

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ
от 16 марта 2020 г. N 287

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ СИНХРОТРОННЫХ И НЕЙТРОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА 2019 - 2027 ГОДЫ

В целях реализации [Указа Президента Российской Федерации от 25 июля 2019 г. N 356](#) "О мерах по развитию синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации" Правительство Российской Федерации постановляет:

1. Утвердить прилагаемую Федеральную научно-техническую программу развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы.
2. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации в 6-месячный срок со дня вступления в силу настоящего постановления обеспечить принятие нормативных правовых актов, необходимых для реализации Программы, утвержденной настоящим постановлением.
3. Министерству науки и высшего образования Российской Федерации совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и федеральным государственным бюджетным учреждением "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" представлять в Правительство Российской Федерации ежегодно, начиная с 2021 года, до 25 марта года, следующего за отчетным, проект доклада Президенту Российской Федерации о ходе реализации Программы, утвержденной настоящим постановлением.
4. Настоящее постановление распространяется на правоотношения, возникшие с 25 июля 2019 г.

Председатель Правительства
Российской Федерации
М.МИШУСТИН

Утверждена
постановлением Правительства
Российской Федерации
от 16 марта 2020 г. N 287

ФЕДЕРАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА
РАЗВИТИЯ СИНХРОТРОННЫХ И НЕЙТРОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА 2019 - 2027 ГОДЫ

ПАСПОРТ

Федеральной научно-технической программы
развития синхротронных и нейтронных исследований
и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы

Наименование Программы	-	Федеральная научно-техническая программа развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы
Основание для разработки Программы	-	Указ Президента Российской Федерации от 25 июля 2019 г. N 356 "О мерах по развитию синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации"
Заказчик - координатор Программы	-	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Ответственные исполнители Программы	-	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Министерство иностранных дел Российской Федерации, Министерство экономического развития Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное учреждение "Российская академия наук", Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом"

Соисполнители Программы	- органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, фонды поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности, а также институты развития и другие организации
Головная научная организация Программы	- федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"
Участники Программы	- научные организации и образовательные организации высшего образования, организации, действующие в реальном секторе экономики, а также иные организации различных форм собственности или объединения таких организаций
Цели Программы	- комплексное решение задач ускоренного развития синхротронных и нейтронных исследований, необходимых для создания прорывных технологий; обеспечение создания и развития исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации

Задачи Программы	- создание условий для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок), направленных на решение принципиально новых фундаментальных, крупных прикладных и социально ориентированных задач, в том числе по переходу к персонализированной медицине и высокотехнологичному здравоохранению, с участием образовательных организаций высшего образования, научных организаций, организаций, действующих в реальном секторе экономики, и представителей международного научного сообщества; создание и развитие исследовательской инфраструктуры, включая проектирование, строительство и техническую эксплуатацию (с соблюдением нормативных требований безопасности) уникальных научных установок класса "мегасайенс", а также отечественной приборно-инструментальной базы для оснащения экспериментальных (исследовательских) станций с целью проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок); подготовка специалистов в области разработки, проектирования и строительства источников синхротронного и нейтронного излучения, а также научных кадров для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в целях получения научных результатов мирового уровня
------------------	--

Научные направления реализации Программы	-	синхротронные и нейтронные исследования (разработки) в области материаловедения для развития наукоемких производственных технологий; синхротронные и нейтронные исследования (разработки) в области живых систем, органических и гибридных материалов; синхротронные и нейтронные исследования (разработки) в области социогуманитарных наук; развитие ускорительных, реакторных и ядерных технологий, в том числе в области ядерной медицины
Срок и этапы реализации Программы	-	2019 - 2027 годы, в том числе: первый этап - 2019 - 2024 годы; второй этап - 2025 - 2027 годы

Объемы финансирования Программы	<p>- 138318,04 млн. рублей. Объем бюджетных ассигнований федерального бюджета на реализацию Программы: 132298,04 млн. рублей, в том числе: на 2019 год - 4439,68 млн. рублей; на 2020 год - 7123,83 млн. рублей; на 2021 год - 11933,36 млн. рублей; на 2022 год - 25111,27 млн. рублей; на 2023 год - 32337,63 млн. рублей; на 2024 год - 35544,35 млн. рублей; на 2025 год - 7497,92 млн. рублей; на 2026 год - 5340 млн. рублей; на 2027 год - 2970 млн. рублей.</p> <p>Объем финансирования из средств внебюджетных источников: 6020 млн. рублей, в том числе: на 2019 год - - ; на 2020 год - - ; на 2021 год - 570 млн. рублей; на 2022 год - 770 млн. рублей; на 2023 год - 1759,1 млн. рублей; на 2024 год - 1870,9 млн. рублей; на 2025 год - 350 млн. рублей; на 2026 год - 350 млн. рублей; на 2027 год - 350 млн. рублей.</p> <p>Финансовое обеспечение Программы может быть скорректировано при утверждении технических проектов создания (модернизации) объектов исследовательской инфраструктуры, включая уникальные научные установки класса "мегасайенс"</p>
---------------------------------	---

<p>Источники финансирования Программы</p>	<p>- бюджетные ассигнования федерального бюджета на реализацию государственных программ Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации", "Развитие образования", "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности", бюджетные ассигнования бюджетов субъектов Российской Федерации, средства внебюджетных источников</p>
<p>Целевые индикаторы и показатели Программы</p>	<p>- количество введенных в эксплуатацию в рамках реализации Программы экспериментальных станций на отечественных синхротронных и нейтронных установках, нарастающим итогом - не менее 25; количество разработанных или адаптированных ускорительных и реакторных технологий, технических решений, нарастающим итогом - не менее 30; количество разработанных или адаптированных измерительных и (или) метрологических методик, основанных на использовании синхротронного или нейтронного излучения, нарастающим итогом - не менее 32; численность специалистов в области разработки, проектирования, строительства и технической эксплуатации, прошедших подготовку, повышение квалификации или профессиональную переподготовку и трудоустроенных по специальности, - не менее 200; численность научных кадров, прошедших подготовку, повышение квалификации или профессиональную переподготовку по направлениям реализации Программы и трудоустроенных по специальности, - не менее</p>

525;

доля времени работы исследовательских (экспериментальных) станций уникальных научных установок класса "мегасайенс" в интересах российских и зарубежных организаций, действующих в реальном секторе экономики, в общем времени работы исследовательских (экспериментальных) станций уникальных научных установок класса "мегасайенс" - не менее 16 процентов к 2027 году;

количество публикаций в области синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в журналах, индексируемых в международных базах данных, - не менее 960;

	<p>количество заявок на получение патентов на изобретения в области синхротронных и нейтронных исследований (разработок), а также заявок на получение патентов на изобретения разработанных в процессе создания новых и модернизации существующих источников синхротронного излучения и нейтронов - не менее 50;</p> <p>количество новых или усовершенствованных технологий получения и контроля качества конструкционных и функциональных материалов, изделий на их основе, перешедших в стадию внедрения, - не менее 28;</p> <p>количество новых или усовершенствованных биомедицинских, продовольственных и других технологий, основанных на использовании свойств живых систем, органических и гибридных материалов, перешедших в стадию внедрения, - не менее 20;</p> <p>число лиц, прошедших диагностику и лечение с использованием ядерных технологий, - не менее 1800 человек;</p> <p>количество внедренных технологий в области ядерной медицины - не менее 15</p>
--	---

<p>Ожидаемые результаты реализации Программы</p>	<p>- создан (включая проектирование, строительство и техническую эксплуатацию) источник синхротронного излучения поколения 4+ (Новосибирская область) (ЦКП "СКИФ");</p> <p>создан (включая техническую эксплуатацию) прототип импульсного источника нейтронов на основе реакции испарительно-скальвающего типа (г. Протвино Московской области);</p> <p>введено в эксплуатацию (включая проектирование, строительство и техническую эксплуатацию) не менее 25 исследовательских станций Международного центра нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора "ПИК" (г. Гатчина Ленинградской области);</p> <p>разработан проект уникальной научной установки класса "мегасайенс" (о. Русский);</p> <p>модернизирован Курчатовский специализированный источник синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" (г. Москва);</p> <p>создан (включая проектирование, строительство и техническую эксплуатацию) принципиально новый перспективный источник, превосходящий по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения;</p> <p>модернизирована исследовательская инфраструктура в Российской Федерации для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок), включая создание единой цифровой платформы для хранения, обработки и анализа экспериментальных данных с интегрированной в нее унифицированной системой управления экспериментом;</p>

на базе федерального государственного бюджетного учреждения "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" (далее - национальный исследовательский центр "Курчатовский институт") создан новейший отечественный научно-образовательный медицинский центр ядерной медицины, включающий в себя модернизированные комплексы ионной (углеродной), протонной лучевой терапии, онкоофтальмологический комплекс и радиоизотопный комплекс наработки широкого спектра медицинских радионуклидов для создания радиофармпрепаратов и отработки технологий для диагностики и терапии онкологических заболеваний, болезней глаза и его придаточного аппарата, болезней системы кровообращения, болезней нервной системы и иных заболеваний в целях их внедрения в субъектах Российской Федерации для обеспечения доступности медицинской помощи, разработаны типовые требования к центрам ядерной медицины;

получены научно-технологические результаты, необходимые для разработки прорывных технологий для промышленности, а также технологий, основанных на использовании свойств живых систем, органических и гибридных материалов;

обеспечена подготовка (в том числе повышение квалификации и профессиональная переподготовка) специалистов в области разработки, проектирования, строительства и технической эксплуатации источников синхротронного и нейтронного излучения;

обеспечено увеличение численности научных кадров для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок);

	<p>обеспечены разработка и внедрение образовательных программ и программ дополнительного профессионального образования по направлению "ядерная медицина";</p> <p>обеспечено международное сотрудничество при создании и развитии исследовательской инфраструктуры, подготовке кадров и проведении синхротронных и нейтронных исследований (разработок), в том числе с использованием зарубежных источников синхротронного и нейтронного излучения</p>
--	---

I. Основные термины, используемые в Программе

В Федеральной научно-технической программе развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы (далее - Программа) использованы понятия, соответствующие установленным статьей 3 Федерального закона "Об использовании атомной энергии", а также следующие дополнительные понятия:

"адронная терапия" - терапия, использующая для лучевого лечения больных ускоренные пучки протонов и тяжелых ионов (в частности ионы углерода), а также потоки нейтронов и мезонов;

"гамма-терапия" - радиотерапия с использованием гамма-излучения, в том числе дистанционное, аппликационное (поверхностное), внутритканевое и внутритканевое облучение очага поражения;

"исследовательская инфраструктура" - инфраструктура, включающая в том числе информационные системы, уникальные научные установки, уникальные научные установки класса "мегасайенс", позволяющая осуществлять исследования и разработки на мировом уровне;

"конвенциональная (или конвенциальная) лучевая терапия" - традиционная (применительно к лучевой терапии - фотонная и электронная) терапия, которая проводится по стандартизированным методикам;

"лучевая диагностика" - наука и раздел медицины о применении

излучений для изучения строения и функций нормальных и патологически измененных органов и систем человека в целях распознавания болезней;

"лучевая терапия" - наука и область медицины, основанные на применении ионизирующих излучений для лечения больных. Лучевая терапия делится на контактную лучевую терапию и дистанционную лучевую терапию;

"медицинская радиология" - наука и область медицины, основанные на применении излучений для диагностики и лечения онкологических, неврологических болезней, болезней сердца и сосудов и других социально значимых заболеваний, а также патологических состояний после воздействия ионизирующих излучений. Медицинская радиология включает 4 кластера: лучевая диагностика, лучевая терапия, ядерная медицина и радиационная медицина;

"нейтронозахватная терапия" - терапия пучками тепловых (с энергиями менее 0,5 эВ) и надтепловых (с энергиями 0,5 - 10 эВ) нейтронов;

"позитронная эмиссионная томография" - диагностический неинвазивный метод с использованием радиофармпрепаратов, меченных ультракороткоживущими позитрон-излучающими изотопами для получения томографических изображений органов на молекулярном уровне;

"протонная лучевая терапия" - терапия, использующая для облучения опухолей ускоренные пучки протонов;

"ПЭТ-сканер" - специализированный томограф для визуализации изображений распределения в организме пациента радиофармпрепаратов, меченных позитрон-излучающими радионуклидами;

"радиационная медицина" - научное и практическое применение диагностических исследований и лечебных воздействий при острой и хронической лучевой болезни, локальных и общих лучевых повреждениях, стохастических радиационно-индуцированных поражениях;

"радиофармацевтический препарат" - химическое соединение, в молекуле которого содержится определенный радионуклид, используемый для диагностики или радиотерапии;

"терапия тяжелыми ионами" - лучевая терапия, использующая для лечения ионы тяжелее протонов;

"ускорители заряженных частиц" - физические установки для получения быстрых заряженных частиц высоких энергий - электронов, протонов, ионов и атомных ядер;

"ядерная медицина" - раздел медицинской радиологии, связанный с применением при оказании медицинской помощи открытых источников ионизирующих излучений (радионуклидов и радиофармпрепаратов на их основе) в лучевой терапии и в лучевой диагностике.

II. Состояние развития синхротронных и нейтронных исследований и разработок в Российской Федерации

Конкурентоспособность российской науки является определяющим фактором обеспечения безопасности и технологической независимости России. Лидерство в глобальной гонке за новыми знаниями и технологиями, в том числе необходимыми для ответа на большие вызовы, определенные Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. N 642 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации" (далее - Стратегия), невозможно без современной исследовательской инфраструктуры, ключевым элементом которой являются уникальные научные установки класса "мегасайенс".

Важнейшей составляющей исследовательской инфраструктуры, включающей уникальные научные установки класса "мегасайенс", с точки зрения научно-технологического развития страны являются источники синхротронного и нейтронного излучения.

Методы исследования, основанные на использовании синхротронного и нейтронного излучений, становясь сегодня основным неразрушающим инструментом для получения уникальных данных о структуре и свойствах веществ на уровне отдельных атомов, находят

применение при проведении фундаментальных исследований и разработке передовых технологий для всех отраслей экономики - от материаловедения и структурной химии до наук о жизни, медицинских, био- и природоподобных технологий. Проведение исследований с использованием современных синхротронных и нейтронных источников является неотъемлемой частью технологических процессов, в первую очередь в области метрологии и nanoиндустрии.

Исследования атомарной структуры объектов живой природы позволят создать на основе полученных знаний принципиально новые технологии, копирующие принципы функционирования природных систем. Именно такие технологии должны лечь в основу новой технологической базы экономики страны. Использование такого подхода позволит создать революционные, прорывные технологии в медицине, фармакологии, сельском хозяйстве, микробиологической и пищевой промышленности, энергетике, IT-области.

В мировой медицинской практике лечения онкологических заболеваний в последние десятилетия широкое развитие получили методы адронной лучевой терапии с использованием ускоренных пучков адронов. Ежегодно только в России фиксируется около 600 тысяч онкологических заболеваний и, как минимум, в 10 процентах случаев заболевшим показана адронная лучевая терапия.

Также методы лучевой диагностики и лучевой терапии все чаще используются при оказании медицинской помощи при болезнях глаза и его придаточного аппарата, болезнях системы кровообращения, болезнях нервной системы и ряде иных заболеваний (рак мозга, онкогематологические заболевания, онкоофтальмология (базалиома, меланомы сосудистой оболочки).

Необходимость в повышении эффективности диагностики и терапии широкого круга заболеваний требует использования для этих целей самых современных методов, включая методы, основанные на использовании радиоактивных изотопов. Последние десятилетия отмечены интенсивным использованием методов ядерной физики в современной медицине, что вызвало развитие нового направления - ядерной медицины, уникальность методов которой состоит в том, что они позволяют диагностировать функциональные отклонения

жизнедеятельности органов на самых ранних стадиях болезни, когда еще не проявляются симптомы заболевания. Благодаря развитию новейших синхронных и нейтронных исследований арсенал ядерных технологий в медицине в будущем нельзя представить без применения методов лучевой терапии с использованием ускорительных технологий.

Развитие существующих производственных технологий и создание на их основе конкурентоспособных высокотехнологичных производств в таких отраслях экономики, как электроника, химическая, фармацевтическая и аэрокосмическая промышленность, машиностроение, судостроение, эффективная добыча и глубокая переработка полезных ископаемых, ядерная энергетика, ядерная медицина и других, требуют получения при проведении синхротронных и нейтронных исследований (разработок) серьезных научных и научно-технических результатов. Современные технологии требуют увеличения точности контроля качества ключевых узлов и деталей создаваемой продукции, совершенствования технологических процессов, что может быть обеспечено только с применением синхротронного и нейтронного излучения, составляющих сегодня метрологическую основу развития науки. С использованием методов, основанных на использовании синхротронного и нейтронного излучения, стало возможно с атомарной точностью определять структуру и состав изготавливаемых деталей, совершенствовать химический состав и свойства материалов, реагентов, катализаторов, смазок, топлив.

Значимым фактором для формирования фундаментального задела в области разработки технологий, основанных на использовании свойств живых систем, органических и гибридных материалов, и для контроля качества и развития существующих промышленных технологий является возможность изучения динамики процессов с минимальным временным разрешением. Наблюдение динамики физических, химических или биологических процессов открывает возможность для их воспроизводства и управления ими с целью достижения необходимого результата. Знания о механизмах и причинах процессов позволяют конструировать системы и материалы с контролируемыми параметрами.

Спектр возможных применений синхротронного и нейтронного излучения необычайно широк и постоянно увеличивается в связи с тем, что совершенствуются источники синхротронного и нейтронного излучения (увеличивается яркость генерируемого пучка, степень пространственной и временной когерентности, диапазон доступных энергий), развиваются методы и подходы, позволяющие исследовать новые объекты и получать уникальную, ранее недоступную информацию.

В настоящее время в мире насчитывается около 70 источников синхротронного излучения, из них около 17 - наиболее современные источники синхротронного излучения 3 поколения (Соединенные Штаты Америки - 5 источников, Германия - 4 источника, Великобритания и Франция - по 2 источника, Италия, Испания, Швейцария и Япония - по 1 источнику). Каждый год учеными из различных стран мира выполняется на них более 20 тысяч экспериментов. Среди таких источников в настоящее время лидирующие позиции по количеству используемых исследовательских методик, заявок пользователей, уровню полученных результатов и публикаций занимают источники синхротронного излучения 3-го поколения на основе ускорителей электронов - PETRA III (Германия), ESRF (Франция), Spring-8 (Япония) и APS (Соединенные Штаты Америки).

В нескольких странах мира (Германия, Франция, Соединенные Штаты Америки, Швеция, Япония) ведется активная работа по созданию источников синхротронного излучения 4-го поколения. Принципиальное отличие и преимущество источников синхротронного излучения 4-го поколения - это генерация излучения, обладающего полной пространственной когерентностью. Комплементарное использование синхротронных источников и лазера на свободных электронах позволит изучать динамику процессов, происходящих в веществах и материалах, одновременно с атомарным пространственным и фемто-секундным временным разрешениями.

При международной кооперации с участием Российской Федерации успешно реализовано 2 проекта по созданию наиболее современных источников рентгеновского излучения. На Европейском рентгеновском лазере на свободных электронах (г. Гамбург, Германия) уже получены

результаты первых экспериментов, модернизация источника синхротронного излучения Европейского центра синхротронного излучения (г. Гренобль, Франция) до 4-го поколения вышла на финальную стадию и будет завершена в 2020 году.

В Российской Федерации синхротронные исследования в настоящее время проводятся на нескольких источниках синхротронного излучения - Курчатовском специализированном источнике синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" (г. Москва), в Сибирском центре синхротронного и терагерцового излучения на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск).

В 2009 году была завершена модернизация Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" (г. Москва), затронувшая здание ускорителя, основные системы ускорителя, экспериментальный зал, экспериментальные станции. В результате модернизации Курчатовский специализированный источник синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" по своей конфигурации и параметрам генерируемого излучения относится к поколению 2+. На нем работают 15 экспериментальных станций, еще 5 находятся на стадии строительства.

В 2018 году открыт лазерно-синхротронный комплекс, позволяющий проводить эксперименты с одновременным использованием излучений петаваттного фемтосекундного лазера и Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов", что дает возможность реализовать исследование различных процессов с временным разрешением.

На сегодняшний день на Курчатовском специализированном источнике синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" проводят исследования, направленные на решение таких задач, как разработка принципиально новых материалов, способов конструирования и создания объектов техники и технологий, гибридных, биоподобных и искусственных биологических материалов, структур и систем, новых биомедицинских и генетических технологий, проведение исследований и разработок в области социогуманитарных технологий,

включая исследования исторических материалов и объектов культурного наследия.

Курчатовский специализированный источник синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" является составной частью европейской сети уникальных научных установок класса "мегасайенс", играет ключевую роль в проведении предварительных экспериментов, подготовке образцов и экспериментов для осуществления исследований российскими учеными на зарубежных источниках и является важным элементом международной системы проведения исследований с целью получения фундаментальных знаний о принципах функционирования природы.

В Сибирском центре синхротронного и терагерцового излучения проводят исследования, направленные на решение таких задач, как разработка новых материалов, наноразмерных структур и композитов на их основе, материалов для перспективной отечественной компонентной базы микроэлектроники, оптики, акустооптики, сенсорики, химических и каталитических технологий, технологий для геологии и поиска полезных ископаемых, материалов для энергетики, ускорительных технологий, включая методы рентгеновской оптики, голографию, детектирование, биомедицинских технологий.

Российская Федерация также является страной - членом Европейского центра синхротронных исследований в г. Гренобле (Франция) и активным участником международного проекта "Рентгеновский лазер на свободных электронах" в г. Гамбурге (Германия), поэтому часть необходимых исследований (разработок) с применением передовых методик и уникальных параметров излучения этих установок российскими коллективами выполняются на данных установках в рамках выделенных квот.

Российскими исследователями в Европейском центре синхротронных исследований проводятся исследования по таким направлениям, как разработка химических и каталитических технологий, конструкционных и других новых материалов с уникальными функциональными свойствами, наноматериалов, материалов для энергетики, включая химические источники тока, ускорительных технологий (в том числе методология рентгеновского эксперимента), исследования материалов в экстремальных состояниях, в области

фармакологии, исследования биологических объектов.

Российскими исследователями на рентгеновском лазере на свободных электронах проводятся исследования по следующим направлениям: исследования быстропротекающих процессов с применением времяразрешающих экспериментов, биологических объектов, разработка химических технологий, технологий в области фармакологии, медицины, создания новых материалов, в том числе работающих в экстремальных условиях, нанотехнологии, развитие ускорительных технологий (рентгеновская оптика).

В Российской Федерации нейтронные исследования в настоящее время проводятся на нескольких источниках нейтронного излучения: реакторах непрерывного действия в национальном исследовательском центре "Курчатовский институт" (ИР-8 в г. Москве и ВВР-М в г. Гатчине Ленинградской области), импульсном реакторе ИБР-2М в Объединенном институте ядерных исследований (г. Дубна Московской области), реакторе ИВВ-2М в акционерном обществе "Институт реакторных материалов" (п. Заречный Свердловской области), реакторе ИРТ в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" (г. Москва), импульсном нейтронном источнике ИН-06 на базе протонного ускорителя в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт ядерных исследований Российской академии наук (г. Москва), нейтронном материаловедческом комплексе Института физики металлов им. М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург). Ведется сооружение многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах МБИР (г. Димитровград), вводится в эксплуатацию Международный центр нейтронных исследований "ПИК" (г. Гатчина Ленинградской области).

В рамках федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы" было завершено сооружение самого мощного в мире высокопоточного реактора "ПИК" (национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", г. Гатчина Ленинградской области). На данный момент осуществляется освоение мощности реактора и выход

на проектные показатели. Проведение исследований на базе Международного центра нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора "ПИК" обеспечит ведущую роль России в изучении структуры и свойств материи с применением пучков нейтронов.

На базе высокопоточного реактора "ПИК" запланированы исследования в области материаловедения, магнитных материалов, нанотехнологий, изучения биологических объектов, физики.

Российскими исследователями на ускорительном нейтронном комплексе федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт ядерных исследований Российской академии наук (г. Москва) (включая импульсный нейтронный источник ИН-06) проводятся исследования по таким направлениям, как разработка материалов для энергетики, включая ядерную и термоядерную, биомедицинских технологий, включая технологии ядерной медицины (радиофармацевтика, нейтронно-захватная терапия, производство медицинских изотопов), ускорительных и реакторных технологий, включая детектирование, исследования в области материаловедения, включая разработку новых материалов, наноразмерных структур и композитов с уникальными функциональными свойствами, а также сплавов и магнитных материалов.

На нейтронном материаловедческом комплексе (реактор ИВВ-2М) проводятся исследования по таким направлениям, как разработка новых материалов с уникальными функциональными свойствами, наноматериалов, металлов, сплавов, магнитных и других материалов для перспективной отечественной компонентной базы для приборостроения, радиационная модификация свойств материалов.

На исследовательском нейтронном реакторном комплексе ИР-8 проводятся исследования в области разработки ускорительных и реакторных технологий, новых энергетических технологий, включая технологии прямого преобразования энергии, исследования и разработки в области социогуманитарных технологий, включая исследования исторических материалов и объектов культурного наследия.

С использованием ускорителя протонов У-70 проводится разработка

новых энергетических технологий, включая технологии прямого преобразования энергии, новых биомедицинских и генетических технологий, конструкционных материалов (в том числе сплавов) и изделий, предназначенных в том числе для работы в экстремальных условиях.

На высокопоточном импульсном реакторе ИБР-2М проводятся исследования в области химии, материаловедения, физики, в том числе физики конденсированного состояния и ядерной физики, геологии, биологии, биофизики и прикладные разработки.

На базе имеющейся ускорительной инфраструктуры (линейный ускоритель и синхротрон) и радиоизотопного комплекса национального исследовательского центра "Курчатовский институт" запланировано создание новейшего отечественного научно-образовательного медицинского центра ядерной медицины, осуществляющего диагностику и лечение с использованием ядерных технологий (протонную, ионную и лучевую терапии). В данном центре с привлечением при необходимости профильных федеральных научных организаций, осуществляющих медицинскую деятельность, на основании соглашений между национальным исследовательским центром "Курчатовский институт" и указанными федеральными научными организациями в рамках клинической апробации будут отработаны современные методы диагностики и лечения пациентов со злокачественными новообразованиями, болезнями системы кровообращения, болезнями глаза и его придаточного аппарата, болезнями нервной системы и иными болезнями. Создание указанного центра позволит осуществлять подготовку кадров для проведения исследований и процедур с использованием ядерных технологий, включая ядерную медицину. Создание в ходе организации новейшего отечественного научно-образовательного медицинского центра ядерной медицины типовой модели центра ядерной медицины в 2021 году позволит обеспечить развитие центров ядерной медицины в других субъектах Российской Федерации при организационно-методической поддержке национального исследовательского центра "Курчатовский институт".

Кроме того, создание новейшего отечественного научно-образовательного медицинского центра ядерной медицины позволит

достигнуть результата по таким перспективным направлениям, как использование для диагностики заболеваний радионуклидов с более коротким временем жизни, чем у изотопов, применяемых в настоящее время, а также получение радиоактивных источников высокой чистоты, что приведет к уменьшению дозы радиоактивного облучения, получаемой пациентом. Введение в действие модернизированного циклотрона с высокой интенсивностью протонного пучка на базе указанного центра позволит использовать его не только в качестве источника терапевтического протонного пучка, но и для наработки эффективных радионуклидов.

При взаимодополняющем использовании синхротронного излучения и нейтронов достигается синергетический эффект и принципиально новый уровень результатов. Совместно они дают полную картину строения вещества - на уровне электронного строения (электронной плотности) информация дают синхротронные методы, а на уровне атомных ядер завершают полноту представления структуры нейтронные методы.

По экспертным оценкам, синхротронные и нейтронные исследования (разработки) проводят более 1200 российских исследователей в более чем 60 научных организациях и образовательных организациях высшего образования.

Российскими учеными с использованием источников синхротронного излучения получены значимые результаты в области исследования материалов пониженной размерности (квантовых точек, нитей и двумерных материалов) - перспективных материалов электроники, сенсоров. Большую практическую значимость имеют выполняемые российскими исследователями рентгеноспектроскопические исследования, направленные на получение информации о динамике химических реакций, принципах функционирования катализаторов. Значительный вклад российские ученые внесли в исследования структуры и свойств материалов в экстремальных условиях.

Проводятся исследования по ряду научно-исследовательских проектов в области структурной биологии, включая изучение структуры и пространственного расположения антигенов вируса гриппа, создания живой противогриппозной вакцины. В Российской Федерации значительное развитие получили исследования объектов культурного

наследия с использованием синхротронного и нейтронного излучения.

Участие в крупных международных проектах развития уникальных научных установок класса "мегасайенс" в настоящее время является для Российской Федерации необходимым условием сохранения и развития современных компетенций в различных областях науки, в том числе в области ускорительных технологий.

Таким образом, существует потребность и сформирован научный, технический и инженерный задел для создания (модернизации) в сжатые сроки на территории Российской Федерации современных источников синхротронного излучения 3-го и 4-го поколений, а также прототипа импульсного источника нейтронов на основе реакции испарительно-скалывающего типа.

Российская Федерация исторически имеет большой опыт в области создания и эксплуатации синхротронных и нейтронных источников. Российские ученые участвовали в международной кооперации по созданию самых современных источников рентгеновского излучения - на рентгеновском лазере на свободных электронах, и создании и модернизации Европейского центра синхротронного излучения до источника четвертого поколения. При реализации этих проектов при непосредственном участии российских специалистов были разработаны основные технологические и инженерные решения, проведены все необходимые научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы, получены компетенции в создании основных технических узлов и накоплен значительный опыт. Полученный опыт также позволит спроектировать перспективный источник синхротронного излучения с характеристиками, превышающими параметры имеющихся и проектируемых в мире установок.

Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, организации, созданные Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом", федеральное государственное учреждение "Федеральный научно-исследовательский центр "Кристаллография и фотоника" Российской академии наук имеют большой опыт разработки, создания и эксплуатации

исследовательских нейтронных реакторов, ускорителей протонов, создания конструктивных блоков и агрегатов источников синхротронного излучения, а также экспериментальных станций (синхротронных и нейтронных), включая их эксплуатацию и обеспечение доступа для пользователей. Российскими специалистами накоплен значительный опыт в области создания инженерных систем для такого рода установок. Компетенции этих и других научных, научно-производственных и промышленных структур должны быть широко использованы при проектировании, строительстве и эксплуатации синхротронной и нейтронной исследовательской инфраструктуры.

В целях координации деятельности научных и образовательных организаций на уникальных научных установках класса "мегасайенс" по инициативе национального исследовательского центра "Курчатовский институт" создана Национальная ассоциация научно-образовательных организаций - участников международных проектов класса "мегасайенс". Деятельность ассоциации направлена на формирование единого научно-образовательного пространства в целях повышения эффективности исследований, проводимых на уникальных научных установках класса "мегасайенс", формирования модели международного научно-технического сотрудничества, обеспечивающей интеграцию российской научной сферы в мировое научное пространство.

Таким образом, полностью обеспечен научный, технический и инженерный задел для создания на территории Российской Федерации современных, дополняющих друг друга уникальных научных установок класса "мегасайенс", что позволит обеспечить решение принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач, требующих применения синхротронного и нейтронного излучения.

В Российской Федерации существует потребность в опережающем развитии прорывных ускорительных и реакторных технологий мирового уровня, определяющих параметры и глобальные исследовательские задачи на 2030 - 2050 годы, а также в создании с международным участием соответствующей уникальной исследовательской инфраструктуры на территории Российской

Федерации.

При этом необходимо учитывать, что для проведения исследований (разработок) с использованием синхротронного и нейтронного излучения на современном уровне необходимо развитие соответствующих компетенций исследователей и специалистов Российской Федерации, однако следует отметить, что сегодня наблюдается значительный недостаток высококвалифицированных научных кадров, способных проводить синхротронные и нейтронные исследования по различным направлениям науки и развития технологий.

В целях обеспечения научного лидерства и технологической независимости Российской Федерации, решения проблем развития прорывных технологий, основанных на использовании результатов исследований (разработок) на ускорительных и реакторных установках, необходимо обеспечить создание условий для достижения конкурентоспособных научных и (или) научно-технических результатов, включая увеличение количества отечественных лабораторий и исследовательских центров, подготовить высококвалифицированные исследовательские коллективы, в том числе с использованием зарубежных источников синхротронного излучения и в кооперации с ведущими международными коллективами.

III. Цели Программы

Основными целями Программы являются комплексное решение задач ускоренного развития синхротронных и нейтронных исследований, необходимых для создания прорывных технологий, а также обеспечение создания и развития исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации.

Программа реализуется в соответствии со следующими принципами:

интеграция международного и российского опыта для создания и развития исследовательской инфраструктуры Российской Федерации, включая проектирование, строительство и техническую эксплуатацию (с соблюдением нормативных требований безопасности) уникальных научных установок класса "мегасайенс";

консолидация всестороннего опыта и ресурсов, включая международные, для реализации исследований (разработок), касающихся решения принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач в целях реализации приоритетных направлений научно-технологического развития и достижения национальных целей развития Российской Федерации;

эффективное использование бюджетных ассигнований федерального бюджета и средств внебюджетных источников в соответствии с ожидаемыми результатами Программы;

согласованность сроков реализации и вопросов финансирования мероприятий, предусмотренных Программой, и мероприятий, реализуемых в рамках государственных программ Российской Федерации, национального проекта "Наука", федеральных целевых программ и направленных на создание и развитие исследовательской инфраструктуры, с учетом ввода в эксплуатацию отдельных элементов уникальных научных установок класса "мегасайенс";

исключение дублирования мер государственной поддержки, осуществляемой за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, с мерами государственной поддержки, предусмотренными иными федеральными программами.

IV. Научные направления реализации Программы

Исходя из приоритетных направлений научно-технологического развития, установленных Стратегией, и национальных целей развития Российской Федерации, обозначенных в [Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. N 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года"](#), определены следующие научные направления реализации Программы:

синхротронные и нейтронные исследования (разработки) в области материаловедения для развития наукоемких производственных технологий;

синхротронные и нейтронные исследования (разработки) в области живых систем, органических и гибридных материалов;

синхротронные и нейтронные исследования (разработки) в области социогуманитарных наук;

развитие ускорительных, реакторных и ядерных технологий, в том числе в области ядерной медицины.

Реализация данных направлений нацелена на решение принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач, позволяющих в том числе:

решить наиболее актуальные глобальные исследовательские вызовы, лежащие в области передовых знаний, где необходимы скоординированные усилия для достижения прогресса;

реализовать приоритетные направления научно-технологического развития и обеспечить достижение национальных целей развития Российской Федерации;

разработать новые технологии, которые будут иметь значимый и длительный социально-экономический эффект и создадут новые рынки и отрасли в ближайшие 5 - 10 лет, а также позволят улучшить существующие и (или) создать новые материалы, изделия и технологические процессы посредством внедрения достижений науки, техники и повысить конкурентоспособность отдельных секторов и национальной экономики в целом.

Использование синхротронных и нейтронных исследований позволит ускорить решение поставленных задач и получить качественно другие результаты, недоступные при использовании стандартных методов исследования.

Таким образом, создаваемая в Российской Федерации исследовательская инфраструктура, состоящая в том числе из взаимодополняющих уникальных научных установок класса "мегасайенс", позволит снабдить отечественных исследователей самым широким арсеналом инструментов структурной диагностики вещества, а также через комплементарность этих установок обеспечить связность территории Российской Федерации в сфере науки и технологий.

1. Синхротронные и нейтронные исследования (разработки)

в области материаловедения для развития наукоемких производственных технологий

В настоящее время организации, действующие в реальном секторе экономики, нацелены на развитие и использование передовых производственных технологий - совокупности новых, с высоким потенциалом материалов, методов и процессов, которые используются для производства востребованных на мировом рынке продуктов или изделий (машин, конструкций, агрегатов, приборов, установок и других объектов). Возрастающая конкуренция на мировых рынках требует от отечественной промышленности внедрения материалов с заданными свойствами, новых способов их производства и конструирования, обеспечивающих качественный скачок в характеристиках продукции.

С учетом географических особенностей и существующей политико-экономической ситуации особенно важным является развитие применения синхротронных и нейтронных исследований (разработок) для повышения эффективности производства и улучшения характеристик продукции в областях энергетики (в первую очередь атомной) в целях внедрения новых и развития традиционных методов производства энергии, освоения Арктического региона, мирового океана и космического пространства, производства компонентной базы для микроэлектроники.

Применение синхротронных и нейтронных исследовательских методик, обеспечивающих атомное разрешение и неразрушающее исследование материалов, позволит также разрабатывать, сертифицировать и контролировать качество продукции.

Целью научного направления является разработка технологий получения и контроля качества конструкционных и функциональных материалов, изделий на их основе для укрепления производственной безопасности Российской Федерации за счет повышения эффективности промышленного комплекса и роста конкурентоспособности российской продукции на мировых рынках.

Основными направлениями исследований, касающихся решения принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач в целях реализации приоритетных направлений научно-

технологического развития Российской Федерации, связанных с переходом к новым материалам и способам конструирования, развитием экологически чистой и ресурсосберегающей энергетики, а также освоением пространства, являются:

разработка новых конструкционных материалов, аддитивных технологий для машино- и судостроения, авиа- и космической техники;

разработка новых материалов, наноразмерных структур и композитов на их основе с уникальными функциональными свойствами, а также сплавов, композитов, магнитных материалов, полупроводников, сверхпроводников и других материалов для перспективной отечественной компонентной базы микроэлектроники, оптики, оптоэлектроники, радиофотоники, сенсорики, спинтроники и других направлений;

разработка материалов для энергетики, включая ядерную и термоядерную, солнечную, химические источники тока и топливные элементы;

разработка химических и каталитических технологий, технологий для геологии и поиска полезных ископаемых, а также контроля качества окружающей среды;

создание метрологической базы для контрольных средств аттестации и сертификации ключевых изделий промышленности;

создание единой системы контроля качества для ключевых узлов и деталей промышленной продукции с применением синхротронного и нейтронного излучения.

Разработка новых конструкционных и функциональных материалов включает исследования устойчивости материалов в экстремальных состояниях и динамику их поведения в различных процессах, что требует применения времяразрешающих методик при проведении экспериментов. Особенно востребовано применение синхротронного и нейтронного излучения для изделий, работающих в экстремальных условиях (изделия для атомной энергетики, морской, космической техники, для работы в условиях высоких давлений и экстремальных температур). С помощью соответствующего окружения образца можно

моделировать воздействие экстремальных условий на материалы и наблюдать в динамике изменение прочностных и функциональных характеристик изделий.

В рамках реализации Программы по данному направлению будут получены в том числе следующие результаты:

созданы новые магнитные и магнитооптические материалы, материалы и структуры для микро- и наноэлектроники, фотоники, оптоэлектроники, включая материалы для фотоэлектрических преобразователей;

получен широкий круг новых неорганических и координационных соединений, впервые определены их кристаллические структуры;

разработаны новые материалы для создания функциональных покрытий и тонких пленок;

получены новые ультравысокопористые аморфные материалы с высокими звуко- и теплоизоляционными характеристиками для применения, в том числе в условиях Арктической зоны и космоса;

разработаны технологии неразрушающего анализа напряжений и дефектоскопии сварных швов, а также ответственных, высоконагруженных изделий в судостроении и самолетостроении, производстве космической техники и конструкций для освоения Крайнего Севера;

разработана технология безопасного повторного использования материалов ядерной энергетики и методов эффективного захоронения радиоактивных отходов;

разработана технология оценки распространения загрязнений в воде и почве, в том числе тяжелыми и радиоактивными металлами, синтезированы новые уникальные сорбенты тяжелых металлов для очистки и реабилитации загрязненных территорий;

разработаны металлоорганические и координационные соединения и металлокаркасы, полимерструктурированные системы и композитные массивы наноструктур, используемые при разработке новых сорбентов и катализаторов;

разработаны новые материалы, имеющие потенциал для использования при создании чувствительных компонентов датчиков и детекторов, в том числе высокочувствительных детекторов терагерцового излучения и детекторов нейтронов;

создана и внедрена в промышленность Российской Федерации единая система контроля качества с применением синхротронного излучения и нейтронов ключевых узлов и деталей продукции, включающая разработку нормативной документации о регламенте проведения контроля качества, перечень деталей и узлов, подлежащих контролю качества с применением синхротронного излучения и нейтронов, разработку и аттестацию методик контроля качества.

Для решения метрологических задач государственной системы обеспечения единства измерений на источниках синхротронного излучения должна быть создана инфраструктура для измерения и калибровки спектральной чувствительности приемников (детекторов) ультрафиолетового и рентгеновского излучения, тестирования и калибровки оптических систем, инфраструктура для использования синхротронного источника в качестве эталонного источника излучения (спектральной плотности энергетической яркости и энергетической освещенности). Созданная инфраструктура должна обеспечить международное признание результатов измерений и калибровок, выполняемых на синхротронных источниках, в странах - участницах Международной метрической конвенции (подписана в 1875 году в г. Париже).

2. Синхротронные и нейтронные исследования (разработки) в области живых систем, органических и гибридных материалов

Применение самых современных методов синхротронных и нейтронных исследований является необходимым условием развития технологий, в основе создания которых лежит знание о структуре и механизмах функционирования живых систем, о структуре и свойствах неупорядоченной материи (органические и гибридные материалы). Создаваемая инфраструктура и экспериментальные методы должны обеспечить возможности исследования структуры живых систем на разных уровнях организации (от организмов и органов до структуры отдельных молекул), а также динамики их функционирования.

Целью данного научного направления является разработка продовольственных, биомедицинских и других технологий, основанных на использовании свойств живых систем, органических и гибридных материалов, а также технологий для обеспечения высокого качества жизни людей.

Основные направления исследований, касающиеся решения принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач в целях реализации приоритетных направлений научно-технологического развития Российской Федерации, связанных с переходом к интеллектуальным производственным технологиям, новым органическим и гибридным материалам, к персонализированной медицине и высокотехнологичному здравоохранению, к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству и созданию безопасных и качественных продуктов питания, к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, обеспечением возможности эффективного ответа российского общества на большие вызовы, - это:

разработка биомедицинских технологий, включая технологии ядерной медицины, материалы для регенеративной медицины, лекарственные средства (биофармпрепараты) нового поколения и средства их целевой доставки, включая противовирусные препараты, на основе исследований структуры и динамики биологических систем на разных уровнях организации (биомолекул, макромолекулярных комплексов, вирусов, клеток);

разработка принципиально новых материалов, способов конструирования и создания объектов техники, технологий, включая аддитивные технологии, для создания биоподобных и искусственных биологических объектов, гибридных, биоподобных и искусственных биологических материалов, структур и систем.

В рамках реализации Программы по данному направлению будут получены в том числе следующие результаты:

разработаны новые противоопухолевые, антибактериальные и противовирусные препараты, действующие на микроорганизмы с множественной лекарственной устойчивостью, а также средства их адресной доставки;

разработаны биосовместимые материалы для регенеративной медицины, имплантируемых устройств;

разработаны новые методы для отработки подходов к диагностике и лечению больных с онкологическими заболеваниями, болезнями глаза и его придаточного аппарата, болезнями системы кровообращения, болезнями нервной системы и рядом других заболеваний с использованием ядерных технологий;

разработаны наночастицы на основе биомакромолекул для использования в качестве высокочувствительных биосенсоров;

получены полимеры с уникальными свойствами, функциональные материалы на основе изучения структуры и свойств минерального и биоминерального вещества;

созданы комплексы экспериментальных методов исследований систем и процессов живых систем с использованием существующей и создаваемой инфраструктуры для проведения синхротронных и нейтронных исследований.

3. Синхротронные и нейтронные исследования (разработки) в области социогуманитарных наук

Применение современных естественно-научных методов, основанных на использовании синхротронного и нейтронного излучения, открывает принципиально новые возможности при изучении функционирования интеллектуальных систем и предметов культурного наследия, в том числе археологических и палеонтологических объектов и артефактов.

Указанные методы позволяют получить информацию о функционировании мозга, а также изучить материалы для создания устройств его искусственного аналога - нейроморфных и мемристивных систем. Структурные исследования когнитивных процессов на атомарном уровне позволят создать построенные на принципах живых систем технологии искусственного интеллекта.

Приоритетным направлением научно-технологического развития Российской Федерации является в том числе противодействие угрозам утраты национальной и культурной идентичности российских

граждан, что подразумевает сохранение объектов культурного наследия и исторических ценностей. В современной реставрации и экспертизе подлинности таких объектов одним из ключевых этапов является предварительное всестороннее изучение объекта химическими и физическими методами. Рентгеновские и синхротронные методы широко применяются для поиска наиболее оптимальных условий хранения предметов искусства.

Работы по данному направлению осуществляются в целях развития отечественной методологии глубокого, основанного на использовании современных естественно-научных методов анализа объектов живых систем и предметов культурного наследия, что в конечном итоге будет способствовать реализации одного из приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации - повышению эффективности противодействия социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства.

В целях развития данного направления исследования будут проводиться в следующих областях:

природоподобные системы искусственного интеллекта (адаптивные нейроморфные системы и мемристивные материалы);

изучение и сохранение объектов культурного наследия;

исследование палеонтологических и археологических ценностей.

В результате реализации Программы по данному направлению будут получены следующие результаты:

разработана методика неразрушающего контроля и проведена структурная диагностика материалов и компонентов адаптивных нейроморфных систем;

разработаны робототехнические устройства с биологическими компонентами, включая биоподобные и искусственные биологические компоненты и устройства вычислительных систем и систем искусственного интеллекта, работающих по принципу мозга;

разработаны новые и развиты существующие методы и

инструментальные средства для исследования исторических материалов и объектов культурного наследия;

проведены неразрушающие структурные исследования объектов культурного наследия, палеонтологических и археологических объектов, предложены методы для консервации и реставрации объектов культурного наследия, палеонтологических и археологических объектов на базе применения синхротронных и нейтронных методов.

4. Развитие ускорительных, реакторных и ядерных технологий

Создание новых уникальных научных установок класса "мегасайенс" неразрывно связано с развитием ускорительных, реакторных и ядерных технологий. В процессе реализации Программы будут разработаны, созданы и модернизированы уникальные научные установки класса "мегасайенс", что потребует разработки и практической реализации комплекса современных ускорительных технологий.

Целями научного направления являются опережающее развитие ускорительных, реакторных и ядерных технологий, необходимых для модернизации существующих и создания новых передовых источников синхротронного и нейтронного излучения, для использования ускорительных технологий и синхротронных источников, в том числе в ядерной медицине, а также развитие отечественной приборно-инструментальной базы для оснащения экспериментальных станций на создаваемых уникальных научных установках класса "мегасайенс".

Основными направлениями исследований, необходимых для решения принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач, решаемых в целях реализации приоритетных направлений научно-технологического развития Российской Федерации, являются:

технологии ускорителей электронов, включая технологии генерации синхротронного излучения;

технологии ускорителей протонов и ионов;

технологии воздействия пучков излучения на радиорезистентные

злокачественные новообразования различных локализаций, а также для диагностики онкологических заболеваний;

технологии наработки медицинских радионуклидов с укороченным временем жизни и радионуклидов высокой чистоты;

развитие приборно-инструментальной базы для оснащения экспериментальных станций источников синхротронного излучения и нейтронов, в том числе технологии детектирования синхротронного излучения и нейтронов;

развитие технологий компактных источников фотонов в различных диапазонах.

В рамках реализации Программы по данному направлению будут получены в том числе следующие результаты:

развиты технологии ускорителей электронов, необходимые для создания новых источников синхротронного излучения 3-го и 4-го поколений, включая технологии серийного производства и эксплуатации высокочастотных электронных пушек с фотокатодом, мощных импульсных ускорительных клистронов и ускоряющих секций (в том числе сверхпроводящих), линейных ускорителей электронов для кольцевых накопителей, рентгеновских лазеров на свободных электронах, источников питания, интегрированных систем диагностики, управления и тайминга, вставных устройств - генераторов синхротронного излучения (вигглеров и ондуляторов), мощных сверхпроводящих магнитов, интегрирующей оптики, СВЧ-техники большой мощности;

развиты технологии ускорителей протонов и ионов, необходимые для создания нейтронных источников, включая технологии создания и эксплуатации компактных источников высокоинтенсивных пучков протонов и отрицательных ионов водорода, содержащих систему формирования пучка и каналы транспортировки, систем фокусировки нейтронных пучков, нормально проводящих ускоряющих структур, систем на основе резонаторов Н-типа с высокочастотной поперечной фокусировкой, сверхпроводящих резонаторов, систем управления высокоинтенсивными пучками, мишенных станций для генерации высокоинтенсивных импульсных нейтронных потоков;

создан новейший отечественный научно-образовательный медицинский центр ядерной медицины, реализующий методы ионной (углеродной) и протонной лучевой терапии и являющийся возможным прототипом центра ядерной медицины для субъектов Российской Федерации, в целях обеспечения доступности медицинской помощи, разработаны типовые требования к центрам ядерной медицины;

развита приборно-инструментальная база для оснащения экспериментальных станций источников синхротронного излучения и нейтронов, уникальных экспериментальных станций, их компонентов и узлов;

разработаны компактные источники рентгеновского излучения, основанные на взаимодействии электронов с лазерным импульсом, для оснащения научных и образовательных центров;

разработаны компактные источники рентгеновского излучения на основе лазерно-плазменного взаимодействия для оснащения научных и образовательных организаций;

проведены научно-исследовательские работы по определению подходов к созданию передовых источников синхротронного излучения следующих поколений.

Полученные результаты обеспечат формирование экспортно ориентированного сектора источников синхротронного излучения и нейтронов на основе отечественной компонентной базы, развивающегося с учетом современных технологий и обеспеченного высококвалифицированными кадрами.

V. Развитие исследовательской инфраструктуры

Сеть исследовательской инфраструктуры синхротронных и нейтронных исследований (разработок) образует совокупность следующих взаимоувязанных компонентов:

уникальные научные установки класса "мегасайенс", включая исследовательские (экспериментальные) станции;

уникальные научные установки - источники синхротронного и нейтронного излучения;

инфраструктура для управления экспериментом, хранения, обработки и анализа экспериментальных данных;

лаборатории и центры, включая центры коллективного пользования, обеспечивающие проведение синхротронных и нейтронных исследований (разработок).

Развитие исследовательской инфраструктуры будет осуществляться с учетом следующих принципов:

взаимодополняемость и комплементарность инфраструктуры, в том числе в интересах обеспечения связности территории Российской Федерации в сфере науки и технологий;

необходимость и целесообразность использования инфраструктуры в интересах реализации научных направлений Программы;

обеспечение безбарьерного доступа к инфраструктуре российских и международных научных коллективов.

Обеспечение доступа к созданным и (или) модернизированным уникальным научным установкам класса "мегасайенс" в целях проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок) научным организациям, образовательным организациям высшего образования, организациям, действующим в реальном секторе экономики, а также иным организациям различных форм собственности или объединениям таких организаций, представителям международного научного сообщества осуществляется организацией, занимающейся технической эксплуатацией уникальной научной установки класса "мегасайенс", в соответствии с передовой практикой.

В национальном исследовательском центре "Курчатовский институт" внедрены образовательные программы по направлению "ядерная медицина", в рамках которых осуществляется подготовка кадров для решения задач по развитию и внедрению знаний, ведущих практик и навыков для решения научно-технологических задач по внедрению ядерных технологий в здравоохранение, включая ядерную медицину, обеспечения исследований и разработок, формирования высокопрофессиональных научных коллективов в данной области.

В рамках Программы будет расширена система подготовки и

профессионального роста научных, инженерных и иных кадров, обеспечивающая условия для осуществления исследований и разработок в области ядерных технологий, включая ядерную медицину.

В национальном исследовательском центре "Курчатовский институт" сформирован коллектив специалистов в области ядерных технологий, включая профессорско-преподавательский состав, в том числе для обучения медицинских работников, задействованных в предметной области, инженерным навыкам и знаниям в области ядерных технологий. Для инженерных и научных кадров в области ядерной физики с привлечением ведущих медицинских специалистов будут разработаны курсы дополнительного профессионального образования по ведущим медицинским практикам применения ядерных технологий, включая ядерную медицину.

VI. Механизм реализации Программы

Заказчиком - координатором Программы является Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Ответственными исполнителями Программы являются Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Министерство иностранных дел Российской Федерации, Министерство экономического развития Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное учреждение "Российская академия наук" и Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом".

Соисполнителями Программы являются органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, фонды поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности, а также институты развития и другие организации.

Участниками Программы являются научные организации и образовательные организации высшего образования, организации, действующие в реальном секторе экономики, а также иные организации различных форм собственности или объединения таких организаций.

Указом Президента Российской Федерации от 25 июля 2019 г. N 356 "О

мерах по развитию синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации" определен постоянно действующий коллегиальный орган - совет по реализации Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы (далее - совет по реализации Программы), функции головной научной организации Программы возложены на федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт" (далее в настоящем разделе - головная научная организация).

При головной научной организации Программы формируется научно-технический совет Программы, выполняющий экспертно-совещательные функции в части научно-методологического, информационно-аналитического и экспертного сопровождения по вопросам рассмотрения и реализации проектов создания исследовательской инфраструктуры Программы и проектов, предлагаемых к реализации в рамках Программы.

Положение о научно-техническом совете и его состав рассматриваются советом по реализации Программы и утверждаются заказчиком - координатором Программы по согласованию с головной научной организацией.

Управление реализацией Программы и контроль за ее выполнением осуществляют совет по реализации Программы и заказчик - координатор Программы посредством формирования и реализации комплексных планов синхротронных и нейтронных исследований (разработок) и ежегодного плана реализации Программы.

Комплексные планы синхротронных и нейтронных исследований (разработок), направленные на решение принципиально новых фундаментальных, крупных прикладных задач и разработку современных ускорительных, реакторных и ядерных технологий, в том числе в области ядерной медицины, формируются на каждый этап реализации Программы головной научной организацией и заказчиком - координатором Программы совместно с федеральным государственным бюджетным учреждением "Российская академия наук" и утверждаются советом по реализации Программы. Форма комплексного плана синхротронных и нейтронных исследований

(разработок), порядок его формирования, реализации, мониторинга, корректировки и завершения утверждаются заказчиком - координатором Программы.

Ежегодный план реализации Программы формируется заказчиком - координатором Программы совместно с головной научной организацией в целях определения объема финансирования мероприятий, предусмотренных Программой, видов работ, необходимых для реализации данных мероприятий, исполнителей и соисполнителей, ответственных за реализацию этих мероприятий, и утверждается советом по реализации Программы. Форма ежегодного плана реализации Программы, порядок его формирования, реализации, мониторинга и корректировки утверждаются заказчиком - координатором Программы.

Характеристики проектов исследовательской инфраструктуры, создаваемой в рамках Программы, формируются головной научной организацией и заказчиком - координатором Программы по согласованию с научно-техническим советом Программы и утверждаются советом по реализации Программы.

Заказчик - координатор Программы осуществляет:

текущее управление реализацией Программы;

подготовку проекта ежегодного доклада Президенту Российской Федерации о ходе реализации Программы и в случае необходимости предложений по корректировке Программы;

поддержку проектов, направленных на привлечение к проведению синхротронных и нейтронных исследований (разработок) образовательных организаций высшего образования, научных организаций, организаций, действующих в реальном секторе экономики, и представителей международного научного сообщества;

иные функции, связанные с реализацией Программы, по решению совета по реализации Программы.

Ответственные исполнители и соисполнители Программы осуществляют подготовку предложений в ежегодный план реализации Программы, направляемых заказчику - координатору Программы.

Заказчик - координатор Программы совместно с ответственными исполнителями и соисполнителями Программы осуществляет:

подготовку предложений по проектам комплексных планов синхротронных и нейтронных исследований (разработок), направляемых в головную научную организацию в порядке, утвержденном заказчиком - координатором Программы;

подготовку отчетов о выполнении ежегодного плана реализации Программы и комплексных планов синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в соответствии с формой и правилами, утвержденными заказчиком - координатором Программы;

обеспечение выполнения работ и достижения результатов в соответствии с ежегодным планом реализации Программы, комплексными планами синхротронных и нейтронных исследований (разработок).

Заказчик - координатор Программы совместно с головной научной организацией осуществляет подготовку предложений по корректировке показателей Программы с учетом ввода в эксплуатацию каждой созданной (модернизированной) уникальной научной установки для синхротронных и нейтронных исследований, направляемых на рассмотрение совета по реализации Программы.

Головная научная организация:

осуществляет руководство научно-исследовательскими проектами в рамках Программы;

осуществляет методическую поддержку разработки и выполнения Программы;

организует проведение научно-технической экспертизы проектов, предлагаемых к реализации в рамках Программы, в порядке, утвержденном заказчиком - координатором Программы;

осуществляет мониторинг результатов реализации Программы;

организует оценку потенциала коммерциализации результатов реализации Программы;

организует координацию Программы с международными проектами по созданию и эксплуатации уникальных научных установок класса "мегасайенс";

вправе заключать договоры с медицинскими организациями в целях обработки и апробации технологий ядерной медицины.

Головная научная организация совместно с заказчиком - координатором Программы:

осуществляет подготовку для совета по реализации Программы промежуточных и итоговых отчетов о ходе реализации Программы и достижении целевых индикаторов и показателей Программы в порядке и по форме, которые утверждены заказчиком - координатором Программы;

организует мониторинг выполнения Программы в порядке, утвержденном заказчиком - координатором Программы;

осуществляет подготовку для совета по реализации Программы предложений по развитию синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в Российской Федерации.

В целях обеспечения реализации мероприятий Программы головная научная организация, заказчик - координатор Программы вправе привлекать другие организации на конкурсной основе либо подведомственные им организации.

На основании утвержденных советом по реализации Программы характеристик исследовательской инфраструктуры, включая уникальные научные установки класса "мегасайенс", заказчиком - координатором Программы и головной научной организацией по решению совета по реализации Программы для каждого объекта формируется технический проект исследовательской инфраструктуры.

Технические проекты исследовательской инфраструктуры для каждого объекта вносятся в виде проекта акта Правительства Российской Федерации заказчиком - координатором Программы в Правительство Российской Федерации. Технические проекты исследовательской инфраструктуры учитываются при формировании и корректировке федерального бюджета на очередной финансовый год и плановый

период и государственных программ Российской Федерации, перечисленных в [Указе Президента Российской Федерации от 25 июля 2019 г. N 356](#) "О мерах по развитию синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации".

По согласованию с советом по реализации Программы для создаваемой уникальной научной установки класса "мегасайенс" формируются:

технический (машинный) комитет, состоящий из представителей головной научной организации, независимых ведущих российских и (или) зарубежных экспертов, который консультирует и готовит предложения для научно-технического совета Программы и организации, осуществляющей функции заказчика объекта строительства, по техническим вопросам, относящимся к созданию, запуску и развитию оборудования источника синхротронного или нейтронного излучения, а также обеспечивает сопровождение эксплуатации установки в части используемых технологических и инженерных решений, распределения машинного времени для оптимизации выполнения научных проектов;

научный комитет, состоящий из представителей головной научной организации, независимых ведущих российских и зарубежных ученых, который консультирует научно-технический совет Программы и организацию, осуществляющую техническую эксплуатацию объекта, по научным вопросам фундаментального значения, производит предварительный отбор научных проектов и экспериментов, проводимых на уникальной научной установке класса "мегасайенс", на основании оценки их перспективности, актуальности и прикладной значимости, а также научной программы, подлежащей согласованию с научно-техническим советом Программы, включая вопросы создания, развития и эксплуатации исследовательской инфраструктуры (экспериментальных станций).

Положения о техническом (машинном) комитете и научном комитете, а также их составы утверждаются головной научной организацией.

VII. Мероприятия Программы

Достижение целей и решение задач Программы осуществляются путем выполнения скоординированных по срокам, ресурсам и источникам финансового обеспечения мероприятий Программы.

Мероприятие 1 "Проведение синхротронных и нейтронных исследований (разработок), необходимых для решения принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач" предусматривает проведение синхротронных и нейтронных исследований (разработок), необходимых для решения принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач, в том числе:

поддержку научных и научно-технических проектов, выполняемых образовательными организациями высшего образования, научными организациями, в том числе совместно с организациями, действующими в реальном секторе экономики, представителями международного научного сообщества, проектов исследователей в возрасте до 39 лет;

поддержку разработки и трансфера прорывных технологий, созданных с использованием результатов синхротронных и нейтронных исследований, а также ускорительных, реакторных и ядерных технологий, в том числе в рамках развития ядерной медицины.

Мероприятие 2 "Создание сетевой синхротронной и нейтронной научно-исследовательской инфраструктуры на территории Российской Федерации" предусматривает создание и развитие исследовательской инфраструктуры на территории Российской Федерации, в том числе:

проектирование, строительство и (или) модернизацию, а также техническую эксплуатацию (с соблюдением нормативных требований безопасности) уникальных научных установок класса "мегасайенс", ввод в эксплуатацию исследовательских станций и разработку отечественной приборно-инструментальной базы для оснащения экспериментальных станций уникальных научных установок класса "мегасайенс";

создание новейшего отечественного научно-образовательного медицинского центра ядерной медицины, включающего в себя модернизированные комплексы ионной (углеродной), протонной

лучевой терапии, онкоофтальмологический комплекс и радиоизотопный комплекс наработки широкого спектра медицинских радионуклидов для диагностики и терапии онкологических заболеваний, болезней глаза и его придаточного аппарата, болезней системы кровообращения, болезней нервной системы и иных заболеваний;

создание и развитие на базе научных организаций и образовательных организаций высшего образования лабораторий и центров, включая центры коллективного пользования, инфраструктуру для хранения, обработки и анализа экспериментальных данных, обеспечивающих ускоренное развитие синхротронных и нейтронных исследований, ускорительных, реакторных и ядерных технологий.

Мероприятие 3 "Подготовка специалистов в области разработки, проектирования и строительства источников синхротронного и нейтронного излучения, а также научных кадров для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в целях получения результатов мирового уровня" предусматривает подготовку специалистов в области разработки, проектирования, строительства и технической эксплуатации источников синхротронного и нейтронного излучения, а также научных кадров для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в целях получения научных результатов мирового уровня, в том числе:

разработку и реализацию образовательных программ высшего образования и дополнительных профессиональных программ, направленных на создание прорывных технологических решений с применением синхротронных и нейтронных источников;

разработку программ дополнительного профессионального образования на базе образовательного центра национального исследовательского центра "Курчатовский институт", обеспечивающих подготовку кадров для решения научно-технологических и медицинских задач по развитию и внедрению ядерной медицины, формирование новых научных направлений и школ в данной области;

организацию и проведение научных конференций, школ и семинаров для исследователей и обучающихся по направлениям реализации Программы в возрасте до 39 лет;

формирование единого научно-образовательного пространства в области синхротронных и нейтронных исследований, создание условий для работы экспертного сообщества по направлениям реализации Программы;

организацию научно-просветительской и профориентационной работы со школьниками для формирования устойчивого интереса к исследовательской деятельности на уникальных научных установках класса "мегасайенс".

Мероприятие 4 "Управление Программой" предусматривает управление Программой, в том числе:

методическое, организационно-техническое, информационное и экспертное обеспечение реализации Программы, обеспечивающее научно-техническую экспертизу проектов и результатов реализации Программы, координацию ее реализации с международными проектами по созданию и эксплуатации уникальных научных установок класса "мегасайенс";

оперативный мониторинг реализации Программы, включая подготовку проекта доклада Президенту Российской Федерации о ходе реализации Программы, и оценку эффективности реализации Программы.

VIII. Срок реализации Программы

Срок реализации Программы - 2019 - 2027 годы.

Программа выполняется в соответствии с ежегодными планами реализации Программы.

Программу предлагается осуществлять в два этапа:

I этап - 2019 - 2024 годы;

II этап - 2025 - 2027 годы.

На I этапе реализации Программы:

будет завершено формирование сети исследовательской инфраструктуры синхротронных и нейтронных исследований

(разработок) в Российской Федерации, включая утверждение характеристик уникальных научных установок класса "мегасайенс";

будут сформированы условия (инфраструктурные, кадровые и другие) для развития синхротронных и нейтронных исследований (разработок) на территории Российской Федерации с участием представителей международного научного сообщества, образовательных организаций высшего образования, научных организаций и организаций, действующих в реальном секторе экономики;

будет обеспечено формирование научно-технического задела с использованием действующих российских и зарубежных источников синхротронного и нейтронного излучения для разработки технологий, востребованных организациями реального сектора экономики.

На II этапе реализации Программы:

будет обеспечено развитие сети исследовательской инфраструктуры синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в Российской Федерации, соответствующей международным стандартам;

будут реализованы комплексные планы синхротронных и нейтронных исследований (разработок), направленные на решение принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач;

будут обеспечены разработка и внедрение передовых наукоемких технологий;

будет обеспечена работа исследовательских (экспериментальных) станций уникальных научных установок класса "мегасайенс" в интересах российских и зарубежных организаций, действующих в реальном секторе экономики.

План-график создания (модернизации) уникальных научных установок класса "мегасайенс" и комплексов в рамках Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы представлен в приложении N 1.

План-график результатов реализации Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных

исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы (до 2024 года) представлен в приложении N 2.

IX. Финансовое обеспечение реализации Программы

Финансовое обеспечение мероприятий Программы осуществляется в том числе за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета на реализацию государственных программ Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации", "Развитие образования", "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности", а также за счет привлечения бюджетных ассигнований бюджетов субъектов Российской Федерации и средств внебюджетных источников.

Ресурсное обеспечение Программы с указанием объемов и источников финансового обеспечения мероприятий Программы представлено в приложении N 3.

Размер бюджетных ассигнований федерального бюджета определяется ежегодным планом реализации Программы и подлежит ежегодному уточнению при формировании федерального бюджета на очередной финансовый год и плановый период.

X. Целевые индикаторы и показатели Программы

Программа призвана обеспечить получение результатов синхротронных и нейтронных исследований, необходимых для создания прорывных технологий, создание и развитие исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации, а также создание условий для проведения синхротронных и нейтронных исследований на мировом уровне.

Целевые индикаторы и показатели Программы приведены в приложении N 4.

Методика расчета значений целевых индикаторов и показателей Программы приведена в приложении N 5.

XI. Ожидаемые результаты реализации Программы

При реализации Программы будут созданы (включая проектирование, строительство и техническую эксплуатацию) с использованием

ускорительных, реакторных и ядерных технологий, а также отечественной приборно-инструментальной базы для оснащения экспериментальных (исследовательских) станций следующие уникальные научные установки класса "мегасайенс":

Сибирский источник синхротронного излучения поколения 4+ (Новосибирская область) с энергией 3 ГэВ, вертикальным/горизонтальным эмиттансом не более 7,5/75 и максимальным количеством станций - 30 единиц, в том числе в 2023 году - 1 единица, в 2024 году - 6 единиц;

прототип импульсного источника нейтронов на основе реакции испарительно-скалывающего типа (г. Протвино Московской области) с током пучка 0,8 мкА (усредненный)/2,7 мкА (импульсный внутри пакета), выходом нейтронов 1015 за один цикл инжекции, мощностью протонного пучка на мишени 1 кВт, энергией протонного пучка более 1,3 ГэВ и максимальным количеством станций - 6 единиц;

Международный центр нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора "ПИК" (г. Гатчина Ленинградской области) с мощностью 100 МВт, потоком нейтронов 12×10^{14} нейтр.·см⁻²·с⁻¹ и количеством станций в 2024 году - 25 единиц;

проект уникальной научной установки "РИФ" с энергией 2 ГэВ, током пучка 200 мА, периметром около 120 м и максимальным количеством станций - 30 единиц;

модернизированный Курчатовский специализированный источник синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" с энергией 2,5 ГэВ, током пучка 200 мА, периметром 124 м и максимальным количеством станций - 30 единиц;

проект принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения (г. Протвино Московской области), с энергией кольцевого ускорителя 6 ГэВ, током пучка 200 мА, периметром более 1100 м и максимальным количеством станций - 52 станции (46 станций на кольцевом источнике синхротронного излучения и 6 станций на лазере на свободных электронах);

новейший отечественный научно-образовательный медицинский центр ядерной медицины, включающий в себя модернизированные:

комплексы ионной (углеродной) лучевой терапии с синхротроном, ускоряющим ионы углерода до энергии 450 МэВ/нуклон с интенсивностью 10^{10} ядер углерода за цикл;

комплекс протонной лучевой терапии с ускорителем протонов на энергию 250 МэВ;

онкоофтальмологический комплекс и радиоизотопный комплекс наработки широкого спектра медицинских радионуклидов для диагностики и терапии онкологических заболеваний на циклотроне Ц-80 с получением протонов с энергией 40 - 80 МэВ и интенсивностью пучка 100 мкА и более.

В ходе выполнения мероприятий Программы предусматривается достижение следующих результатов:

модернизирована исследовательская инфраструктура для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок), включая единую цифровую платформу для хранения, обработки и анализа экспериментальных данных с интегрированной в нее унифицированной системой управления экспериментом;

создан новейший отечественный научно-образовательный медицинский центр ядерной медицины, включающий в себя модернизированные комплексы ионной (углеродной), протонной лучевой терапии, онкоофтальмологический комплекс и радиоизотопный комплекс наработки широкого спектра медицинских радионуклидов для диагностики и терапии онкологических заболеваний, болезней глаза и его придаточного аппарата, болезней системы кровообращения, болезней нервной системы и иных заболеваний, разработаны типовые требования к центрам ядерной медицины;

получены научно-технологические заделы, необходимые для разработки прорывных технологий для промышленности, а также технологий, основанных на использовании свойств живых систем, органических и гибридных материалов;

обеспечена подготовка (в том числе повышение квалификации и профессиональная переподготовка) специалистов в области разработки, проектирования, строительства и технической эксплуатации источников синхротронного и нейтронного излучения;

обеспечено увеличение численности научных кадров для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок);

обеспечены разработка и внедрение образовательных программ и программ дополнительного профессионального образования по направлению "ядерная медицина";

обеспечено международное сотрудничество при создании и развитии исследовательской инфраструктуры, подготовке кадров и проведении синхротронных и нейтронных исследований (разработок), в том числе с использованием зарубежных источников синхротронного и нейтронного излучения.

Достижение результатов синхротронных и нейтронных исследований (разработок) осуществляется в том числе за счет международного сотрудничества и проведения исследований на зарубежных источниках синхротронного и нейтронного излучения.

Планирование достижения результатов осуществляется в рамках разрабатываемых ежегодных планов реализации Программы и комплексных планов синхротронных и нейтронных исследований (разработок).

ХII. Возможные риски

К основным рискам реализации Программы относятся:

экономические риски, обусловленные изменением материальных ресурсов для завершения работ по инициированным проектам;

снижение уровня заинтересованности представителей реального сектора экономики в использовании результатов синхротронных и нейтронных исследований и эффективности использования предпринимательским сообществом разработок, основанных на синхротронных и нейтронных исследованиях, осложнение финансового состояния высокотехнологичного сектора экономики и,

как следствие, снижение активности в области прикладных исследований и разработок;

отсутствие достаточного количества специалистов высокого уровня по разработке и строительству установок, а также высококвалифицированных исследователей, способных провести на них исследования мирового уровня;

технологические риски, связанные с созданием уникального оборудования нового поколения, а также с необходимостью освоения выпуска новых изделий отечественными производителями в рамках импортозамещения;

неблагоприятные изменения международной политической, экономической и технологической конъюнктуры.

Управление рисками при реализации Программы предусматривается осуществлять путем:

создания эффективной системы управления и мониторинга выполнения научно-технических проектов, в том числе своевременного реагирования на угрозы возникновения рисков;

своевременной актуализации федеральных норм и правил по безопасности;

постоянного мониторинга мероприятий, связанных с подготовкой высококвалифицированных кадров по направлениям реализации Программы.

Приложение N 1
к Федеральной научно-технической
программе развития синхротронных
и нейтронных исследований
и исследовательской инфраструктуры
на 2019 - 2027 годы

ПЛАН-ГРАФИК
СОЗДАНИЯ (МОДЕРНИЗАЦИИ) УНИКАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ УСТАНОВОК
КЛАССА
"МЕГАСАЙЕНС" И КОМПЛЕКСОВ В РАМКАХ ФЕДЕРАЛЬНОЙ

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ СИНХРОТРОННЫХ
И НЕЙТРОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ НА 2019 - 2027 ГОДЫ**

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	
1. Создание принципиально нового перспективного источника, превосходящим характеристикам действующие и проектируемые международные источники излучения			
БЛОК "Исследования и разработки (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы)"			
1.1.	Разработка концепции проекта и задания на проектирование принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения	федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный исследовательский центр" Курчатовский институт" (далее - национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"), Минобрнауки России	30 июня 2020 г.

1.2.	Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке ускорительного комплекса и экспериментальных станций, включая создание опытных образцов	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
------	--	--	----------------

БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"

1.3.	Проектные и изыскательские работы по проектированию принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
------	---	--	----------------

1.4.	Получение положительного заключения государственной экспертизы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
------	--	--	----------------

1.5.	Строительно-монтажные работы зданий, инженерной инфраструктуры	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 апреля 2027
------	--	--	----------------

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закуп

1.6.	Поставка оборудования участка сборки и испытания узлов и систем, включая монтаж и пусконаладочные работы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
------	--	--	----------------

1.7.	Поставка оборудования инжекционного и накопительного комплексов, экспериментальных станций I-й очереди, включая монтаж и пусконаладочные работы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
------	---	--	----------------

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

1.8.	Принципиально новый перспективный источник, превосходящий по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения сдан в промышленную эксплуатацию	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 декабря 202
------	--	--	----------------

2. Модернизация Курчатовского специализированного источника синх Курчатов"

БЛОК "Исследования и разработки (научно-исследовательские и опытные"

2.1.	Разработка концепции проекта и задания на проектирование Курчатовского источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 февраля 202
------	---	--	----------------

БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"

2.2.	Проектные и изыскательские работы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 августа 2021
2.3.	Получение положительного заключения государственной экспертизы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202

2.4.	Строительно-монтажные работы, замена инженерных систем здания Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 ноября 2022
------	--	--	----------------

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка)

2.5.	Демонтаж действующего линейного ускорителя и малого накопителя	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 июня 2022 г
------	--	--	----------------

2.6.	Поставка узлов и систем линейного ускорителя, электронно-оптических каналов, бустерного синхротрона, большого накопителя, инженерных систем, включая монтаж и пусконаладочные работы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 декабря 2022 <*>
------	--	--	------------------------

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

2.7.	Модернизированный Курчатовский специализированный источник синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" введен в промышленную эксплуатацию	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 декабря 202 <*>
------	--	--	--------------------

3. Создание прототипа импульсного источника нейтронов на основе рскальвающего типа (г. Протвино Московской области)

БЛОК "Исследования и разработки (научно-исследовательские и опыты"

3.1.	Подготовка обоснования и технического задания на реализацию проекта	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
3.2.	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по критическим позициям (n-генер. мишень, МОЭ, драйверный протонный пучок, Н-минус, перезарядная инжекция и др.)	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202

БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"

3.3.	Проектно- изыскательские работы и разработка проекта строительной части существующего комплекса зданий N 3 - бустер	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
3.4.	Строительно- монтажные работы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 202

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закуп

3.5.	Разработка рабочей документации на текущий ремонт и дооснащение технологических систем ускорителей и инженерных систем	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
3.6.	Изготовление и поставка оборудования, узлов и элементов систем	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 202

3.7.	Монтаж оборудования источника и инженерной инфраструктуры	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 202
3.8.	Выполнение комплексных пусконаладочных работ	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 202
3.9.	Подготовка и получение разрешительных документов и ввод в эксплуатацию	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 декабря 202
БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"			
3.10.	Отработка технологии изготовления и эксплуатации источника отрицательных ионов водорода для ускорителей заряженных частиц	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 декабря 202

3.11.	Внедрение технологии перезарядной инъекции пучка в протонный синхротрон	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 2020
3.12.	Отработка технологии получения коротких импульсов нейтронов с помощью пучка протонов и плотной генерирующей мишени	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 декабря 2020

4. Проектирование уникальной научной установки класса "мегасайенс"

БЛОК "Исследования и разработки (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы)"

4.1.	Разработка концепции проекта и задания на проектирование	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 марта 2020
------	--	--	---------------

БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"

4.2.	Проектные и изыскательские работы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 июня 2020 г.
------	-----------------------------------	--	-----------------

4.3.	Получение положительного заключения государственной экспертизы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
4.4.	Строительство здания для размещения конструктивных блоков и агрегатов источника синхротронного излучения	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 октября 202

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка)

4.5.	Установка составных элементов и комплектующих синхротронного источника на о. Русский	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 202
------	--	--	----------------

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

4.6.	Уникальная научная установка класса "мегасайенс" (о. Русский) введена в промышленную эксплуатацию	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 декабря 202
------	---	--	----------------

5. Создание новейшего отечественного Научно-образовательного медицинского центра, включающего в себя модернизированные комплексы ионно-лучевой терапии, онкофтальмологический комплекс и радиоизотопный комплекс широкого спектра медицинских радионуклидов для диагностики и лечения заболеваний на базе НИЦ "Курчатовский институт"

5.1. Модернизация комплекса ионной лучевой терапии

Этап 1. Комплекс ионной лучевой терапии на действующем ускорителе

БЛОК "Исследования и разработки (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы)"

5.1.1.	Разработка, изготовление и формирование углеродного пучка	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	1 июля 2021 г.
5.1.2.	Разработка и создание автоматизированной системы управления формированием и выводом пучка в медицинские кабины	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2024 г. (1-я опытная автоматизированная система управления) 28 июня 2024 г. (типовая автоматизированная система управления)

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка)"

5.1.3.	Закупка сертифицированного дозиметрического и рентгеновского оборудования и материалов	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2024 г.
--------	--	--	--------------------

5.1.4.	Создание, монтаж и пусконаладка магнитооптического оборудования	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	29 декабря 202
5.1.5.	Создание 3 медицинских кабин с комплексом медицинского оборудования	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 202
5.1.6.	Разработка проекта для текущего ремонта помещений в экспериментальном зале и здании 8	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
5.1.7.	Текущий ремонт помещений в экспериментальном зале и здании 8	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

5.1.8.	Разработка системы планирования облучения углеродным пучком	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	26 декабря 202
5.1.9.	Клиническая апробация технологий лечения онкологических новообразований с использованием ядерных технологий <*>	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	29 декабря 202

Этап 2. Модернизация отечественного синхротрона для ионно-лучевой типовой прототипа отечественного клинического центра ионной угле

БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"

5.1.10.	проектирование, инженерно-изыскательские работы, экспертиза проекта	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 июля 2023 г
5.1.11.	Реконструкция и строительство здания комплекса и инженерных систем	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 202

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закуп

5.1.12.	Разработка и изготовление магнитооптических элементов синхротрона	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 июля 2023 г
5.1.13.	Разработка и изготовление каналов транспортировки пучка	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 2023 г
5.1.14.	Закупка узлов, комплектующих и материалов, изготовление вакуумных систем	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 2023 г
5.1.15.	Закупка узлов, комплектующих и материалов, изготовление систем питания	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 2023 г

5.1.16.	Разработка и изготовление систем автоматизации	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
5.1.17.	Разработка и изготовление медицинских блоков и каналов транспортировки пучка	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 202
5.1.18.	Сборка, физический запуск, сертификация прототипа синхротрона для ионно-лучевой терапии	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

5.1.19.	Клиническая апробация технологий лечения онкологических новообразований с использованием ядерных технологий <***>	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
---------	---	--	----------------

5.2. Модернизация онкоофтальмологического комплекса

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закуп)

5.2.1.	Разработка рабочей конструкторской документации	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 202
5.2.2.	Закупка основных узлов и изготовление оборудования процедурного кабинета, тракта транспортировки терапевтического пучка	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
5.2.3.	Текущий ремонт здания комплекса	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 сентября 20
5.2.4.	Закупка компонентов и монтаж медицинского тракта и радиационной защиты	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 сентября 20
5.2.5.	Ввод в эксплуатацию комплекса	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

5.2.6.	Закупка программного обеспечения и автоматизации	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 июля 2021 г
5.2.7.	Монтаж и наладка оборудования комплекса	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 2021 г
5.2.8.	Клиническая апробация технологий лечения онкологических новообразований с использованием ядерных технологий <*>	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней имени Гельмгольца" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Минобрнауки России	30 декабря 2021 г

5.3. Модернизация радиоизотопного комплекса для получения спектров диагностики и терапии онкологических, сердечно-сосудистых, неврологических офтальмологических заболеваний

Пусковой комплекс 1: проект получения медицинских радионуклидов сепараторном комплексе

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка)

5.3.1.	Закупка компонентов и изготовление мишенного материала из карбида тория высокой плотности	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 октября 202
5.3.2.	Разработка технологической и конструкторской документации масс-сепараторной мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
5.3.3.	Закупка компонентов и изготовление масс-сепаратора	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Акционерное общество "НИИЭФА им. Д.В. Ефремова", Минобрнауки России	28 октября 202

5.3.4.	Изготовление масс-сепараторной мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Акционерное общество "НИИЭФА им. Д.В. Ефремова", Минобрнауки России	30 декабря 202
5.3.5.	Закупка и монтаж радиационной защиты масс-сепараторной мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 ноября 202
5.3.6.	Закупка источников питания и изготовление нестандартного оборудования для работы с высоко radioактивными мишенями и источниками излучения	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 октября 202

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

5.3.7.	Тестирование мишенного материала из карбида тория высокой плотности с использованием масс-сепаратора ИРИС	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
--------	---	---	----------------

5.3.8.	Сборка и проведение испытаний масс-сепараторного комплекса на циклотроне Ц-80	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
--------	---	--	----------------

Пусковой комплекс 2: проект получения генераторных радиоизотопов комплексе

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закуп

5.3.9.	Разработка технологической и конструкторской документации высокотемпературной мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 202
--------	--	--	---------------

5.3.10.	Изготовление мишенной станции для высокотемпературного выделения целевых радионуклидов	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 августа 202
---------	--	--	----------------

5.3.11.	Изготовление радиационной защиты	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	1 октября 202
---------	----------------------------------	--	---------------

5.3.12.	Закупка материалов и изготовление нестандартного оборудования для работы с высокорadioактивными мишенями	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
---------	--	--	----------------

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

5.3.13.	Высокотемпературное тестирование и облучение мишенных материалов в виде хлористого и металлического рубидия и металлического галлия на высоковакуумном стенде	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 августа 202
---------	---	--	----------------

5.3.14.	Сборка и проведение испытаний высокотемпературного комплекса на циклотроне Ц-80	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
---------	---	--	----------------

Пусковой комплекс 3: проект получения генераторных радиоизотопов комплексе

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закуп

5.3.15.	Закупка материалов и изготовление нестандартного оборудования для работы с высокорadioактивными мишенями	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
5.3.16.	Разработка технологической и конструкторской документации радиохимической мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 декабря 202
5.3.17.	Изготовление мишенной станции для радиохимического выделения целевых радионуклидов	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	1 ноября 2023
5.3.18.	Изготовление радиационной защиты	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

5.3.19.	Тестирование и облучение мишенных материалов с использованием радиохимического выделения Sr-82 и Ge-68 из мишенных материалов в виде хлористого и металлического рубидия и металлического галлия	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 июля 2021 г
---------	--	--	----------------

5.3.20.	Сборка и проведение испытаний радиохимического комплекса на циклотроне Ц-80	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2021 г
---------	---	--	-------------------

5.4. Модернизация комплекса протонной лучевой терапии

БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"

5.4.1.	Капитальный ремонт здания ПЛТ	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2021 г
--------	-------------------------------	--	-------------------

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка)

5.4.2.	Разработка и изготовление инжектора, кольцевого ускорителя, каналов транспортировки пучка к гантри и к кабинету с горизонтальным фиксированным пучком, канала транспортировки пучка в гантри	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 2021
5.4.3.	Разработка и изготовление оборудования гантри и носика гантри	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 2021
5.4.4.	Разработка и изготовление лучевой установки на горизонтальном фиксированном пучке	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 2021

5.4.5.	Закупка оборудования инфраструктуры отделения дистанционной лучевой терапии: средства иммобилизации, базовой топографии, системы мониторинга пучка и клинической дозиметрии, программное обеспечение	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
--------	--	--	----------------

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

5.4.6	Клиническая апробация технологий лечения онкологических новообразований с использованием ядерных технологий <***>	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 202
-------	---	--	----------------

6. Ввод в эксплуатацию (включая проектирование, строительство и тестирование) исследовательских станций Международного центра нейтронных исследований высокотоочного реактора "ПИК" (г. Гатчина Ленинградской области)

6.1	Техническая готовность к освоению мощности до 10 МВт	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.2.	Нормативная готовность к освоению мощности до 10 МВт	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202

6.3.	Ввод в строй не менее 5 нейтронных станций первой очереди на базе высокопоточного реактора "ПИК"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.4.	Проектирование приборной базы Международного центра нейтронных исследований на базе высокоточного реактора "ПИК": 25 нейтронных станций на базе высокопоточного реактора "ПИК"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.5.	Разработка, постановка на производство, изготовление и поставка тепловыделяющих сборок "ПИК-2"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Акционерное общество "ТВЭЛ"	20 декабря 202
6.6.	Вывод реактора ПИК на проектные мощности	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.7.	Техническая готовность к освоению мощности до 100 МВт	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202

6.8.	Нормативная готовность к освоению мощности до 100 МВт	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.9.	Подготовка экспериментальных каналов реактора "ПИК"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.10.	Техническое перевооружение спецочистных сооружений Цеха дезактивации	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.11.	Источники холодных нейтронов на каналах ГЭК-2 и ГЭК-3	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.12.	Источник горячих нейтронов	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.13.	Источник ультрахолодных нейтронов на канале ГЭК-4	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202

6.14.	Нейтронородная система с радиационной защитой	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.15.	Создание не менее 20 нейтронных станций на базе высокопоточного реактора ПИК	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.16.	Установки для исследований по физике конденсированного состояния: дифракометры (3 штуки), спектрометры (5 штук), установки малоуглового рассеяния нейтронов (3 штуки), рефлектометры нейтронов (2 штуки), установки для исследований по ядерной физике (7 штук)	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202
6.17.	Аналитический центр для молекулярно-биофизических исследований и системы окружения образца	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 202

7. Создание источника синхротронного излучения поколения 4+ (Ново

БЛОК "Исследования и разработки (научно-исследовательские и опытные

7.1.	Разработка задания на проектирование объекта источника синхротронного излучения поколения 4+ (Новосибирская область)	федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук", Минобрнауки России	9 января 2020
7.2.	Выполнение научно-исследовательских работ для ускорительного комплекса	федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, Минобрнауки России	20 декабря 202
7.3.	Выполнение научно-исследовательских работ для экспериментальных станций	федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской	20 декабря 202

академии наук,
федеральное
государственное
бюджетное
учреждение науки
Институт
гидродинамики им.
М.А. Лаврентьева
Сибирского
отделения
Российской
академии наук,
федеральное
государственное
бюджетное
учреждение науки
Институт геологии и
минералогии им.
В.С. Соболева
Сибирского
отделения
Российской
академии наук,
федеральное
государственное
бюджетное
учреждение науки
"Федеральный
исследовательский
центр "Институт
катализа им. Г.К.
Борескова
Сибирского
отделения
Российской
академии наук",
Минобрнауки
России

7.4.	Выполнение ОКР для ускорительного комплекса	федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, Минобрнауки России	20 декабря 202
------	---	---	----------------

7.5.	Выполнение опытно-конструкторских работ для экспериментальных станций	федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук", федеральное государственное унитарное предприятие Экспериментальный завод научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро Российской академии наук, Минобрнауки России	20 декабря 202
------	---	--	----------------

БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"

7.6.	Проектно-изыскательские работы	федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук", Генеральный проектировщик, Генеральный конструктор, Генеральный разработчик	21 августа 2021
7.7.	Получение положительного заключения государственной экспертизы	федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук", Минобрнауки России	29 января 2021

7.8.	Завершено создание источника синхротронного излучения поколения 4+ (инжекционный комплекс, основное кольцо, 1 экспериментальная станция)	федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук", Генеральный подрядчик, Генеральный проектировщик, Генеральный разработчик	31 января 2023
------	--	---	----------------

7.9.	Строительно-монтажные работы	федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук", Генеральный подрядчик, Генеральный проектировщик, Генеральный разработчик	25 декабря 202
------	------------------------------	---	----------------

БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закуп

7.10.	Поставка технологического оборудования, включая монтаж и пусконаладочные работы	федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук"	30 сентября 20
-------	---	--	----------------

БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"

7.11.	Источник синхротронного излучения поколения 4+ введен в промышленную эксплуатацию	федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук"	31 декабря 202
-------	---	--	----------------

<*> Срок может быть уточнен с учетом рассмотрения Советом по реализации Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы вопроса о плановых сроках вывода из эксплуатации Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" для осуществления его модернизации с учетом необходимости исполнения обязательств по заключенным контрактам (в том числе международным) на проведение научных исследований (работ).

<***> В том числе в рамках соглашений на проведение клинической апробации, заключенных между национальным исследовательским центром "Курчатовский институт" и профильными федеральными научными организациями, осуществляющими медицинскую деятельность.

Приложение N 2
к Федеральной научно-технической
программе развития синхротронных
и нейтронных исследований
и исследовательской инфраструктуры
на 2019 - 2027 годы

ПЛАН-ГРАФИК
РЕЗУЛЬТАТОВ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ СИНХРОТРОННЫХ И НЕЙТРОННЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА 2019 - 2027 ГОДЫ
(ДО 2024 ГОДА)

Результаты по годам реализации Программы

2020 год	2021 год	2022 год
----------	----------	----------

Результаты по разделу "Создание принципиально нового перспективных характеристик действующие и проектируемые международные истс

<p>физическое обоснование, задание на проектирование</p>	<p>промежуточные отчеты о выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по разработке ускорительного комплекса и экспериментальных станций, включая создание опытных образцов</p>	<p>итоговые отчеты о выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по разработке ускорительного комплекса и экспериментальных станций, включая создание опытных образцов</p>
--	---	--

Результаты по разделу "Модернизация Курчатова специализирова "КИСИ-Курчатова":

задание на проектирование	технический проект модернизации Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов"	проведение модернизации Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов", ввод в эксплуатацию <*>
---------------------------	--	---

Результаты по разделу "Создание прототипа импульсного источника н скальвающего типа (г. Протвино Московской области)":

физическое обоснование и техническое задание на проект	промежуточный отчет о выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по разработке n-генерирующей мишенной станции, магнитооптическим элементам и оптике канала транспортировки пучка, системе охлаждения	проект реконструкции строительной части существующего комплекса зданий N 3 - бустер
--	--	---

Результаты по разделу "Проект уникальной научной установки класса "

--

задание на проектирование	технический проект уникальной научной установки класса "мегасайенс" (о. Русский), здание для размещения блоков и агрегатов синхротронного источника на о. Русский	-
---------------------------	---	---

Результаты по разделу "Создание источника синхротронного излучения"

отчеты о выполнении научно-исследовательской работы ускорительного комплекса и экспериментальных станций, проект установки класса "мегасайенс" "Центр коллективного пользования "Сибирский кольцевой источник фотонов"	стенды испытаний и измерений ускорительного комплекса и экспериментальных станций	-
--	---	---

Результаты по разделу "Создание новейшего научно-образовательного включающего в себя модернизированные комплексы ионной (углеродный онкофтальмологический комплекс и радиоизотопный комплекс на радионуклидах для диагностики и терапии онкологических заболеваний) бюджетного учреждения "Национальный исследовательский центр "Ку

разработка типовых требований к центрам ядерной медицины	проект типового положения о центре ядерной медицины, порядка его деятельности, требований к центру	создание типовых цент Федерации
--	--	------------------------------------

Комплекс ионной лучевой терапии

экспериментальное подтверждение поперечной неравномерности дозного поля менее 5 процентов	сертификация лучевой установки	получение разрешения Росздравнадзора; облучение первых пациентов
---	--------------------------------	--

Онкоофтальмологический комплекс

изготовление медицинского изделия для проведения лечения пациентов с использованием ядерных технологий при злокачественных новообразованиях глаз	изготовление основных элементов лучевой установки	изготовление и монтаж медицинского тракта, радиационной защиты и оборудования
--	---	---

Радиоизотопный комплекс для получения спектра радиоизотопов для сердечно-сосудистых, неврологических и офтальмологических заболеваний

<p>патент на мишенное устройство из карбида тория, патент на получение радионуклида Pb-212</p>	<p>разработана технология получения радиоизотопов Sr-82, Ge-68 радиохимическим методом</p>	<p>разработана технология получения радиоизотопов, альфа эмиттеров масс-сепараторным методом</p>
--	--	--

Комплекс протонной лучевой терапии

<p>разработка медико-технических требований на основное оборудование, эскизный проект на специализированный медицинский ускоритель протонов</p>	<p>изготовление рамы гантри и носика гантри</p>	<p>разработка и изготовление инжектора, кольцевого ускорителя каналов транспортировки пучка к гантри и к кабинету с горизонтальным фиксированным пучком</p>
---	---	---

<*> Срок может быть уточнен с учетом рассмотрения Советом по реализации Федеральной научно-технической программы развития

синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы вопроса о плановых сроках вывода из эксплуатации Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" для осуществления его модернизации с учетом необходимости исполнения обязательств по заключенным контрактам (в том числе международным) на проведение научных исследований (работ).

Приложение N 3
к Федеральной научно-технической
программе развития синхротронных
и нейтронных исследований
и исследовательской инфраструктуры
на 2019 - 2027 годы

**РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ
СИНХРОТРОННЫХ И НЕЙТРОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА 2019 - 2027 ГОДЫ <*>**

(млн. рублей)

Наименование мероприятия	Исполнитель мероприятия	Источники финансирования мероприятия	Всего
Мероприятие 1. Проведение синхротронных и нейтронных исследований (разработок), необходимых для решения принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных	Минобрнауки России	государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"	29549,6

задач, в том числе:
поддержка научных и научно-технических проектов, выполняемых образовательными организациями высшего образования, научными организациями, в том числе совместно с организациями, действующими в реальном секторе экономики, представителями международного научного сообщества, включая проекты исследователей в возрасте до 39 лет; поддержка разработки и трансфера прорывных технологий, созданных с использованием результатов синхротронных и нейтронных исследований, а также ускорительных, реакторных и ядерных технологий.

<p>Мероприятие 2. Создание сетевой синхротронной и нейтронной научно-исследовательской инфраструктуры на территории Российской Федерации, в том числе:</p>	<p>Минобрнауки России с участием федерального государственного бюджетного учреждения "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"</p>	<p>государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"</p>	<p>104868,</p>
<p>проектирование уникальных научных установок класса "мегасайенс"</p>	<p>Минобрнауки России с участием федерального государственного бюджетного учреждения "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"</p>	<p>государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"</p>	<p>90526,4</p>

<p>создание и развитие на базе научных организаций и образовательных организаций высшего образования лабораторий и центров, включая центры коллективного пользования, обеспечивающих ускоренное развитие синхротронных и нейтронных исследований, ускорительных и реакторных технологий</p>	<p>Минобрнауки России</p>	<p>государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"</p>	<p>14340</p>
<p>Мероприятие 3. Подготовка специалистов в области разработки, проектирования и строительства источников синхротронного и нейтронного излучения, а также научных кадров для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в целях получения</p>	<p>Минобрнауки России</p>	<p>государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"</p>	<p>1900</p>

результатов мирового уровня, в том числе: разработка и реализация образовательных программ высшего образования и дополнительных профессиональных программ, направленных на создание прорывных технологических решений с применением синхротронных и нейтронных источников; организация и проведение научных конференций, школ и семинаров для исследователей и обучающихся по направлениям реализации Программы в возрасте до 39 лет; формирование единого научно-образовательного пространства в области синхротронных и нейтронных исследований, создание условий для работы экспертного

<p>сообщества по направлениям реализации Программы; организацию научно-просветительской и профориентационной работы со школьниками для формирования устойчивого интереса к исследовательской деятельности на уникальных научных установках класса</p>			
<p>"Мегасайенс" Мероприятие 4. Управление Программой, в том числе: методическое, организационно-техническое, информационное и экспертное обеспечение реализации Программы, включая научно-техническую экспертизу проектов и результатов реализации Программы, координацию ее реализации с международными проектами по созданию и эксплуатации</p>	<p>Минобрнауки России</p>	<p>государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"</p>	<p>2000</p>

уникальных научных установок класса "мегасайенс"; оперативный мониторинг реализации Программы, включая подготовку проекта доклада Президенту Российской Федерации о ходе реализации Программы и оценку эффективности реализации Программы			
		Всего	138318,
		федеральный бюджет - всего	132298,
		бюджеты субъектов Российской Федерации - всего	-
		внебюджетные источники - всего <*>	6020

<*> Ресурсное обеспечение реализации Программы будет уточнено после утверждения Советом по реализации Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы технических характеристик объектов исследовательской

инфраструктуры.

<*> Ресурсное обеспечение реализации Программы за счет внебюджетных источников будет уточнено после утверждения Советом по реализации Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы технических характеристик объектов исследовательской инфраструктуры.

Приложение N 4
к Федеральной научно-технической
программе развития синхротронных
и нейтронных исследований
и исследовательской инфраструктуры
на 2019 - 2027 годы

ЦЕЛЕВЫЕ ИНДИКАТОРЫ И ПОКАЗАТЕЛИ
ФЕДЕРАЛЬНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ
СИНХРОТРОННЫХ И НЕЙТРОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ НА 2019 - 2027 ГОДЫ

наименование целевого индекса (показателя)	Единица измерения	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
1. Количество введенных в эксплуатацию в рамках реализации Программы экспериментальных станций на отечественных синхротронных и нейтронных установках, нарастающим итогом	единиц	-	5	5	5	6

2.	Количество разработанных или адаптированных ускорительных и реакторных технологий, технических решений, нарастающим итогом	единиц	-	2	5	8	12
3.	Количество разработанных или адаптированных измерительных и (или) метрологических методик, основанных на использовании синхротронного или нейтронного излучения, нарастающим итогом	единиц	-	4	6	12	12
4.	Численность специалистов в области разработки, проектирования, строительства и технической эксплуатации, прошедших подготовку, повышение квалификации или профессиональную переподготовку и трудоустроенных по специальности	человек	-	60	90	120	170

5.	Численность научных кадров, прошедших подготовку, повышение квалификации или профессиональную переподготовку по направлениям реализации Программы и трудоустроенных по специальности	человек	-	50	75	150	225
6.	Доля времени работы исследовательских (экспериментальных) станций уникальных научных установок класса "мегасайенс" в интересах российских и зарубежных организаций, действующих в реальном секторе экономики в общем времени работы исследовательских (экспериментальных) станций уникальных научных установок класса "мегасайенс"	процентов	1	2	3	5	7

7.	Количество публикаций в области синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в журналах, индексируемых в международных базах данных	единиц	570	600	630	670	710
8.	Количество заявок на получение патентов на изобретения в области синхротронных и нейтронных исследований (разработок), а также разработанных в процессе создания новых и модернизации существующих источников синхротронного излучения и нейтронов	единиц	8	16	19	23	30

9.	Количество новых или усовершенствованных технологий получения и контроля качества конструкционных и функциональных материалов, изделий на их основе, перешедших в стадию внедрения, нарастающим итогом	единиц	-	1	3	6	8
10.	Количество новых или усовершенствованных биомедицинских, продовольственных и других технологий, основанных на использовании свойств живых систем, органических и гибридных материалов, перешедших в стадию внедрения, нарастающим итогом	единиц	-	-	1	3	5
11.	Количество пациентов, прошедших лечение с использованием ядерных технологий	человек	-	-	-	-	50

12.	Количество внедренных технологий в области ядерной медицины	единиц	-	1	2	3	4
-----	---	--------	---	---	---	---	---

Приложение N 5
к Федеральной научно-технической
программе развития синхротронных
и нейтронных исследований
и исследовательской инфраструктуры
на 2019 - 2027 годы

МЕТОДИКА

РАСЧЕТА ЗНАЧЕНИЙ ЦЕЛЕВЫХ ИНДИКАТОРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЕДЕРАЛЬНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ СИНХРОТРОННЫХ И НЕЙТРОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА 2019 - 2027 ГОДЫ

1. Значение целевого индикатора "Количество введенных в эксплуатацию в рамках реализации Программы экспериментальных станций на отечественных синхротронных и нейтронных установках" за i -й год (I_{zi}) рассчитывается по формуле:

$$I_{zi} = \sum_j^i y_j,$$

где y_j - количество введенных в эксплуатацию в рамках реализации Программы экспериментальных станций на отечественных синхротронных и нейтронных установках за j -й год реализации Программы, подтвержденное актами ввода в эксплуатацию (j изменяется от 1 до i).

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы от участников Программы.

2. Значение целевого индикатора "Количество адаптированных и разработанных в рамках реализации Программы ускорительных и реакторных технологий, технических решений" за i -й год (I_{zi}) рассчитывается по формуле:

$$И_{4i} = \sum_1^i T_j,$$

где T_j - количество адаптированных и разработанных в рамках реализации программы ускорительных и реакторных технологий, технических решений (макеты, рабочая конструкторская документация, опытные образцы, технические инструкции и т.д.), за j -й год реализации Программы (j изменяется от 1 до i).

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы от участников Программы.

3. Значение целевого индикатора "Количество разработанных или адаптированных измерительных и (или) метрологических методик, основанных на использовании синхротронного или нейтронного излучения" за i -й год ($И5i$) рассчитывается по формуле:

$$И_{5i} = \sum_1^i M_j,$$

где M_j - количество разработанных или адаптированных измерительных и (или) метрологических методик, основанных на использовании синхротронного или нейтронного излучения, за j -й год реализации Программы (j изменяется от 1 до i).

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором в ходе реализации Программы от участников Программы.

4. Значение целевого индикатора "Численность специалистов в области разработки, проектирования, строительства и технической эксплуатации, прошедших подготовку, повышение квалификации или профессиональную переподготовку и трудоустроенных по специальности" за i -й год ($И4i$) рассчитывается по формуле:

$$И_{4i} = \sum_1^i E_j,$$

где E_j - количество специалистов в области разработки, проектирования, строительства и технической эксплуатации, прошедших подготовку, повышение квалификации или профессиональную переподготовку и трудоустроенных по

специальности в рамках Программы за j-й год реализации Программы (j изменяется от 1 до i).

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы от участников Программы.

5. Значение целевого индикатора "Численность научных кадров, прошедших подготовку, повышение квалификации или профессиональную переподготовку по направлениям реализации Программы и трудоустроенных по специальности" за i-й год (И5i) рассчитывается по формуле:

$$И_{5i} = \sum_j^i E_j,$$

где E_j - количество научных кадров, прошедших подготовку, повышение квалификации или профессиональную переподготовку по направлениям реализации Программы и трудоустроенных по специальности, за j-й год реализации Программы (j изменяется от 1 до i).

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы от участников Программы.

6. Значение целевого индикатора "Доля времени работы исследовательских (экспериментальных) станций уникальных научных установок класса "мегасайенс" в интересах российских и зарубежных организаций, действующих в реальном секторе экономики" за i-й год (И6i) рассчитывается по формуле:

$$И_{6i} = \sum_j^i \frac{R_j}{S_j} \times 100\%,$$

где:

R_j - время работы исследовательских (экспериментальных) станций уникальных научных установок класса "мегасайенс" в интересах российских и зарубежных организаций, действующих в реальном секторе экономики за j-й год (j изменяется от 1 до i);

S_j - общее время работы исследовательских (экспериментальных)

станций уникальных научных установок класса "мегасайенс" за j-й год.

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы от участников Программы.

7. Значение целевого индикатора "Количество публикаций в области синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в журналах, индексируемых в международных базах данных" (И1) соответствует количеству научных статей в области исследований (разработок), выполненных с использованием синхротронного и нейтронного излучения, а также в области развития ускорительных и реакторных технологий, основанных на использовании синхротронного и нейтронного излучения, опубликованных российскими исследователями в научных журналах, индексируемых в базе данных "Сеть науки" (Web of Science Core Collection (WoS)), а также сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы.

Количество публикаций в WoS определяется на основе поискового запроса в указанной базе данных по темам "импульсный источник нейтронов на основе реакции испарительно-скалывающего типа", "рассеяние нейтронов", "дифракция нейтронов", "синхротрон".

8. Значение целевого индикатора "Количество заявок на получение патентов на изобретения в области синхротронных и нейтронных исследований (разработок), а также разработанных в процессе создания новых и модернизации существующих источников синхротронного излучения и нейтронов" за i-й год (И2) соответствует общему количеству заявок на получение патентов, полученных участниками Программы, при соблюдении хотя бы одного из следующих условий:

при подготовке заявок на получение патентов использовались данные, полученные с использованием синхротронного или нейтронного излучения;

материалы для заявок на получение патентов разработаны в процессе создания новых и модернизации существующих источников синхротронного излучения и нейтронов;

материалы для заявок на получение патентов разработаны в процессе разработки новых ускорительных или реакторных технологий;

материалы для заявок на получение патентов разработаны в процессе создания экспериментальных станций или разработки применяемых на них исследовательских методик.

Источником исходной информации являются сведения из базы данных Федерального института промышленной собственности, а также сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы.

9. Значение показателя "Количество новых или усовершенствованных технологий получения и контроля качества конструкционных и функциональных материалов, изделий на их основе, перешедших в стадию внедрения" за i -й год ($I9_i$) рассчитывается по формуле:

$$I_{9i} = \sum_j^i N_j,$$

где N_j - количество новых или усовершенствованных технологий получения и контроля качества конструкционных и функциональных материалов, изделий на их основе, перешедших в стадию внедрения, за j -й год реализации Программы (j изменяется от 1 до i).

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы от участников Программы.

10. Значение показателя "Количество новых или усовершенствованных биомедицинских, продовольственных и других технологий, основанных на использовании свойств живых систем, органических и гибридных материалов, перешедших в стадию внедрения" за i -й год ($I10_i$) рассчитывается по формуле:

$$I_{10i} = \sum_j^i B_j,$$

где B_j - количество новых или усовершенствованных биомедицинских, продовольственных и других технологий, основанных на использовании свойств живых систем, органических и гибридных материалов, перешедших в стадию внедрения, за j -й год реализации Программы (j изменяется от 1 до i).

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы от участников Программы.

11. Значение показателя "Количество пациентов, прошедших лечение с использованием ядерных технологий" за i -й год (I_{11i}) рассчитывается по формуле:

$$I_{11i} = \sum_j^i Y_j,$$

где Y_j - количество пациентов, прошедших лечение с использованием ядерных технологий за j -й год реализации Программы (j изменяется от 1 до i).

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы от участников Программы.

12. Значение показателя "Количество внедренных технологий в области ядерной медицины" за i -й год (I_{12i}) рассчитывается по формуле:

$$I_{12i} = \sum_j^i T_j,$$

где T_j - количество внедренных технологий в области ядерной медицины за j -й год реализации Программы (j изменяется от 1 до i).

Источником исходной информации являются сведения, получаемые заказчиком - координатором Программы от участников Программы.