

**Основные результаты выполнения Государственной программы
в 2019 году**

**Подпрограмма 1 «Инновационные биотехнологии – 2020»
(далее – подпрограмма 1).**

Всего в 2019 году по подпрограмме 1 произведено биотехнологической продукции на общую сумму 49 933 141,52 руб. / 23 875 462,14 долл. США.

Общая стоимость реализованной продукции, полученной в соответствии со сводными планами выпуска, составила 3 689 731,83 руб. / 1 763 748,33 долл. США, в том числе:

стоимость реализованной продукции (предоставленных услуг):
в соответствии:

со сводным планом выпуска вновь освоенной продукции, созданной в рамках подпрограммы 1 – 2 409 791,03 руб. / 1 151 746,42 долл. США;

с планом по освоению инновационных биотехнологий и выпуску биотехнологической продукции в соответствии с разделом 1 сводного плана выпуска вновь освоенной продукции, созданной в рамках ГП «Инновационные биотехнологии» на 2010 – 2012 годы и на период до 2015 года» – 48 576,00 руб. / 23 226,55 долл. США;

с планом по выпуску продукции, созданной при выполнении МЦП ЕврАзЭС «Инновационные биотехнологии», – 1 231 364,8 руб. / 588 775,36 долл. США.

Общая стоимость реализованной в Республике Беларусь продукции 31 наименования составила 3 303 277,19 руб. / 1 578 756,67 долл. США, в том числе:

продукции, созданной в соответствии:

со сводным планом выпуска вновь освоенной продукции, созданной в рамках подпрограммы 1 (16 наименований) – 2 148 536,39 руб. / 1 026 618,52 долл. США;

с планом по освоению инновационных биотехнологий и выпуску биотехнологической продукции в соответствии с разделом 1 сводного плана выпуска вновь освоенной продукции, созданной в рамках ГП «Инновационные биотехнологии» на 2010 – 2012 годы и на период до 2015 года» (3 наименования) – 48 576,0 руб. / 23 226,55 долл. США;

с планом по выпуску продукции, созданной при выполнении МЦП ЕврАзЭС «Инновационные биотехнологии» (12 наименований), – 1 106 164,80 руб. / 528 911,6 долл. США.

Общая стоимость поставленной на экспорт продукции 6 наименований составила 386 424,64 руб. / 184 220,9 долл. США, в том

числе:

продукции, созданной в соответствии:

со сводным планом выпуска вновь освоенной продукции, созданной в рамках подпрограммы 1 (5 наименований) – 261 224,64 руб. / 125 127,9 долл. США (страны поставки – РФ, Литва, США, Швейцария, Великобритания, Украина);

с планом по выпуску продукции, созданной при выполнении МЦП ЕврАзЭС «Инновационные биотехнологии» (1 наименование) – 125 200,0 руб. / 59 093,0 долл. США (страна поставки – РФ).

Наиболее значимые результаты по выпуску продукции:

произведено и реализовано 3,5 мкмоль (план 1 мкмоль) синтетических РНК стоимостью 31 144,41 руб. / 14 953,44 долл. США; вся продукция поставлена на экспорт (США, Швейцария, Великобритания) (мероприятие 22; организация-исполнитель и изготовитель – Институт физико-органической химии НАН Беларуси; VI технологический уклад);

выделено 180 референс-образцов микроорганизмов (план 50) стоимостью 10 878,75 руб. / 5 130,0 долл. США; вся продукция поставлена на экспорт (Литва) (мероприятие 54; организация-разработчик и изготовитель – Институт микробиологии НАН Беларуси; V технологический уклад);

произведено и реализовано на внутреннем рынке 50 л (план 40 л) микробного препарата Фено-Форм для очистки водных растворов от фенола и формальдегида на сумму 5 100,00 руб. / 2 438,56 долл. США (мероприятие 59; организация-разработчик и изготовитель – Институт микробиологии НАН Беларуси; V технологический уклад);

произведено и реализовано на внутреннем рынке 1 053,45 л (план 135 л) биопрепарата МаксИммун фитозащитного действия, способного формировать индуцированную системную устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, стоимостью 8 613,64 руб. / 4 118,6 долл. США (мероприятие 68; организация-разработчик – БГУ, организация-изготовитель – ОАО «Бобруйский завод биотехнологий»; V технологический уклад);

произведено 235 порций (план 100 порций) заквасок замороженных концентрированных на основе термофильных микроорганизмов для производства йогурта и сыров типа сулугуни стоимостью 7 369,03 руб. / 3 523,49 долл. США; реализовано на внутреннем рынке 106 порций стоимостью 4 040,0 руб. / 1 931,72 долл. США (мероприятие 107; организация-разработчик и изготовитель – Институт мясо-молочной промышленности; V технологический уклад).

Подпрограмма 2 «Освоение в производстве новых и высоких технологий» (далее – подпрограмма 2).

В 2019 году проведены приемочные испытания опытных образцов и технологий и приемка работ в целом с предоставлением Актов государственному заказчику - Академии наук по мероприятию № 14 «Разработка и освоение технологии выпуска рыбных консервов различных ассортиментных групп на вводимом в эксплуатацию производстве ОАО «Рыбокомбинат «Любань».

В рамках выполнения Мероприятия № 15 был создан комплекс рудоподготовки (рисунок 1) с технологией селективного раскрытия минеральных зерен.



Рисунок 1 – Комплекс рудоподготовки

В рамках мероприятия № 21 «Разработка и освоение в производстве линии получения сверхтонких модифицированных порошков минеральных материалов» подпрограммы 2:

разработана технологическая схема линии получения сверхтонких модифицированных порошков минеральных материалов;

разработан комплект КД на классификатор сверхтонких порошков;

рассчитаны оптимальные конструктивные и технологические параметры высокоэффективного измельчителя;

рассчитано и исследовано напряженно-деформированное состояние конструктивных элементов высокоэффективного измельчителя.

разработан комплект КД на барабан высокоэффективного измельчителя.

Подпрограмма 3 «Мониторинг полярных районов Земли, создание белорусской антарктической станции и обеспечение деятельности полярных экспедиций» (далее – подпрограмма 3).

В июне 2019 г. была завершена 11-я белорусская антарктической экспедиции (далее – БАЭ) в составе 8 специалистов. Место работы 11

БАЭ – Восточная Антарктида, Земля Эндерби, Холмы Тала, Гора Вечерняя.

Выполнен цикл радиометрических измерений оптических параметров и микроструктуры атмосферного аэрозоля в Антарктиде, а также спектрометрических измерений показателя диффузного рассеяния и яркости отраженной солнечной радиации снежным покровом и другими наземными объектами в районе Белорусской антарктической станции «Гора Вечерняя».

Проведена серия комплексных подспутниковых экспериментов для полетной калибровки оптических систем спутников БКА и Конопус-В. Осуществлен комплексный эксперимент для измерений альбедо земной поверхности с использованием наземных, полетных и спутниковых спектрометрических систем совместно с российскими учеными.

Проводился мониторинг содержания малых газовых составляющих атмосферы и спектров приземного УФ излучения на станции «Гора Вечерняя». Полученный набор данных совместно с экспериментальными данными о характеристиках атмосферных аэрозолей и спектрах поверхностного альбедо дадут важный исходный материал для разработки численных моделей процессов переноса солнечного излучения в системе «атмосфера + подстилающая поверхность» для Антарктического региона». Проведено тестирование вариантов макета датчика растворенного кислорода и определены предельные параметры его системы регистрации. Тестовые испытания показали работоспособность выбранной методики и схемы измерений, а также относительную оптимальность предложенного активного вещества люминесцентного датчика.

В период сезонной экспедиции 2018 - 2019 годов в рамках подпрограммы 3 продолжено создание второго объекта будущей Белорусской антарктической станции (далее – БАС) – служебно-жилого модуля контейнерного типа.

Участниками 11 БАЭ смонтированы, построены и введены в эксплуатацию следующие объекты БАС:

вторая часть установочной платформы для восьми секционного лабораторно-жилого модуля БАС;

секция центральной входной группы из состава второго объекта Белорусской антарктической станции;

новый рефрижераторный контейнер;

новый комплекс дизельной электростанции 100 кВа;

гаражно-ремонтный бокс для снегоходов;

1000 м новых воздушных кабельных линий и стационарных кабельных эстакад;

система обогреваемого водопровода из озера Нижнее;

система обогреваемого коллектора для слива бытовых сточных вод; установочная платформа для приемо-передающей антенны, а также оборудование комплекса спутниковой связи для доступа в Интернет и приема спутникового ТВ.

Участниками 11 БАЭ выполнены следующие работы и мероприятия: обустройство трасс и маршрутов движения;

замена старой электропроводки и электрических установочных изделий на новые, замена старых оконных блоков на новые стеклопакеты в отдельных помещениях периода советских антарктических экспедиций;

проведены мероприятия по учету (инвентаризация) оборудования жизнеобеспечения, транспортных средств, а также других материально-технических ресурсов БАЭ;

проведены экологические мероприятия по подготовке к вывозу за пределы Антарктики твердых отходов деятельности БАЭ.

В 2019 г. Республикой Беларусь проводилась последовательная политика по участию в работе ключевых общественных организаций системы Договора об Антарктике, развитию международного научного и логистического сотрудничества при выполнении мероприятий подпрограммы 3, как важнейшего фактора укрепления системы Договора об Антарктике, выполнению международных обязательств Республики Беларусь по Договору об Антарктике от 1 декабря 1959 года и Протоколу по охране окружающей среды к указанному Договору, развитию международного сотрудничества в сфере изучения полярных районов Земли, ориентированных на признание Консультативными Сторонами Договора об Антарктике Консультативного статуса Республики Беларусь, как полноправной Стороны Договора об Антарктике.

16 апреля 2019 года был подписан Меморандум о взаимопонимании между Министерством промышленности и технологии Турецкой Республики и Национальной академией наук Беларуси о научно-техническом сотрудничестве в Антарктике.

Подпрограмма 4 «Мобилизация и рациональное использование генетических ресурсов растений национального банка для селекции, обогащения культурной и природной флоры Беларуси» (далее – подпрограмма 4).

В рамках подпрограммы 4:

созданы первые отечественные высоко зимостойкие и скороплодные 2 сорта фундука Лал (гибрид 14-02-10) и Яшма (14-08-01), которые переданы на государственное сортоиспытание в условиях Республики Беларусь;

подготовлены и переданы в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» материалы на 14 кандидатов в сорта декоративных растений селекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси и для внесения в государственный реестр 17 интродуцированных декоративных форм хвойных видов растений;

созданы и зарегистрированы в ГСИ 2 новых сорта пряно-ароматических и овощных культур: душица обыкновенная «Завіруха»: свидетельство селекционера № 0006082 / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак, М.В. Наумов.; горох овощной «Вершнік»: свидетельство селекционера № 0006085 / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак.

В 2019 году семенная коллекция РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» *ex situ* насчитывает 41 тыс. коллекционных образцов 47 культур 356 родов 702 видов. При проведении научных исследований выделены образцы пшеницы и рекомендованы для использования в селекции пшеницы в качестве источников с высоким содержанием в зерне белка и клейковины. При изучении семенной продуктивности коллекционного материала многолетних злаковых трав различного эколого-географического происхождения отобраны образцы овсяницы луговой для дальнейшего включения в гибридизацию как источники семенной продуктивности кормовых культур.

Для использования в селекционном процессе передано в научные подразделения РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» 467 коллекционных образцов и 200 образцов для изучения и выделения источников устойчивости к болезням на инфекционном фоне, ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» – 53 образца, ГУ "Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений" – 19 образцов, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» – 1 образец.

В питомниках садоводческих хозяйств Беларуси размножен сорт груши Талгарская красавица, выделенный и переданный на ГСИ в 2017 г., в количестве 4023 шт., в т.ч.: КФХ «Новатор сад» – 500 шт. (акт от 20.05.2019), КФХ «Росток-плюс» – 300 шт. (акт 22.05.2019), «ИП Трухан С.И.» – 100 шт. (акт 21.05.2019), КФХ «Современный сад» – 123 шт. (акт 30.11.2019), ФХ «Ветлов – 2000 шт. (акт 30.11.2019), ООО «Азартум» – 1000 шт. (акт 30.11.2019). Созданный в 2016 г. отечественный сорт калины Каралі внедрен в КФХ «Сад для Вас» в объеме 1 000 штук.

Передано на озеленение территории Белорусской государственной сельскохозяйственной академии 68 видов, форм и сортов в количестве 104 299 растений: 28 видов и форм древесно-кустарниковых растений, из них: хвойных – 16 видов и форм в количестве 176 шт.; лиственных – 12 видов в количестве 1613 шт.; 40 видов и сортов цветочно-декоративных

растений, из них: 14 видов в количестве 16496 шт. многолетних растений, 19 видов и сортов в количестве 77544 шт. однолетних растений и 7 видов в количестве 8470 шт. оранжерейных растений, на озеленение корпусов и аудиторий передано 19 видов оранжерейных растений в количестве 26 шт.

Благодаря целенаправленной работе в области международного сотрудничества продолжено участие Республики Беларусь в деятельности международной сети по генетическим ресурсам растений.

Получены коллекционные образцы из Национальных Центров генетических ресурсов растений Латвии, Эстонии, США, Китая, Словакии и Казахстана – 309 образцов (пшеница, овес, ячмень, тритикале, горох, соя, люцерна, клевер, гречиха). Проведен обмен коллекционными образцами с Эстонский научно-исследовательский институт растениеводства, Институт растениеводства Словакии, Китайско-Российский центр по научно-техническому сотрудничеству в области сельского хозяйства Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук (ХАСХН), Казахский НИИ земледелия и растениеводства.

Подпрограмма 5 «Развитие государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси» (далее – подпрограмма 5).

В 2019 году в рамках подпрограммы 5:

разработан технологический регламент микрклонального размножения способом *in vitro* хризантемы корейской, освоение которого в производстве позволяет практически полностью удовлетворить потребности страны в посадочном материале ценной поздноцветущей цветочной культуры. Потенциальный объем импортозамещения составляет до 80 тыс. долл. США в год (V технологический уклад);

разработаны технологии регулирования цветения красивоцветущих кустарников в защищенном и открытом грунте, которые обеспечивают более раннее вступление растений в генеративную фазу развития (на 1-2 год), позволяют устранять периодичность в цветении растений, повышая тем самым декоративные свойства красивоцветущих кустарников, их товарные качества. Область применения – декоративное садоводство, зеленое строительство;

по результатам изучения видового состава и распространенности болезней и вредителей в дендрологических коллекциях Центрального ботанического сада НАН Беларуси разработан ассортимент устойчивых к болезням и вредителям интродуцированных древесных и кустарниковых растений, а также рекомендации по оздоровлению коллекционных посадок. Созданная научно-техническая продукция будет освоена в дальнейшей деятельности Центрального ботанического сада НАН

Беларуси по обеспечению полноценного функционирования научного объекта, составляющего национальное достояние, а также в работе заинтересованных озеленительных организаций республики;

разработана концепция создания новой экспозиционной оранжереи с торгово-выставочным павильоном в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси и ее растительных сообществ, представляющих разнообразие уникальных фитоценозов экваториальных, тропических и субтропических зон нашей планеты. Составлен и утвержден перечень ботанических экспозиций, разработан ассортимент видов различных экотопов и жизненных форм для экспонирования в новой оранжерее. Созданы дизайн-проекты и эскизы 9 ботанических экспозиций, включающих 920 таксонов, и разработаны рекомендации по уходу за растениями в экспозиционных оранжереях. Разработанные материалы переданы генподрядной организации - ГП «Главгосстройэкспертиза» для выполнения проектных работ.

Важнейшими результатами выполнения мероприятий Подпрограммы 5 в 2019 году являются:

устойчивый количественный рост коллекционных фондов Центрального ботанического сада (на 6%);

создание и освоение передовых технологий размножения хозяйственно-полезных и декоративных растений, значительное увеличение (в 1,9 раза по сравнению с 2018 г.) объема выпуска инновационной продукции (саженцы новых интродуцированных растений, в том числе полученные в культуре *in vitro*);

создание научной базы для проектирования новой экспозиционной оранжереи с торгово-выставочным павильоном и выполнение 1-го этапа проектных работ по объекту;

создание 1 нового объекта ландшафтной архитектуры (Сад декоративных злаков), обновление малых архитектурных форм и экспозиций (рокарий, ограждение);

выполнение 1-го этапа обустройства экологической тропы с элементами белорусской мифологии;

улучшение эстетики ландшафтно-ботанических объектов и малых архитектурных форм;

существенное увеличение притока посетителей (на 18%) и доходов от внебюджетной деятельности (в 2 раза).

Выполненный в отчетном году комплекс мероприятий Подпрограммы 5 способствует развитию научной, инновационной и культурно-просветительской деятельности Центрального ботанического сада НАН Беларуси, формированию его имиджа как современного научного центра по сохранению, изучению и использованию ресурсов мировой флоры.

Подпрограмма 6 «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь» (далее – подпрограмма 6).

Определены критерии отбора месторождений глинистых материалов: наличие промышленной добычи природного сырья, запасы месторождения сырья, качество сырья.

Выполненный анализ сырьевой базы республики показал, что в настоящий момент существует только 13 разрабатываемых месторождений глин и суглинков. Со всех эксплуатируемых месторождений отобраны образцы материалов для исследований.

Для оценки и отбора перспективных месторождений глинистых материалов использовался качественный показатель полезного ископаемого – число пластичности, которое характеризует степень глинистости грунта.

Определены перечень и значения основных показателей глинистых материалов, пригодных для использования при сооружении защитных барьеров пункта захоронения радиоактивных отходов: общее содержание глинистых материалов – не менее 50 мас. %; содержание монтмориллонита в глине – не менее 30 мас. %; содержание песка – не более 10–15 мас. %; коэффициент фильтрации – не более 10^{-5} м/сут; число пластичности для глин – не менее 20, для суглинка – не менее 7; катионная обменная емкость – 20 мг-экв/100 г.

По результатам исследований установлено, что оптимальными по качеству и пригодности использования для указанных целей являются эксплуатируемые месторождения глин в Республике Беларусь: «Городное» в Брестской области, «Кустиха» и «Марковское» в Гомельской области, а также месторождения суглинков «Фанипольское» в Минской области и «Купейский сад» в Гомельской области.

Исследования сорбционных свойств глин и суглинков в отношении радионуклида ^{137}Cs показали, что природные глины и суглинки из указанных месторождений обладают высокими сорбционными показателями в отношении ^{137}Cs .

Выполнена актуализация гидрологических параметров реки Вилия (уровень, температура, скорость течения, расход, сток, экологический расход и сток, возможное количество воды для изъятия из реки) в «естественном» состоянии (без учета влияния АЭС) для различной водности реки в годовом и сезонном разрезе, в том числе для маловодных и очень маловодных периодов. Также проведена актуализация водохозяйственного баланса реки Вилия.

С учетом результатов дополнительных исследований гидрологических параметров реки Вилия выполнена оценка влияния

водозабора для нужд технического водоснабжения АЭС на гидрологические параметры реки для различной водности реки, в том числе для маловодных и очень маловодных периодов, с учетом трансграничного контекста.

Научное учреждение «Институт социологии НАН Беларуси» в 2019 году провело социологический опрос общественного мнения по вопросам развития ядерной энергетики в Республике Беларусь и восприятия населением строительства АЭС.

Результаты опроса населения показали, что 48,5 % респондентов поддерживают развитие ядерной энергетики в республике, против – 21,2 %, не определились – 29,6 %, не ответили – 0,7 %.

В региональном отношении наибольшее количество сторонников развития ядерной энергетики в республике находится в Витебской (58,6 %) и Минской (50,4 %) областях, наименьшее – в Могилевской (28,7 %) и Брестской (43,4 %) областях. Наибольшее число противников – также в Могилевской (34,3 %) и Брестской (27,9 %) областях.

Получена численная оценка эффективной доли запаздывающих нейтронов для полной загрузки топливом подкритической сборки «Яліна-Бустер» с прямоугольной промежуточной зоной. Выполнена оценка эффективного коэффициента размножения нейтронов при нештатных вариантах загрузки активной зоны и аварийных ситуациях, изменяющих реактивность подкритической сборки «Яліна-Бустер». Выполнен анализ рассмотренных проектных и запроектных аварийных ситуаций, который показал, что материальный состав и конструкции бустерной подкритической сборки обеспечивают ее ядерную безопасность в рассмотренных нештатных ситуациях, включая гипотетические. Эффективный коэффициент размножения нейтронов в рассмотренных случаях не превышает установленного правилами ядерной безопасности подкритических стенов значения $k_{эфф} = 0,98$.

Выполнена процедура последовательной загрузки топлива в активную зону подкритической сборки «Яліна-Бустер», отвечающая требованиям нормативного документа «Правила ядерной безопасности подкритических стенов». Получены результаты измерений эффективного коэффициента размножения нейтронов при последовательной загрузке топливом быстрой, промежуточной и тепловой зон сборки методом обратного умножения, методом Фейнман-альфа и импульсным методом. Полученная кривая зависимости эффективного коэффициента размножения нейтронов от количества твэлов в активной зоне имеет плавный вогнутый ход, что означает ядерную безопасность процесса загрузки подкритической сборки «Яліна-Бустер».

Введено в эксплуатацию экспериментальное устройство – система нагрева уран-водных критических сборок критического стенда «Гиацинт» (далее – система нагрева).

На критическом стенде «Гиацинт» выполнена критическая загрузка уран-водной критической сборки В-20-2 с активной зоной из ТВЭЛов на основе уран-циркониевого карбонитрида с обогащением 19,75 % по урану-235. Проведены измерения запаса реактивности и эффективностей РО СУЗ критической сборки В-20-2 при температуре окружающей среды. Выполнены измерения эффектов реактивности критической сборки В-20-2 при нагреве водяного замедлителя до 90 °С в баке критических сборок с помощью системы нагрева. Определены температурные коэффициенты и эффекты реактивности критической сборки В-20-2.

Выполнен анализ применяемых в мировой практике в промышленных масштабах современных методов производства водорода, алюминия, магния и магниевых соединений, метанола, аммиака, карбамида и минеральных удобрений, требующих существенных затрат электрической энергии.

Выполнен анализ промышленного производства Республики Беларусь, итогов внешней торговли республики за 2018 год, а также товарной структуры импорта страны.

Выполнена предварительная оценка ожидаемых объемов, номенклатуры, радиационных характеристик и морфологического состава высокоактивных и долгоживущих среднеактивных радиоактивных отходов (далее – ДСАО), образующихся в процессе эксплуатации и вывода из эксплуатации Белорусской АЭС, на основе проектных данных, расчетных исследований наведенной активности конструкционных и защитных материалов реактора ВВЭР-1200 с использованием программного комплекса из реакторных и Монте-Карло кодов в упрощенной трехмерной геометрии, анализа накопления радионуклидов в технологическом оборудовании за срок службы АЭС.

Разработана методика верификации и валидации программных средств, используемых для обоснования безопасности АЭС по направлению «Радиационная защита и радиационная безопасность».

Выполнен анализ организации радиохимического контроля технологических сред как основной части деятельности по ведению водно-химического режима Белорусской АЭС.

Выполнены расчетные исследования по консервативной оценке выполнения критерия ядерной безопасности при транспортировании и обращении со свежим ядерным топливом реактора ВВЭР-1200. Результаты подтверждают выполнение критерия ядерной безопасности в случае полного затопления 6 целостных транспортно-упаковочных контейнеров (ТУК ТК-С5), содержащих 12 ТВС-2М типа Z49. При

неравномерном заполнении водой или опорожнении системы указанного состава критерий не выполняется. В случае нарушения целостности ТУК возможен вариант взаимного расположения труб ТУК, при котором неравномерное заполнение/опорожнение системы способно привести к ее переходу в надкритическое состояние.

Проведены контрольные вычисления аварийных сценариев, связанных с неуправляемым извлечением рабочей группы ОР СУЗ из активной зоны реактора ВВЭР-1200 при работе на мощности, из которых следует выполнение всех критериев приемки.

Разработаны окончательные редакции государственных стандартов в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности ядерных объектов.

Подготовлен файл входных данных для программного средства ASTEC для модельного расчета хода протекания тяжелых аварий (малая и большая течь теплоносителя первого контура).

Выполнен анализ структуры входных данных и подготовлены входные данные для теплогидравлической модели первого контура.

Разработаны модель работы гидроемкостей для пассивной части системы аварийного охлаждения активной зоны и модель большой течи при гильотинном разрыве. Проведена отладка соответствующих частей файла входных данных.

Выполнен анализ изменения температуры топлива и оболочки твэла в активной зоне упрощенной модели реакторной установки ВВЭР-1200 с разрывом ГЦТ Ду 850 на входе в реактор и двухсторонним истечением, проведенный на начальном этапе модернизации файла исходных данных для программного средства ATHLET, который показал выполнение критериев безопасности по температуре топлива и оболочки твэла.

Модернизирована теплогидравлическая модель реакторной установки ВВЭР-1200 для программного комплекса ATHLET с учетом новых данных. В файл исходных данных добавлены новые блоки общего управления GCSM (General Control Simulation Module Data) в виде сигналов, осуществляющих контроль за мощностью реактора, расходом питательной воды в парогенератор, расходом впрыска в компенсатор давления и мощностью его нагревателей, объемом теплоносителя в первом контуре, открытием/закрытием стопорного клапана турбины, работой клапанов на трубопроводах, соединяющих гидроемкости САОЗ с реактором, работой БРУ-А и БРУ-К. Проведено тестирование нового файла на его работоспособность и адекватность полученных результатов моделирования.

Проведены первые пилотные расчеты запроектной аварии с большой течью теплоносителя из холодной нитки с наложением отказа активной части САОЗ. Проведен графический анализ полученных результатов,

который показал выполнение критериев безопасности по температуре топлива и оболочки твэла.

Выполнен анализ нормативной основы по оценке сейсмической безопасности при размещении объектов использования атомной энергии. Проведен поиск по литературным и архивным источникам дополнительной информации о региональной и локальной сейсмичности в районе Гудогайского землетрясения 1908 года. Собраны и изучены сведения об инструментальных сейсмологических наблюдениях в Европе и Азии в период с декабря 1908 года по январь 1909 года, выполнена дополнительная обработка данных. Выполнен анализ многолетних наблюдений и приведены результаты обработки данных сейсмологического мониторинга в районе размещения Белорусской АЭС. Проведены исследования эпицентральной зоны Гудогайского землетрясения.

Подпрограмма 7 «Исследование и использование космического пространства в мирных целях» (далее – подпрограмма 7).

В 2019 году в рамках подпрограммы 7:

изготовлены опытные образцы подсистем многоуровневой Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли (МБКСДЗ):

- 1) подсистемы сбора данных и координации (СДК);
- 2) подсистемы резервного банка данных дистанционного зондирования Земли Генерального штаба Вооруженных сил (БД ДЗЗ ГШ ВС);
- 3) подсистемы мониторинга и реагирования при угрозе или возникновении чрезвычайных ситуаций («Мониторинг ЧС»);
- 4) подсистемы мониторинга земельного фонда («Мониторинг ЗФ»);
- 5) подсистемы мониторинга лесного фонда («Мониторинг ЛФ»);
- 6) подсистемы гидрометеорологической безопасности («ПС-ИНФОМЕТ»);

изготовлен опытный образец МБКСДЗ;

проведена отладка подсистем МБКСДЗ и МБКСДЗ в целом;

откорректирована рабочая конструкторская документация и доработано программное обеспечение по результатам отладки МБКСДЗ;

разработана программа и методика предварительных испытаний МБКСДЗ;

проведены предварительные испытания в составе МБКСДЗ опытных образцов подсистем:

- 1) подсистемы сбора данных и координации (СДК);

- 2) подсистемы резервного банка данных дистанционного зондирования Земли Генерального штаба Вооруженных сил (БД ДЗЗ ГШ ВС);
- 3) подсистемы мониторинга и реагирования при угрозе или возникновении чрезвычайных ситуаций («Мониторинг ЧС»);
- 4) подсистемы мониторинга земельного фонда («Мониторинг ЗФ»);
- 5) подсистемы мониторинга лесного фонда («Мониторинг ЛФ»);
- б) подсистемы гидрометеорологической безопасности («ПС-ИНФОМЕТ»);

проведены предварительные испытания МБКСДЗ;

проведена корректировка рабочей конструкторской документации на МБКСДЗ;

проведена доработка подсистем МБКСДЗ;

рабочей конструкторской документации на МБКСДЗ присвоена литера «О».

Разработаны лабораторные образцы многослойных покрытий TiAl/TiAlN/TiAlCN.

Проведены исследования лабораторных образцов композитных материалов для определения коэффициентов отражения в области длин волн 0,4-1,0 мкм.

Разработана методика регистрации эффектов отражения и поглощения излучения в видимом и ближнем ИК диапазонах.

Проведено радиационное облучение протонами.

Разработаны технологические режимы и комплект документов на типовой технологический процесс формирования селективно поглощающих покрытий космических аппаратов на основе многослойных покрытий бинарных нитридов Ti-Al-Nи карбонитридов Ti-Al-C-N.

Изготовлены лабораторные образцы на основе полимерных матриц с комбинированными добавками наноматериалов (углеродные нанотрубки, слоистые полиграфеновые слои, металлические микро- и нанопорошки, а также материал «black-carbon»).

Разработаны технологические режимы и комплект документов на типовой технологический процесс формирования наноструктурированных покрытий TiZrSiN с повышенными структурными, механическими свойствами и высокой радиационной стойкостью для покрытий космических аппаратов.

Создана дистанционная основа цифровых геологических карт территории Республики Беларусь обзорного уровня:

проведена предварительная обработка данных дистанционного зондирования;

создана мозаика из координатноувязанных космических снимков;

проведена тематическая компьютерная обработка мозаики.

Разработан макетный образец наземной системы БНО университетских МКА и СМКА.

Разработан лабораторный практикум «Коррекция параметров движения университетских МКА и СМКА с использованием наземных радиотехнических и оптических измерений».

Подпрограмма 8 «Импортозамещающие диагностикумы и биопрепараты – 2020» (подпрограмма 7).

Проведена оптимизация состава набора реагентов для введения меток в синтетические олигонуклеотиды на основе клик-химии, разработан протокол введения меток в синтетические олигонуклеотиды. Разработаны технология изготовления набора реагентов для введения меток в синтетические олигонуклеотиды на основе клик-химии и Методика контроля качества набора реагентов, а также оформлен Отчет по контролю качества набора реагентов. Проведено исследование стабильности алкиновых амидофосфитных реагентов, и оформлен отчет по изучению стабильности алкиновых амидофосфитных реагентов.

Разработан и утвержден опытно-промышленный регламент на производство набора реагентов для введения меток в синтетические олигонуклеотиды, наработана опытная партия наборов реагентов в количестве 10 штук.

Разработаны и зарегистрированы технические условия на набор реагентов для введения меток в синтетические олигонуклеотиды, инструкция по применению набора реагентов. Проведены контрольные испытания опытной партии наборов реагентов и рекомендована их постановка на производство.

Утверждены ТУ ВУ600049853.297-2019 и инструкция по применению на экспресс-тест.

Получены анти-boPAG-1 поликлональные антитела (титр сыворотки ~1/50 000). Данные антитела используются в качестве антител захвата, иммобилизованных в лунках микропланшета. Созданы экспрессионные системы для получения boPAG-1 однодоменных антител, а также их биотинилированных вариантов. Однодоменные антитела получены в аналитических количествах. Данные антитела используются в качестве детектирующих антител.

На основе полученных поликлональных и однодоменных антител изготовлен опытный образец экспресс-теста для ранней диагностики стельности у коров в производственных условиях, проведены его лабораторные испытания, о чем составлен протокол. Показано, что полученный образец тест-системы для диагностики стельности КРС позволяет достоверно отличить сыворотку крови стельного КРС от сыворотки нестельного КРС (соотношение сигнал\шум – до 16).

Разработан набор реагентов № 4 для идентификации биологических образцов оленей. Изготовлен экспериментальный образец набора № 4, разработана и утверждена «Инструкция по применению набора № 4». Проведена оценка рабочих параметров набора № 4: уровня специфичности к ДНК других животных; чувствительности, воспроизводимости и стабильности при работе с нативной и деградированной ДНК, а также с ДНК, выделенной из различных биологических образцов (мышечная, хрящевая ткань, кровь, волосы). Разработан лабораторно-технический регламент (ЛТР) на изготовление набора № 4. Разработанный набор обладают следующими характеристиками: информативность, обусловленная высоким уровнем полиморфизма входящих в его состав локусов; относительно невысокая трудоемкость, обусловленная автоматизацией и возможностью исследования 18 локусов в двух реакциях; широкий спектр прикладного применения; возможность использования для анализа любого исходного материала (ткань, кровь, мышечная ткань, волосы и др.) независимо от возраста и пола животных, высокую идентифицирующую значимость. Разработан опытно-промышленный регламент на изготовление набора реактивов для генетической дифференциации особей вида *Cervus sp.* Deer ID-PLEX. Набор включает в себя две смеси праймеров, положительный контроль, термостабильную ДНК полимеразу и многокомпонентный буфер для амплификации. На основании регламента создана опытная партия наборов реактивов Deer ID-PLEX, испытания которой (на 20 образцах) подтвердили, что специфичность набора составляет не менее 99,5%.

Проведена оценка рабочих параметров набора № 5: уровня специфичности к ДНК других животных; чувствительности, воспроизводимости и стабильности при работе с ДНК, выделенной из различных биологических образцов (мышечная ткань, кровь и др.).

Разработан лабораторный технологический регламент (ЛТР) на изготовление набора № 5 и инструкция по применению. Разработанный набор обладает следующими характеристиками: высокая информативность, обусловленная высоким уровнем полиморфизма, – число аллелей на локус от 7 до 13; относительно невысокая трудоемкость, обусловленная автоматизацией и возможностью исследования 18 локусов в двух реакциях; широкий спектр прикладного применения; возможность использования для анализа любого исходного материала (кровь, мышечная ткань, волосы и др.) независимо от возраста и пола животных, высокую идентифицирующую значимость.

Отработан метод гетеродуплексного анализа в полиакриламидном геле и секвенирования фрагментов ДНК для идентификации клональных реаранжировок по Сенгеру на аппарате GA 3130. Разработан метод идентификации мишеней для МОБ в ДНК при лейкозах, осуществлен поиск мишени МОБ для 10 пациентов с лейкозами.

Разработан метод подбора аллель-специфичных олигонуклеотидов (АСО) для реаранжировок генов иммуноглобулина и Т-клеточного рецептора и проведена его апробация, разработанные олигонуклеотиды были использованы для идентификации мишеней по кДНК из лимфом. Разработан метод идентификации мишеней по кДНК из лимфом, который позволит не только предупредить рецидив заболевания, но и даст дополнительную информацию, необходимую для разделения пациентов на группы риска с целью решения вопроса об индивидуализации терапии путем ее интенсификации для элиминации остаточного опухолевого клона или деэскалации с целью снижения токсичности терапии.

Разработаны проекты опытно-промышленных регламентов на производство иммунохимических наборов реагентов для определения антигена СА125 в сыворотке крови человека - ИРМА-СА125 и ИФА-СА125. Опытные-промышленные регламенты включают в качестве основных такие разделы, как спецификация средств измерения, оборудования и вспомогательных материалов, спецификация сырья, материалов и комплектующих, блок-схемы производства наборов и изложение стадий технологического процесса, контроль производства (контрольные точки производства, обеспечивающие соблюдение установленного технологического режима).

Проведены технико-лабораторные испытания образцов наборов ИРМА-СА125-СТ и ИФА-СА125 из опытных партий на соответствие требованиям технических условий. Результаты испытаний свидетельствуют о соответствии наборов реagens для определения опухолевого маркера СА125 в сыворотке крови человека методами иммунорадиометрического и иммуноферментного анализа – ИРМА-СА125-СТ и ИФА-СА125 опытных партий техническим требованиям.

В ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» проведены санитарно-гигиенические испытания опытных партий наборов ИРМА-СА125-СТ (ТУ ВУ 100185093.082-2019) и ИФА-СА125 (ТУ ВУ 100185093.081-2019). Исследованные наборы реagens соответствуют техническими требованиям.

Утверждены программы и методики медицинских испытаний наборов ИРМА-СА125-СТ и ИФА-СА125. Заключены договоры с медицинскими учреждениями на проведение медицинских испытаний наборов ИРМА-СА125-СТ и ИФА-СА125 в соответствии с направлениями Центра экспертиз и испытаний в здравоохранении. Наборы опытных партий и проекты нормативно-технической документации предоставлены медицинским учреждениям для проведения испытаний.

Проведена корректировка технологических инструкций по изготовлению компонентов наборов ИРМА-СА125-СТ и ИФА-СА125 и опытно-промышленных регламентов на изготовление данных наборов.

Разработаны медико-технические требования к набору реagens для определения опухолевого маркера рака яичников СА125 в сыворотке крови человека методом твердофазного иммуноферментного анализа - ИФА-СА125. Основным медицинским требованием к набору является возможность использования его для мониторинга течения заболевания у пациентов с установленным диагнозом рак яичников.