

УДК 378

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ НА ДОЛГОСРОЧНУЮ ПЕРСПЕКТИВУ

О. А. Козадеров

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 9 марта 2021 г.

Аннотация: анализируется новая долгосрочная программа фундаментальных научных исследований, разработанная Российской академией наук на период с 2021 по 2030 г. Описываются основные задачи, стоящие перед российской наукой на ближайшее десятилетие, реализация которых возможна при условии реновации реализуемых и разработки новых образовательных программ бакалавриата, магистратуры и специалитета, ориентированных на приоритетные направления научно-технологического и социального развития. Отмечается вклад Воронежского государственного университета в реализацию программы в рамках как государственного задания вузам на проведение научных исследований по актуальным проблемам в приоритетных областях науки, так и грантовых проектов, поддерживаемых научными фондами, в том числе в кооперации с российскими и зарубежными научно-образовательными организациями.

Ключевые слова: фундаментальные научные исследования, стратегические задачи, новые образовательные программы, международное сотрудничество, Воронежский государственный университет.

Abstract: a new long-term program of fundamental research developed by the Russian Academy of Sciences for the period from 2021 to 2030 is analyzed. The main scientific tasks for the next decade are described, the implementation of which is possible subject to the renovation of the ongoing and development of new educational programs for bachelor's, master's and specialties, focused on priority areas of scientific, technological and social development. The contribution of Voronezh State University to the implementation of the program is described within the framework of both the state assignment to universities for conducting scientific research on topical problems in priority areas of science, and grant projects supported by scientific foundations, including projects realized in cooperation with Russian and foreign scientific and educational organizations.

Key words: fundamental scientific research, strategic objectives, new educational programs, international cooperation.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р утверждена Программа фундаментальных научных исследований (ФНИ) на период с 2021 по 2030 г. [1]. Данный стратегический документ разработан Российской академией наук (РАН) при участии нескольких министерств и ведущих научных организаций страны. Реализация программы предполагает «получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, природы, необходимых для устойчивого научно-технологического, социально-экономического и культурного развития страны, укрепления ее национальной безопасности и обеспечения научного лидерства в определении мировой научной повестки на долгосрочный период» [1].

Ключевыми задачами новой долгосрочной Программы ФНИ являются развитие интеллектуального потенциала российской науки и формирование эффективно действующей системы управления научными исследованиями с целью повышения их значимости и востребованности для экономики. В ходе реализации программы должна быть сформирована эффективная система управления фундаментальными и поисковыми научными исследованиями, которая обеспечит рост значимости и востребованности результатов ФНИ для развития национальной экономики и общества. Предполагается создание условий для свободного научного творчества, причем будут предусмотрены возможности для научных коллективов самостоятельно осуществлять выбор и комбинирование направлений исследований. Использование государственных инфраструктурных, финансовых и нефинансовых ресурсов предпола-

гается реализовать на конкурентной основе; важным критерием отбора послужит максимальная результативность работ и высокий уровень ответственности участников Программы в достижении поставленных задач.

Немаловажным аспектом Программы ФНИ является актуализация необходимости распространения научных знаний, популяризация достижений фундаментальной науки в обществе и повышение престижа науки в стране.

Детализированный план утвержденной Программы ФНИ послужит основой для формирования научных тематик, включаемых в планы научных работ в рамках выполнения государственных заданий, реализуемых участниками Программы; научных проектов и научных тематик, которые определяются директивно исполнителями Программы и государственными академиями наук исходя из потребностей в решении задач, значимых для развития соответствующих отраслей; инициативных научных проектов и научных тематик, сформированных и отобранных фондами поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности.

Вклад Воронежского государственного университета (ВГУ) в достижение целевых показателей и индикаторов долгосрочной Программы ФНИ определяется активным участием ВГУ в выполнении государственного задания на проведение научных исследований по актуальным проблемам в приоритетных областях науки. Реализация фундаментальных научных проектов в университете предполагает поддержание высокого удельного веса в общем числе статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития, в изданиях, индексируемых в международных базах данных «Сеть науки» (Web of Science Core Collection) и «Скопус» (Scopus), увеличение доли исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей, а также обеспечение высокой доли статей в соавторстве с иностранными учеными в общем числе публикаций российских авторов, индексируемых в международных системах научного цитирования.

Научные тематики, реализуемые в ВГУ в рамках государственного задания на 2020–2022 гг., весьма перспективны и разнообразны.

1. «Фундаментальные исследования атомного и электронного строения многофункциональных гибридных наногетероструктур и новых материалов для сенсорных и сверхширокополосных импульсных радиоэлектронных систем» (руководитель – проф. Э. П. Домашевская). Проект реализуется совместными усилиями ученых физического

и химического факультетов. С использованием современных технологий формирования многофункциональных гибридных наноструктур и разрушающих методов диагностики будет получен целый ряд новых фундаментальных результатов, среди которых основными являются закономерности межатомного взаимодействия на межфазных границах в композитных слоях и/или на интерфейсных границах «магнитный слой/прослойка» и их влияние на электромагнитные свойства аморфных многослойных наноструктур. Разрабатываются физико-технологические условия формирования на пористом кремнии эпитаксиальных слоев $A_{III}B_V$ и $A_{III}N$ с низким уровнем дислокаций и дефектов, гладкой и нерастрескивающейся поверхностью. Будут получены высокоточные экспериментальные данные о локальном атомном и электронном строении развитой поверхности нитевидного кремния с использованием синхротронного излучения нанометрового диапазона. Планируется установить характер эволюции фазового состава и структуры нанокристаллических пленок и порошков оксида палладия PdO в зависимости от температуры оксидирования и парциального давления кислорода в процессе оксидирования нанослоев металла; определить пределы термической стабильности наноструктур оксида палладия (II) различной морфологической организации в зависимости от величины парциального давления кислорода, а также протяженность области нестехиометрии наноструктур оксида палладия (II) различной морфологической организации. Разрабатываются методы формирования импульсных сигналов с использованием полупроводниковых диодов с резким восстановлением обратного сопротивления.

Получаемые в ходе решения задач данного проекта экспериментальные и теоретические результаты предназначены для использования при разработке технологических процессов опытного и серийного производства новых твердотельных структур, в том числе совмещающих кремниевую технологию с иными технологиями. В частности, технологической разработки и формирования композитных и металлооксидных материалов, в том числе с использованием технологий бинарных полупроводниковых соединений, включая гибридные наногетероструктуры $A_{III}B_V/\text{por-Si}$ и $A_{III}N/\text{por-Si}$ с высокой регулярностью и однородностью геометрических параметров и возможностью их локализации с наноразмерной точностью для изготовления прототипов устройств элементной базы нано- и оптоэлектроники, фотоники, спинтроники и СВЧ-электроники для перспективных устройств будущего.

2. «Биохимические и молекулярные механизмы адаптивной реакции окислительного метаболизма у растений в стрессовых условиях» (руководитель – проф. А. Т. Епринцев). Проект реализуется на медико-биологическом и химическом факультетах. Будут получены препараты изоферментов ключевых энзимов цикла трикарбоновых кислот, исследована их четвертичная структура, кинетические, каталитические и регуляторные особенности при адаптации клеточного метаболизма к стрессовым факторам. Планируется установить изозимный состав исследуемых ферментов и особенности их электрофоретической подвижности в полиакриламидном геле. Будут идентифицированы гены, кодирующие изоферменты исследуемых энзимов. Разработка специфических праймеров позволит получить результаты изменения экспрессионной активности генов, отвечающих за синтез данных ферментов, в условиях воздействия экстремальных факторов (засоление, гипоксия, неблагоприятный световой режим и др.). Будут получены данные о роли фитохромной системы как регулятора индукции репрессии ключевых ферментов при световых переходах. С помощью метилспецифических праймеров и бисульфитного секвенирования будет показана зависимость статуса метилирования промоторов генов и общего статуса метилирования ДНК от воздействия стрессовых факторов. Будет выявлен эпигенетический механизм регуляции функционирования исследуемых ферментов ЦТК при воздействии стрессовых факторов на растения, осуществляемый путем регуляции скорости экспрессии их генов за счет изменения сродства промоторов и факторов транскрипции. Предполагается определить оптимальные условия процессов сорбционного извлечения, разделения и концентрирования биологически активных веществ, в том числе гетероциклических соединений, из технологических сред и модельных растворов. Будут получены данные о физико-химических свойствах функциональных полимеров и композитных материалов, а также их изменениях в ходе поглощения гетероциклических соединений. Будет изучена роль гетарилкарбоновых кислот в регуляции дыхательного метаболизма и функционировании ключевых ферментов цикла Кребса в растительной клетке. Предполагается установить генетические и эпигенетические механизмы регуляции адаптивных процессов в клетках растений. Планируется исследование митохондриального и ядерного механизмов реализации апоптоза клеток в условиях воздействия УФ-света и активных форм кислорода. Результаты исследования могут быть использованы при

разработке технологий получения коммерческих препаратов изоферментов из растений с высокой удельной активностью, превосходящих импортные аналоги. Разработка специфических праймеров для генов исследуемых ферментов открывает перспективы для глубокого изучения их экспрессии при экстремальных условиях культивирования растений.

3. «Нелинейные задачи физики и математики с приложениями к лазерной физике и гидродинамике» (руководитель – доц. М. В. Фролов). Проект выполняется на физическом и математическом факультетах и включает в себя фундаментальные исследования в области лазерной физики и гидродинамики. Поэтому основной ожидаемый результат исследования будет состоять в установлении фундаментальных закономерностей физики нелинейного взаимодействия лазерного излучения с веществом и гидродинамики неньютоновской жидкости. Новые аналитические подходы к описанию взаимодействий низкочастотных полей с атомными и молекулярными мишенями позволят развить новые методики диагностики плазмы и визуализации коротких импульсов в среднем ИК-диапазоне. Информация о константах дальнедействующего взаимодействия ридберговских атомов в присутствии внешних электромагнитных полей необходима для определения количественных характеристик физических объектов (атомных ансамблей, лазерных систем, оптических ловушек), используемых для создания квантовых операционных систем обработки информации, и тем самым сможет оказать влияние на развитие квантовых вычислений. Исследование лазерно-индуцированных распадов атомных и молекулярных систем однозначно будет востребовано при развитии методик диагностики плазмы (на основе анализа фрагментов распада молекул), а также лазерного зондирования атмосферы планет. Конкретной областью применения результатов исследования взаимодействия лазерного излучения с наносистемами будет создание на основе гибридных наноструктур эффективных ограничителей оптической мощности, систем преобразования частоты, насыщающихся поглотителей для систем синхронизации мод и генерации ультракоротких лазерных импульсов, устройств нанофотоники, включая квантовые сенсоры, построенные на новых принципах. Исследование задач гидродинамики неньютоновской жидкости находит непосредственное приложение в полимерной промышленности, химии, биологии (движение крови, различных ликворов), а также в промышленных процессах при разработке новых технологий добычи и транспортировки нефти.

Перспективные проекты тематик фундаментальных научных исследований, планируемых к реализации в Воронежском государственном университете в рамках долгосрочной Программы ФНИ в 2021–2025 гг., направлены, в том числе, на решение актуальных проблем в области экологии изменения климата, синхротронных и нейтронных исследований, гуманитарных наук, медицины и технологий здоровьесбережения, а также новых материалов и химических технологий, которые являются актуальными и способствуют технологическому прорыву и преодолению негативных явлений в экономике [2]. Все научные темы соответствуют приоритетным направлениям «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (СНТР), обеспечивая переход к передовым цифровым системам, новым материалам, экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, новым источникам энергии, к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, предполагают разработку средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, создание безопасных и качественных продуктов питания, а также возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук.

Программу фундаментальных научных исследований планируется реализовать, в том числе, в рамках научно-образовательных консорциумов, а также совместно с международным научным сообществом. Научные проекты ВГУ, осуществляемые в рамках научных грантов и соглашений, предполагают кооперацию как с другими российскими вузами и организациями, так и с зарубежными научными институтами. К примеру, в рамках грантов Российского научного фонда (РНФ) проводятся совместные исследования нелинейного взаимодействия интенсивного лазерного излучения с атомными и молекулярными мишенями с сотрудниками университета имени Лобачевского (Нижний Новгород), института прикладной физики РАН (Нижний Новгород), НИЯУ МИФИ (Москва). Развивается сотрудничество с университетами Китая, США, Европы. Так, совместные исследования по спектроскопии возбужденных состояний атомов и молекул проводятся с институтом физической химии имени Я. Гейровского АН Чешской Республики и в настоящее время уже поддерживаются грантом РФФИ. Перспективные проекты ФНИ также предполагают реализацию в рамках долгосрочного сотрудничества, например, с МГУ име-

ни М. В. Ломоносова, НИЦ «Курчатовский институт», Южным научным центром РАН, Институтом географии РАН, ФИЦ Биотехнологии, Институтом общей и неорганической химии имени Н. С. Курнакова РАН, Институтом нефтехимического синтеза имени А. В. Топчиева РАН, Институтом физической химии и электрохимии имени А. Н. Фрумкина РАН, НИИ Антиокислительной терапии (Германия), Институтом фотонных технологий (Германия), Международным Физическим Центром (Испания), Белградским университетом (Сербия) и многими другими научно-образовательными российскими и зарубежными организациями.

Следует отметить, что основные задачи утвержденной Программы ФНИ на период с 2021 по 2030 г. полностью согласуются с целями стратегий различных уровней. Так, в соответствии со «Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации» [3] Программа ФНИ способствует развитию интеллектуального потенциала страны и формированию эффективной системы управления в области науки, технологий и инноваций. В свою очередь, совместная реализация «Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года» [4] и Программы ФНИ позволит осуществить реновацию реализуемых и разработку новых образовательных программ бакалавриата, магистратуры и специалитета, ориентированных на приоритетные направления научно-технологического и социального развития Воронежской области, а также сформировать эффективную систему выявления, поддержания и развития способностей и талантов у детей и молодежи, основанную на принципах справедливости, всеобщности и направленную на самоопределение и профессиональную ориентацию обучающихся. Как следствие, это должно обеспечить динамичное развитие фундаментальной науки мирового уровня как основы подготовки высококвалифицированных специалистов и создания передовых уникальных технологий.

В заключение сформулируем три важные констатации.

1. Фундаментальные исследования (текущие и перспективные), как следует из практики работы ВГУ и других отечественных вузов, оказывают положительное влияние на содержание учебных курсов, на качество образовательного процесса в целом [5].

2. Рассматривая направления фундаментальной науки, вузам следует обязательно учитывать достижения в разработке проблем педагогики высшей школы, обеспечивающей методологию и теорию всего процесса подготовки специалиста [6].

3. Организация фундаментальных научных исследований в вузах предусматривает укрепление и развитие межвузовского сотрудничества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р. – URL: <http://government.ru/docs/41288/> (дата обращения: 11.01.2021).

2. Садовничий В. А. Международный форум «Университеты, общество и будущее человечества» / В. А. Садовничий. – Москва : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2019.

3. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : указ Президента Рос-

сийской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 11.01.2021).

4. О Стратегии социально-экономического развития Воронежской области на период до 2035 года : закон Воронежской области от 20 декабря 2018 г. № 168-ОЗ (в редакции закона Воронежской области от 23.12.2019 № 165-ОЗ). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/550300779> (дата обращения: 11.01.2021).

5. Ендовицкий Д. А. Ректорский вектор. Сборник избранных статей и интервью / Д. А. Ендовицкий. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020. – 660 с.

6. Развитие субъектов образовательного процесса в современных условиях. Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020. – 362 с.

*Воронежский государственный университет
Козадеров О. А. – доктор химических наук, доцент, проректор по науке, инновациям и цифровизации*

E-mail: kozaderov@vsu.ru

Тел.: +7(473) 220-75-33

*Voronezh State University
Kozaderov O. A. – Dr. Habil. in Chemistry, Associate Professor, Vice-Rector for Science and Innovation*

E-mail: kozaderov@vsu.ru

Tel.: +7(473) 220-75-33