, обеспечивающих повышение плодородия почв и увеличение урожая растений, улучшение качества сельскохозяйственной продукции, повышение экологической безопасности сельскохозяйственного производства.

Развитие прикладных аспектов в исследованиях позволит ежегодно подавать не менее 4 заявок на регистрацию изобретений, развивать экономические отношения с потребителями на хоздоговорной основе.

Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности института путем заключения лицензионных договоров (не менее 5 в год) и передачи разрабатываемых технологий для их внедрения (не менее 3 в год) обеспечит рост внебюджетного финансирования исследований, развитие материально-технической базы института (в ценах 2019 года на 7-12 млн в год, при этом увеличивая валовое производство потребителей РИД не менее, чем в 2 раза).

В 2019 – 2020 гг. для регистрации и далее для внедрения в производство будут переданы 6 технологий производства микробиологических препаратов, обеспечивающих расширение адаптационного потенциала сельскохозяйственных культур по питанию, устойчивости к стрессам и фитопатогенам.

Создание и регистрация компьютерных программ (1-2 ежегодно) позволят развивать методы исследований, выявлять новые направления творческого поиска ученых, в планах

Будут созданы и зарегистрированы нескольких баз данных для успешного сотрудничества и обмена информацией с клиентами и партнерами.

Будет проводиться реализация Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019 - 2027 годы при Санкт-Петербургском государственном университете.

Будет увеличено количество совместных работ с учеными из других научных организаций РФ и мира.  
Будет увеличено количество статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных  
Будет увеличена доля внебюджетных средств для проведения научно-исследовательской работы.  
Будут разработаны и переданы для внедрения и производства не менее 4 технологий.  
Будут усовершенствованы механизмы обучения в аспирантуре по программам научных и научно-педагогических кадров.  
Будут созданы новые лаборатории, которыми руководят молодые перспективные исследователи.  
Будут поддержаны молодые перспективные исследователи в рамках стимулирования мобильности.  
Будет увеличена доля исследователей в возрасте до 39 лет  
Будет проведена оценка состояния приборной базы института и определены критерии обновления приборной базы.  
Будет обновлена приборная база института на 50 процентов.  
Будут поданы 4 заявки на патенты и переданы для внедрения и производства в организации, действующие в реальном секторе экономики не менее 4 технологий, защищенных патентами.

### **3.6. Потребители (заказчики) результатов исследований научно-исследовательской программы (обязательно при наличии проектов, включающих проведение поисковых и прикладных научных исследований)**

Научно-исследовательские институты РАН, зональные институты, учреждения АПК РФ и агробизнеса.

Основными потребителями научно-технических услуг являются хозяйствующие субъекты, развивающие микробиологические производства как коммерческого, так и государственного сектора экономики в различных регионах РФ (ООО «Бисолби-Интер», ООО «Агроком», ООО «НПИ «Биопрепараты», региональные филиалы ФГУП «Россельхозцентр» и другие). За последние 10 лет размер площадей сельскохозяйственных угодий, засеваемых инокулированными семенами или обработанными по вегетации растений микробиологическими препаратами, разработанными (или произведенными) во ВНИИСХМ увеличился с 0,7% до 3%, к 2025 году планируется этот показатель «довести» до 10-12%.

В 2017 году заключено Соглашение с Министерством науки и высшего образования на выполнение ПНИЭР с целью разработки технологий производства и применения линейки микробиологических препаратов нового поколения для улучшения азотного и фосфорного питания растений, улучшения сохранности плодоовощной продукции, повышения плодородия почв и получения экспериментальных партий на их основе, обеспечивающих эффективное выращивание сельскохозяйственных культур (стимуляцию роста и защиту от болезней и вредителей, оптимизацию питания и хранения) за счет более активного использования потенциала микробиома. Работа выполняется с привлечением собственных средств и средств Индустриального партнера (ООО «МТС-Агро», Воронежская область, пос. Елань-Колено)

Внутреннее использование результатов интеллектуальной деятельности (компьютерные программы, методы исследований, новые конструкции штаммов и т.д.) расширит возможности развития новых направлений в исследованиях, в том числе международных, способствует укреплению партнерских отношений с университетами и другими научно-исследовательскими институтами и центрами, привлечению и закреплению молодых научных кадров.



## РАЗДЕЛ 4. РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

### Цель кадровой политики ФГБНУ ВНИИСХМ

- применение механизмов интеграции образования и науки, включая разработку и внедрение новых программ бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, обеспечивающих полную занятость студентов и аспирантов научной работой, а также привлечение к их руководству высококвалифицированных научных сотрудников;
- развитие системы летних школ и конференций, в том числе для молодых ученых, а также укрепления профессиональных связей научных работников, в том числе с зарубежными научными организациями и образовательными организациями высшего образования;
- укрепление и развитие кадрового потенциала института, эффективное управление персоналом;
- привлечение, развитие и создание устойчивого кадрового резерва высокопрофессиональных научных работников;
- подготовка научных кадров и перспективных молодых ученых в аспирантуре;
- совершенствование системы роста и продвижения молодых специалистов;
- повышение мотивации труда научных работников;
- развитие системы аттестации и оценки персонала;
- участие в инновационной деятельности и реализации достижений биологической науки в сферу других наук, в том числе сельскохозяйственных наук и производства; для улучшения качества сельскохозяйственной продукции и повышения экологической безопасности сельскохозяйственного производства;
- организация и проведение научно-организационных мероприятий, а также участие научных сотрудников в конгрессах, симпозиумах, конференциях, совещаниях, школах по направлениям исследований института, в том числе международных;
- улучшение социально-бытовых, экономических потребностей работников института.
- Институт готовит кадры высшей квалификации через аспирантуру по направлению микробиология (03.02.03). Лицензия на осуществление образовательной деятельности № 1296 от 12 марта 2015 года (серия 90Л01 № 0008282) и государственная аккредитация № 1979 от 02 июня 2016 года (серия 90А01 № 0002076).
- ведущие сотрудники института входят в состав диссертационного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук при Санкт-Петербургском государственном университете. (по правилам университета).

## РАЗДЕЛ 5. РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ

### **5.1. Краткий анализ соответствия имеющейся научно-исследовательской инфраструктуры организации научно-исследовательской программе**

Совершенствование материально-технической базы исследований является одним из основных приоритетов в деятельности института. В настоящее время институт обладает комплексом оборудования, позволяющим научным сотрудникам учреждения осуществлять любые научно-исследовательские проекты в любой области микробиологии, биохимии, молекулярной и клеточной биологии растений и микроорганизмов на современном научно-методическом уровне. Все лаборатории института оснащены современным базовым лабораторным оборудованием, а также

компьютерной техникой различной производительности, объединённой в локальную сеть и имеющие широкополосный доступ к интернету. При институте имеется опытное поле площадью 5 га, автономный тепличный комплекс и парк прецизионных климатических камер для изучения растительно-микробного взаимодействий в строго контролируемых условиях

Для отработки опытно-промышленной технологии получения биопрепаратов в структуре института имеется филиал «ЭКОС», который имеет несколько биореакторов (ферментёров) различного размера для массового выращивания микроорганизмов и создания на их основе микробных препаратов.

Во ВНИИСХМ уже несколько лет функционирует одно из первых в мире полностью автоматизированное низкотемпературное ( $-80^{\circ}\text{C}$ ) хранилище отраслевой коллекции полезных микроорганизмов STC 3k-UL, разработанное по заказу института совместно с фирмой Liconica (Лихтенштейн). В коллекции находится более 40000 единиц хранения бактериальных штаммов, депонированных научными организациями сельскохозяйственного профиля из различных регионов РФ. Коллекция входит в реестр Биологических коллекций РФ.

На базе института с 2007 года успешно функционирует центр коллективного пользования (ЦКП) «Геномные технологии, протеомика и клеточная биология». Центр был создан для оптимизации использования дорогостоящего высокопроизводительного оборудования позволяющего сотрудникам института и исследователям других научных организаций северо-западного и других регионов России, проводить исследования на современном научно-методическом уровне. За время своего существования ЦКП два раза получал финансовую поддержку со стороны Минобрнауки, войдя в перечень 87 ЦКП России, получивших на конкурсной основе поддержку Министерства. Успешное функционирование ЦКП объясняется не только наличием уникального оборудования, но и тем, что в институте удалось собрать коллектив специалистов, которые успешно освоили это оборудование, а также глубоко понимают принципы методов, реализуемых на приборах центра.

В настоящее время ЦКП объединяет три отделения, специализирующиеся на предоставлении услуг в одном из бурно развивающихся направлений современной экспериментальной биологии.

Отделение «Геномные технологии», не учитывая новейшего рутинного оборудования (микроцентрифуги, шейкеры, электронные дозаторы ламинарные боксы и т.д.), обладает оборудованием для секвенирования, как отдельных фрагментов ДНК так и целых геномов про- и эукариотических организмов, анализатором нуклеиновых кислот на основе методов микрофлюидики, автоматизированными системами пробоподготовки, а также оборудованием для синтеза олигонуклеотидов. Широко представлен парк ПЦР амплификаторов.

Отделение «Клеточная биология» оснащено необходимым оборудованием для пробоподготовки образцов для световой, конфокальной и электронной микроскопии, классическими оптическими микроскопами и лазерным сканирующим конфокальным микроскопом с фемтосекундным лазером. Так же продуктивно используется лазерный микродессектор, позволяющий изолировать из образцов отдельные клетки или клеточные органеллы, для их последующего анализа различными биохимическими и молекулярно-генетическими методами.

Недавно организованное отделение «Протеомика» имеет в своём распоряжении оборудование необходимое для выделения и очистки белковых молекул (хроматографы высокого и низкого давления), для их анализа (электрофорезное и спектроскопическое оборудование) а также прибор для изучения белок-белковых взаимодействий с помощью метода основанного на технологии поверхностного плазмонного резонанса.

Институт так же обладает оборудованием для элементного анализа растительных, почвенных и др. природных образцов – UPLC хроматограф, газовые хроматографы, пламенные фотометры, эмиссионный спектрометр, автоматизированное оборудование для определения азота по Кьельдалю.

Основное дорогостоящее оборудование института было закуплено в период с 2000 по 2014 год, за счёт бюджетных средств выделяемых институту Российской академией сельскохозяйственных наук.

## **5.2. Основные направления и механизмы развития научно-исследовательской инфраструктуры организации (включая центры коллективного пользования и уникальные научные установки)**

На сегодняшний день ФГБНУ ВНИИСХМ обладает необходимым научно-исследовательским оборудованием и инфраструктурой для решения научных задач, поставленных перед институтом в рамках государственного задания, а также для выполнения исследовательского плана по программе грантов РНФ и РФФИ на высоком международном уровне. Дальнейшее развитие научной деятельности в институте, однако, может существенно замедлиться, в связи с физическим и моральным устареванием имеющегося оборудования, а также с невозможностью использования новейших методов исследования, появившихся в научной практике в последнее десятилетие и требующих для их реализации нового дорогостоящего оборудования.

Для реализации перспективных научных планов и выполнения программы развития института предполагается совершенствование и освоение новых технологий таких как высокопроизводительное и нанопоровое секвенирование, масс-спектрометрия высокого разрешения, электронно-микроскопическая томография, лазерная сканирующая конфокальная микроскопия сверхвысокого разрешения, а также технологий исследования тонких межмолекулярных взаимодействий. В связи с ориентацией ВНИИСХМ на создание конечного продукта – микробиологических препаратов, основанных на оригинальных разработках института, предполагается развитие технологий культивирования и хранения хозяйственно полезных микроорганизмов, а также выделения и исследования отдельных бактериальных клеток.

Обилие научных данных, продуцируемых современными методами, делает необходимым дальнейшее развитие вычислительных мощностей института и расширение каналов связи с отечественными и международными базами данных.

Чрезвычайно высокая чувствительность приборов, основанных на новых технологиях предъявляет особые требования к местам их расположения, поэтому приобретение новейшего оборудования потребует от института совершенствование лабораторной инфраструктуры – создание помещений с особо строго контролируруемыми климатическими параметрами, с высокими требованиями к чистоте воздуха и воды, подаваемых в эти помещения, а также надёжности и качеству электроснабжения.

Приобретённое научное оборудование предполагается сосредоточить в ЦКП института, что позволит минимизировать затраты на его содержание, привлечь дополнительных высококвалифицированных кадры для обеспечения функционирования оборудования и увеличить загрузку приборов за счёт привлечения исследователей из сторонних организаций.

Приобретение дорогостоящего оборудования возможно только за счёт бюджетных средств, выделяемых Минобрнауки, однако, поддержание его в рабочем состоянии и приобретение расходных материалов возможно за счёт средств грантов, предоставляемых научным работникам института различными фондами, а также из средств, полученных в результате хоз.-договорной деятельности института.

На первом этапе (2019 год) предполагается закупка комплекса оборудования для молекулярно-генетических исследований, включающего в себя современный высокопроизводительный анализаторы последовательности нуклеиновых кислот (секвенаторов) нового поколения **MiSeq (Illumina, США)** и **PromethION (Oxford Nanopore, Великобритания)**, а также приборы необходимые для пробоподготовки. С приобретением этих двух анализаторов ФГБНУ ВНИИСХМ полностью закроет потребности во всех типах секвенирования – глубокого секвенирования ампликонных библиотек отдельных генов (MiSeq) и больших геномных и метагеномных

проектов (PromethION). Несколько фундаментальных и жизненно важных направлений, в которых ФГБНУ ВНИИСХМ является признанным авторитетом – эволюционная геномика симбиоза, метагеномика почв России и микробиологические ресурсы для сельского хозяйства получают новый мощный импульс в достижении принципиально новых, прорывных целей, смысл которых заключается в мобилизации современных геномных и метагеномных технологий для создания сельского хозяйства 21-го века, в котором, до сих пор во многом скрытый, агропотенциал России, наконец, найдет свое воплощение. Это оборудование существенно расширит возможности ЦКП института в области исследования почвенной микробиоты и изучения структуры геномов растений и микроорганизмов.

В последующие годы для успешной реализации программы развития института необходимо расширить парк оборудования следующими приборами:

1. **Масс-спектрометр Thermo Q Exactive HF-X (HF) (Thermo Scientific, США) с хроматографом Dionex 3000 RSLCnano** предназначен для исследований в области протеомики и биохимии.
2. **Линейный масс-спектрометр MALDI-TOF iD-plus ASSURANCE (Shimadzu Япония) с программным обеспечением и базой данных суперспектров белков микроорганизмов SARAMIS (Shimadzu Япония)** необходим для таксономической характеристики штаммов микроорганизмов хранящихся в низкотемпературном (-80°C) хранилище отраслевой коллекции полезных микроорганизмов, а также разработки новых микробиологических препаратов для использования в сельском хозяйстве.
3. **Жидкостный гибридный квадруполь/времяпролетный высокого разрешения с электроспрей-ионизацией масс-спектрометр Q-TOF LCMS-9030 (Shimadzu, Япония), или аналогичный, необходим для высокоточного анализа состава сложных смесей в основном низкомолекулярных веществ, анализа содержания метаболитов микроорганизмов (в тандеме с ВЭЖХ), структурного анализа новых соединений – метаболитов растений и микроорганизмов, изучения путей метаболизма при использовании меченных изотопами соединений.**
4. **Система ультраэффективной жидкостной хроматографии Nexera Series LC-40 (Shimadzu, Япония) с диодной матрицей для подключения к масс-спектрометру Q-TOF LCMS-9030.** Совместно с указанным масс-спектрометром будет использован для всех видов ВЭЖХ анализов и определения метаболитов микроорганизмов даже без использования стандартов.
5. **Конфокальный лазерный сканирующий микроскоп ZEISS LSM 980 с блоком высокого разрешения Airyscan 2 (Carl Zeiss, Германия) – уникальные характеристики прибора, позволяющие преодолеть 200 нм разрешающий предел световой микроскопии, обеспечат прорыв в изучении архитектоники любых типов клеток, как растений, так и животных, а также взаимодействии этих клеток с микроорганизмами.** Новейшая модель LSM 980 с Airyscan 2 позволит проводить 4-мерную визуализацию изучаемых объектов.
6. **Трансмиссионный электронный микроскоп HT7830 (Hitachi, Япония) с блоком для электронно-микроскопической томографии и дополнительным энергодисперсионным спектрометром** для количественного и качественного анализа. Этот микроскоп специально предназначен для исследования биологических образцов. Прибор способен при низкой интенсивности электронного пучка дать изображение ультратонкого объекта в широком спектре увеличений (x40–x1 000 000). Цифровая камера CCD (разрешение 2048 x 2048), имея высокую чувствительность и работая в режиме реального времени, позволяет оператору видеть результаты при нормальном освещении, пользуясь автоматическими настройками контраста и фокуса.

Позволяет проводить детальный анализ ультраструктурной организации различных компонентов при формировании растительно-микробных систем. Блок томографии позволяет получать трехмерные изображения субклеточных и макромолекулярных структур. Трехмерная модель позволит изучать структурные взаимодействия микро и макросимбионтов в процессе развития бобово-ризобияльного симбиоза. Энергодисперсионный спектрометр позволит проводить анализ локализации различных химических элементов в субклеточных структурах. Данные характеристики прибора позволят на новом уровне проводить исследования всех типов организмов на субклеточном уровне, получая трехмерные изображения компонентов клетки и выявляя химический состав ее компонентов.

7. **Зум-микроскоп для лабораторных исследований Axio Zoom.V16 с системой эпифлуоресценции** (Carl Zeiss, Германия). Данный микроскоп необходим для наблюдений мелких объектов, являющихся по своим параметрам промежуточным звеном между микроскопией и макроскопией. Он позволяет наблюдать и регистрировать распределение меток по всему модельному организму целиком. Кроме того, высокие числовые апертуры обеспечивают эффективную флуоресцентную подсветку и огромное разрешение регистрируемого изображения на большой области образца. Применение стереомикроскопии с высоким разрешением позволяет эффективно исследовать физиологические процессы, закономерности роста и развития растений и формируемых ими симбиозов. Его применение позволяет на принципиально новой основе изучать локализацию белков интереса с помощью репортерных белков, регуляцию и паттерн экспрессии генов интереса, субклеточных структур в клетке и в организме.
8. **Система Monolith NT.115 Green/Red** (NanoTemper Technologies, США-Германия) является уникальным оборудованием для анализа межмолекулярных взаимодействий на базе технологии микротермофореза. Система придаст новый импульс развитию постгеномных технологий, предполагающих изучение прежде всего белок-белковых и ДНК-белковых взаимодействий (интерактомика), активно развивающихся в настоящее время в институте. Прибор позволит работать с молекулами в нативном окружении, без специфичных меток и без иммобилизации на подложках.
9. **Биореакторы (ферментёры)** различного объёма позволят изучить оптимальные условия культивирования микроорганизмов, поддержать курс института на создание новых технологий для производства экологически-дружественных биопрепаратов на основе микроорганизмов с новыми хозяйственно- ценными свойствами для использования в сельском хозяйстве. В частности, стерилизуемый на месте **базовый ферментер Biotechno объемом 700 л** с системой управления технологическим процессом Biotechno, конденсором, системой подпиток для подачи кислоты/щелочи/пеногасителя, датчиком оптической плотности, шефмонтажом, пуско-наладкой и обучением (Биотехно, Россия), а также **Biostat® B plus** (Sartorius, Германия) компактный настольный ферментер с автоклавированными емкостями. Использование емкостей с рабочим объемом 2, 5 или 10 л.
10. **Ридер CLARIOstar Plus** (BMG LabTech, Германия) необходим для пробоподготовки и высокопроизводительного анализа большого количества образцов с помощью различных спектрометрических методов. Приобретение прибора CLARIOstar Plus позволит производить в автоматизированном режиме высокопроизводительное измерение, как динамических показателей микробных культур, так и измерения показателей флуоресценции, активно использующиеся в молекулярной биологии при изучении динамики формирования высокомолекулярных комплексов и белок-белковых взаимодействий.
11. **Сервер** – 4 процессора по 32 ядра, 2000 гб оперативной памяти, 200 тб дискового пространства, 4 видеоускорителя PNY Nvidia Tesla v100, 10 тб высокоскоростного дискового пространства (SSD диски). Получения большого массива данных как при

помощи приборов высокопроизводительного секвенирования, так и при помощи планирующихся к закупке масс-спектрометров приведет к накоплению больших объемов данных требующих долговременного хранения и обработки. Данный сервер послужит основой для создания вычислительного кластера на базе института, который будет необходим в связи с повышением информатизации биологии. На сервере предполагается проводить работу по обработке сырых данных с приборов, сборке транскриптомов и геномов всех представителей симбиозов и также микробных сообществ, анализ данных протеомики.

12. Архиватор данных на магнитных носителях (для хранения данных секвенирования и других big data) – **HP MSL2024 0-Drive Tape Library** (HP, USA). Накопление большого объема сырых данных и продуктов их анализа требует большого объема доступного дискового пространства. Однако большой объем этих данных может не храниться на устройствах с мгновенным доступом. Для уменьшения стоимости хранения данных и увеличения их сохранности предполагается покупка устройства для записи чтения и организации хранения данных на магнитных носителях. Такое хранение не потребляет электроэнергию, более безопасно и дешевле в пересчете на гигабайт информации.
13. **Tapestation 4200** (Agilent Technologies, USA), необходим для анализа нуклеиновых кислот для применения в приборах высокопроизводительного секвенирования на всех стадиях приготовления библиотек, от выделения ДНК до анализа готовых библиотек.
14. **Клеточный сортер BD FACSMelody** (Becton Dickinson, США). Это компактная автоматизированная система, позволяющая сортировать клетки с минимальным влиянием исследователя на результат, все используемые параметры и выбранные настройки детекторов автоматически запоминаются и связываются с системой периодической калибровки прибора. Автоматизация сложных задач и автоматическое управление проведением процедур BD FACSMelody обеспечивает получение стабильных результатов, даже пользователями различного уровня квалификации. С помощью сортера BD FACSMelody можно сортировать клеточные суспензии до отдельных живых клеток и анализировать их по размерам, стадиям клеточного цикла, уровню экспрессии определенных белков, физиологическим параметрам клетки, изменившимся под воздействием внешних факторов (концентрация свободных ионов  $\text{Na}^+$  (NaCl), температура, pH, пестициды). Применение сортера позволит проводить анализ паттернов мутаций (вставки, делеции, однонуклеотидные замены, вариации числа копий генов) в различных популяциях клеток, выявлять мутации, характерные для каждой из популяций (клональные мутации), а также мутации которые встречаются только в нескольких клетках (субклональные мутации). Применение метода секвенирования ДНК отдельных клеток вместе с эпигеномными и транскриптомными исследованиями позволит точно классифицировать клетки и изучать клеточные популяции. Применение сортера BD FACSMelody в конфигурации с 3 лазерами (488, 561, 405 нм) позволяет определять одновременно до 8 параметров флуоресценции и два параметра светорассеяния (прямое и боковое/FSC и SSC), способен проводить сортировку единичных клеток в пробирки и планшеты.

Большая часть приборов необходимых для развития института относится к высокопроизводительному и весьма дорогостоящему оборудованию, использующему очень дорогие расходные материалы, предъявляющему высокие требования к квалификации операторов и требующего строгого соблюдения регламентных работ. В связи с этим предполагается разместить оборудование на базе ЦКП института, где сконцентрированы высокопрофессиональные кадры, и есть опыт обслуживания дорогостоящих приборов. Кроме того расположения

оборудования в ЦКП даёт возможность использовать современные высокотехнологичные методы исследования не только сотрудникам института, но и учёным из других исследовательских учреждений.

## РАЗДЕЛ 6. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Развитие исследовательских отделов по актуальным направлениям фундаментальной и прикладной биологии.

Развитие публикационной активности сотрудников в научных журналах, индексируемых в международных базах.

Применение механизмов интеграции образования и науки, включая разработку и внедрение новых программ бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, обеспечивающих полную занятость студентов и аспирантов научной работой, а также привлечение к их руководству высококвалифицированных научных сотрудников.

Развитие системы летних школ и конференций, в том числе для молодых ученых, а также укрепления профессиональных связей научных работников, в том числе с зарубежными научными организациями и образовательными организациями высшего образования.

Развитие экспертной деятельности.

Участие в развитии наукоемкого бизнеса.

Совершенствование отношений с имеющимися и создание новых инновационных предприятий.

Укрепление материально-технической базы и расширение сферы услуг центра коллективного пользования.

Формирование исследовательских структурных подразделений в интересах крупных компаний или консорциумов компаний (индустриальных партнеров) для выполнения фундаментальных и прикладных исследований за счет средств внебюджетных источников.

Обеспечение комплексного мониторинга передовых научных исследований и технологий по перспективным направлениям развития учреждения.

Вовлечение научных работников в работу научных обществ, популяризация современных знаний.

Проведение ежегодного семинара «Микробиологические препараты: от лаборатории – к полю».

## РАЗДЕЛ 7. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Мероприятия по формированию эффективной системы управления в области науки, технологий и инноваций, включая повышение инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок, эффективности капиталовложений, повышение востребованности исследований и разработок.

Перестройка системы аттестации научных кадров, направленная на повышение требований к публикационной активности.

Переход к стимулирующей системе оплаты труда научных сотрудников, основанной на их стимуляции к получению высокого конечного результата (завершенная научная разработка, НИР).

Омоложение научного коллектива, в том числе руководящего состава.

Диверсификация структуры института, в том числе создание новых лабораторий и групп.

Создание «Сектора патентно-лицензионной работы и трансфера технологий».

РАЗДЕЛ. 8. СВЕДЕНИЯ О РОЛИ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ВЫПОЛНЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ И ДОСТИЖЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗНАЧЕНИЙ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА НАУКА И ВХОДЯЩИХ В ЕГО СОСТАВ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ.

- Проведение научных исследований и разработки в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития;
- реализация Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019 - 2027 годы при Санкт-Петербургском государственном университете;
- обеспечение привлекательности работы в Российской Федерации для российских и зарубежных ведущих ученых и молодых перспективных исследователей;
- создание передовой инфраструктуры научных исследований и разработок, инновационной деятельности;
- формирование целостной системы подготовки и профессионального роста научных и научно-педагогических кадров, обеспечивающей условия для осуществления молодыми учеными научных исследований и разработок, создание лабораторий и конкурентоспособных коллективов;
- увеличение количества совместных работ с ведущими учеными из других организаций РФ и мира;
- рост количества статей в журналах первого квартиля, индексируемых в международных базах данных;
- усовершенствование механизмов обучения в аспирантуре по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров (научная аспирантура), с целью получения специальной грантовой поддержки выполняемого научного проекта;
- создание новых лабораторий, в том числе под руководством молодых перспективных исследователей.

РАЗДЕЛ 9. ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

№	Показатель	Единица измерения	Отчетный период 2018г	Значение				
				2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
1.	Общий объем финансового обеспечения Программы развития	тыс. руб.	281807,1	287518,3	296458,0	311290,0	322300,0	332310,0
	Из них:							
1.1.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета	тыс. руб.	108062,8	141358,8	144176,0	149000,0	155000,0	160000,0



	обеспечение выполнения государственного задания из бюджета Федерального фонда обязательного медицинского страхования							
1.3.	субсидии, предоставляемые в соответствии с абзацем вторым пункта 1 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации	тыс. руб.	2361,2	2277,2	2282,0	2290,0	2300,0	2310,0
1.4.	субсидии на осуществление капитальных вложений	тыс. руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.5.	средства обязательного медицинского страхования	тыс. руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.6.	поступления от оказания услуг (выполнения работ) на платной основе и от иной приносящей доход деятельности	тыс. руб.	171383,1	143855,3	150000,0	160000,0	165000,0	170000,0
1.6.1.	В том числе, гранты	тыс. руб.	113166,8	98000,0	100000,0	100000,0	105000,0	110000,0

Директор ФГБНУ ВНИИСХМ

26 декабря 2019 года



Н.А.Проворов