



# ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

## ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 16 марта 2020 г. № 287

МОСКВА

### **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. № 356 "О мерах по развитию синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации" Правительство Российской Федерации **п о с т а н о в л я е т :**

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. № 287

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА  
развития синхротронных и нейтронных исследований  
и исследовательской инфраструктуры на 2019 - 2027 годы**

П А С П О Р Т

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. № 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

- 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.

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.

Финансовое обеспечение Программы может быть скорректировано при утверждении технических проектов создания (модернизации) объектов исследовательской инфраструктуры, включая уникальные научные установки класса "мегасайенс"

Источники  
финансирования  
Программы

- 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

Целевые  
индикаторы и  
показатели  
Программы

- 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 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;

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;

количество новых или усовершенствованных технологий получения и контроля качества конструкционных и функциональных материалов, изделий на их основе, перешедших в стадию внедрения, - не менее 28;

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;  
 число лиц, прошедших диагностику и лечение с использованием ядерных технологий, - не менее 1800 человек;  
 количество внедренных технологий в области ядерной медицины - не менее 15

Ожидаемые  
 результаты  
 реализации  
 Программы

- создан (включая проектирование, строительство и техническую эксплуатацию) источник синхротронного излучения поколения 4+ (Новосибирская область) (ЦКП "СКИФ");
- создан (включая техническую эксплуатацию) прототип импульсного источника нейтронов на основе реакции испарительно-скалывающего типа (г. Протвино Московской области);
- 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);
- разработан проект уникальной научной установки класса "мегасайенс" (о. Русский);
- модернизирован Курчатовский специализированный источник синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов" (г. Москва);
- создан (включая проектирование, строительство и техническую эксплуатацию) принципиально новый перспективный источник, превосходящий по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения;
- 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;
- 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, онкофтальмологический 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); 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

## 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), внутрисполостное 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. № 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 позволят 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) информацию 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. № 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 нанoeлектроники, 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 взаимосвязанных 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. № 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 отработки 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. № 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, онкофтальмологический 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 № 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 № 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 № 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 № 4.

Методика расчета значений целевых индикаторов и показателей Программы приведена в приложении № 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  $10^{15}$  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  $12 \times 10^{14}$  нейтр. $\cdot$ см<sup>-2</sup> $\cdot$ с<sup>-1</sup> 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 № 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	Вид документа
1. Создание принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного 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.	утвержденное научно-техническим советом задание на проектирование принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
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 2024 г.	отчеты о выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ акты выполненных работ по созданию опытных образцов
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 2023 г.	технический проект создания принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения
1.4. Получение положительного заключения государственной экспертизы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 2024 г.	положительное экспертное заключение, полный комплект рабочей документации
1.5. Строительно-монтажные работы зданий, инженерной инфраструктуры	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 апреля 2027 г.	заключение о соответствии, разрешение на ввод в эксплуатацию принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
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 2024 г.	акт выполненных работ по созданию участка сборки испытания узлов и систем принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения
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 2027 г.	акт выполненных работ по монтажу оборудования инжекционного и накопительного комплексов, экспериментальных станций I-й очереди
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 2027 г.	акт запуска принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения
2. Модернизация Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов"			
БЛОК "Исследования и разработки (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы)"			
2.1. Разработка концепции проекта и задания на проектирование Курчатовского источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 февраля 2020 г.	утвержденное научно-техническим советом задание на проектирование модернизации Курчатовского источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов"

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"			
2.2. Проектные и изыскательские работы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 августа 2020 г.	проект модернизации Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов"
2.3. Получение положительного заключения государственной экспертизы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 2020 г.	положительное экспертное заключение, полный комплект рабочей документации
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 г.*	разрешение на ввод в эксплуатацию
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
2.5. Демонтаж действующего линейного ускорителя и малого накопителя	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 июня 2022 г.*	акт выполненных работ по демонтажу линейного ускорителя и малого накопителя
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 г.*	акт выполненных работ

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
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 2022 г.	акт запуска источника в эксплуатацию
3. Создание прототипа импульсного источника нейтронов на основе реакции испарительно-скалывающего типа (г. Протвино Московской области)			
БЛОК "Исследования и разработки (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы)"			
3.1. Подготовка обоснования и технического задания на реализацию проекта	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 2020 г.	утвержденное научно-техническим советом обоснование и техническое задание
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 2022 г.	отчет о выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"			
3.3. Проектно-изыскательские работы и разработка проекта строительной части существующего комплекса зданий № 3 - бустер	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 2022 г.	проект реконструкции, положительное заключение государственной экспертизы

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
3.4. Строительно-монтажные работы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 2024 г.	акт выполненных работ (строительно-монтажные работы)
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
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 2022 г.	акт выполненных работ (рабочая документация)
3.6. Изготовление и поставка оборудования, узлов и элементов систем	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 2023 г.	акт приемки оборудования
3.7. Монтаж оборудования источника и инженерной инфраструктуры	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 2024 г.	акт выполненных работ
3.8. Выполнение комплексных пусконаладочных работ	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 2024 г.	акт сдачи-приемки пусконаладочных работ и испытаний
3.9. Подготовка и получение разрешительных документов и ввод в эксплуатацию	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 декабря 2024 г.	лицензии Роспотребнадзора и Ростехнадзора. акт ввода в эксплуатацию

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
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 2023 г.	отчет о выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; акт о внедрении технологии
3.11. Внедрение технологии перезарядной инжекции пучка в протонный синхротрон	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 2024 г.	отчет о выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; акт о внедрении технологии
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 2024 г.	отчет о выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; акт о внедрении технологии
4. Проектирование уникальной научной установки класса "мегасайенс" (о. Русский)			
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 г.	утвержденное научно-техническим советом задание на проектирование уникальной научной установки класса "мегасайенс" (о. Русский)
БЛОК "Капитальные вложения (строительство и реконструкция)"			
4.2. Проектные и изыскательские работы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 июня 2020 г.	проект уникальной научной установки класса "мегасайенс" (о. Русский)

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
4.3. Получение положительного заключения государственной экспертизы	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 2020 г.	положительное экспертное заключение, полный комплект рабочей документации
4.4. Строительство здания для размещения конструктивных блоков и агрегатов источника синхротронного излучения	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 октября 2021 г.	заключение о соответствии, разрешение на ввод в эксплуатацию
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
4.5. Установка составных элементов и комплектующих синхротронного источника на о. Русский	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 декабря 2021 г.	акт выполненных работ по транспортировке составных элементов синхротронного источника на о. Русский
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 2021 г.	акт ввода научной установки в эксплуатацию



Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
<p>5. 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 на базе НИЦ "Курчатовский институт"</p>			
<p>5.1. Модернизация комплекса ионной лучевой терапии</p>			
<p>Этап 1. Комплекс ионной лучевой терапии на действующем ускорительном комплексе У-70</p>			
<p>БЛОК "Исследования и разработки (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы)"</p>			
5.1.1. Разработка, изготовление и формирование углеродного пучка	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	1 июля 2021 г.	акт ввода в эксплуатацию оборудования формирования углеродного пучка
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 2021 г. (1-я опытная автоматизированная система управления) 28 июня 2024 г. (типовая автоматизированная система управления)	акт ввода автоматизированной системы управления формированием и выводом пучка в медицинскую кабину

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
5.1.3. Закупка сертифицированного дозиметрического и рентгеновского оборудования и материалов	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2020 г.	акты приема-передачи дозиметрического и рентгеновского оборудования
5.1.4. Создание, монтаж и пусконаладка магнитооптического оборудования	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	29 декабря 2023 г.	акт ввода в эксплуатацию оборудования магнитооптического оборудования для 3 каналов
5.1.5. Создание 3 медицинских кабин с комплексом медицинского оборудования	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 2023 г.	акт ввода в эксплуатацию медицинского оборудования
5.1.6. Разработка проекта для текущего ремонта помещений в экспериментальном зале и здании 8	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2021 г.	акт сдачи-приемки дизайн-проекта
5.1.7. Текущий ремонт помещений в экспериментальном зале и здании 8	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2022 г.	акты сдачи-приемки выполненных ремонтных работ

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
БЛОК "Внедрение (отработка и внедрение технологий)"			
5.1.8. Разработка системы планирования облучения углеродным пучком	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	26 декабря 2022 г.	акт внедрения системы планирования
5.1.9. Клиническая апробация технологий лечения онкологических новообразований с использованием ядерных технологий <sup>**</sup>	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	29 декабря 2023 г.	отчеты об исполнении протоколов клинической апробации
Этап 2. Модернизация отечественного синхротрона для ионно-лучевой терапии с целью создания типового прототипа отечественного клинического центра ионной углеродной терапии			
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.	технический проект, акт сдачи-приемки проекта, положительное заключение Главгосэкспертизы
5.1.11. Реконструкция и строительство здания комплекса и инженерных систем	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 2024 г.	акт ввода в эксплуатацию здания

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
5.1.12. Разработка и изготовление магнитооптических элементов синхротрона	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 июля 2023 г.	акты приемки магнитооптических элементов синхротрона
5.1.13. Разработка и изготовление каналов транспортировки пучка	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 2023 г.	акт ввода в эксплуатацию каналов транспортировки пучка
5.1.14. Закупка узлов, комплектующих и материалов, изготовление вакуумных систем	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 2024 г.	акты приемки оборудования и акт ввода в эксплуатацию вакуумных систем
5.1.15. Закупка узлов, комплектующих и материалов, изготовление систем питания	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 2024 г.	акты приемки оборудования и акт ввода в эксплуатацию систем питания
5.1.16. Разработка и изготовление систем автоматизации	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2024 г.	акты ввода в эксплуатацию систем автоматизации
5.1.17. Разработка и изготовление медицинских блоков и каналов транспортировки пучка	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 2024 г.	акт ввода в эксплуатацию медицинских блоков и каналов транспортировки пучка

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
5.1.18. Сборка, физический запуск, сертификация прототипа синхротрона для ионно-лучевой терапии	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2024 г.	акт ввода в эксплуатацию синхротрона
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 2024 г.	отчеты об исполнении протоколов клинической апробации
5.2. Модернизация онкофтальмологического комплекса			
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
5.2.1. Разработка рабочей конструкторской документации	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 октября 2020 г.	акт сдачи-приемки выполненных работ
5.2.2. Закупка основных узлов и изготовление оборудования процедурного кабинета, тракта транспортировки терапевтического пучка	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2021 г.	акт сдачи-приемки оборудования
5.2.3. Текущий ремонт здания комплекса	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 сентября 2022 г.	акт сдачи-приемки работ

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
5.2.4. Закупка компонентов и монтаж медицинского тракта и радиационной защиты	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 сентября 2022 г.	акты сдачи-приемки работ
5.2.5. Ввод в эксплуатацию комплекса	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2022 г.	акт ввода в эксплуатацию
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.	акт сдачи-приемки работ
5.2.7. Монтаж и наладка оборудования комплекса	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	31 августа 2022 г.	акт сдачи-приемки работ
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	30 декабря 2023 г.	отчеты об исполнении протоколов клинической апробации

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
здравоохранения Российской Федерации, Минобрнауки России			
5.3. Модернизация радиоизотопного комплекса для получения спектра радиоизотопов для диагностики и терапии онкологических, сердечно-сосудистых, неврологических и офтальмологических заболеваний			
Пусковой комплекс 1: проект получения медицинских радионуклидов высокой чистоты на масс-сепараторном комплексе			
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
5.3.1. Закупка компонентов и изготовление мишенного материала из карбида тория высокой плотности	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	20 октября 2021 г.	акты приема-передачи
5.3.2. Разработка технологической и конструкторской документации масс-сепараторной мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2021 г.	утвержденный научно-техническим советом проект технологической и конструкторской документации
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 2021 г.	акт ввода в эксплуатацию масс-сепаратора

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
5.3.4. Изготовление масс-сепараторной мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Акционерное общество "НИИЭФА им. Д.В.Ефремова", Минобрнауки России	30 декабря 2022 г.	акт ввода в эксплуатацию масс-сепараторной мишенной станции
5.3.5. Закупка и монтаж радиационной защиты масс-сепараторной мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 ноября 2023 г.	акт сдачи-приемки радиационной защиты
5.3.6. Закупка источников питания и изготовление нестандартного оборудования для работы с высокорadioактивными мишенями и источниками излучения	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 октября 2024 г.	акт приема-передачи оборудования
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 2021 г.	протокол о результатах тестирования мишенного материала с использованием масс-сепаратора ИРИС
5.3.8. Сборка и проведение испытаний масс-сепараторного комплекса на циклотроне Ц-80	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2024 г.	акт ввода в эксплуатацию масс-сепараторного комплекса



Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
Пусковой комплекс 2: проект получения генераторных радиоизотопов на высокотемпературном комплексе			
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
5.3.9. Разработка технологической и конструкторской документации высокотемпературной мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 2021 г.	утвержденный научно-техническим советом проект технологической и конструкторской документации
5.3.10. Изготовление мишенной станции для высокотемпературного выделения целевых радионуклидов	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 августа 2022 г.	акт ввода в эксплуатацию высокотемпературной мишенной станции
5.3.11. Изготовление радиационной защиты	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	1 октября 2023 г.	акт сдачи-приемки радиационной защиты
5.3.12. Закупка материалов и изготовление нестандартного оборудования для работы с высокорadioактивными мишенями	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2024 г.	акты приема-передачи оборудования
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 2021 г.	протокол о результатах тестирования мишенных материалов

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
5.3.14. Сборка и проведение испытаний высокотемпературного комплекса на циклотроне Ц-80	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2024 г.	акт ввода в эксплуатацию высокотемпературного комплекса
Пусковой комплекс 3: проект получения генераторных радиоизотопов на радиохимическом комплексе			
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
5.3.15. Закупка материалов и изготовление нестандартного оборудования для работы с высокорadioактивными мишенями	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2022 г.	акты приема-передачи оборудования
5.3.16. Разработка технологической и конструкторской документации радиохимической мишенной станции	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	15 декабря 2021 г.	утвержденный научно-техническим советом проект технологической и конструкторской документации
5.3.17. Изготовление мишенной станции для радиохимического выделения целевых радионуклидов	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	1 ноября 2023 г.	акт ввода в эксплуатацию мишенной станции
5.3.18. Изготовление радиационной защиты	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2022 г.	акт сдачи-приемки радиационной защиты

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
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.	протокол о результатах тестирования мишенных материалов
5.3.20. Сборка и проведение испытаний радиохимического комплекса на циклотроне Ц-80	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2023 г.	акт ввода в эксплуатацию радиохимического комплекса
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 2022 г.	акт ввода в эксплуатацию здания
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
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 2022 г.	акт ввода в эксплуатацию

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
5.4.3. Разработка и изготовление оборудования гантри и носика гантри	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 2022 г.	акт ввода в эксплуатацию
5.4.4. Разработка и изготовление лучевой установки на горизонтальном фиксированном пучке	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 ноября 2022 г.	акт ввода в эксплуатацию
5.4.5. Закупка оборудования инфраструктуры отделения дистанционной лучевой терапии: средства иммобилизации, базовой топометрии, системы мониторинга пучка и клинической дозиметрии, программное обеспечение	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Минобрнауки России	30 декабря 2022 г.	акт приема-передачи оборудования
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 2024 г.	отчеты об исполнении протоколов клинической апробации
6. Ввод в эксплуатацию (включая проектирование, строительство и техническую эксплуатацию) 25 исследовательских станций Международного центра нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора "ПИК" (г. Гатчина Ленинградской области)			
6.1. Техническая готовность к освоению мощности до 10 МВт	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2020 г.	экспертное заключение

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
6.2. Нормативная готовность к освоению мощности до 10 МВт	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2020 г.	лицензия Ростехнадзора
6.3. Ввод в строй не менее 5 нейтронных станций первой очереди на базе высокопоточного реактора "ПИК"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2020 г.	акт ввода в эксплуатацию
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 2020 г.	заключение государственной экспертизы
6.5. Разработка, постановка на производство, изготовление и поставка тепловыделяющих сборок "ПИК-2"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", Акционерное общество "ТВЭЛ"	20 декабря 2021 г.	акт о поставке топлива
6.6. Вывод реактора ПИК на проектные мощности	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2022 г.	экспертное заключение
6.7. Техническая готовность к освоению мощности до 100 МВт	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2022 г.	экспертное заключение
6.8. Нормативная готовность к освоению мощности до 100 МВт	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2022 г.	лицензия Ростехнадзора

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
6.9. Подготовка экспериментальных каналов реактора "ПИК"	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2022 г.	акт сдачи-приемки работ
6.10. Техническое перевооружение спецочистных сооружений Цеха дезактивации	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2023 г.	лицензия на обращение с радиоактивными отходами
6.11. Источники холодных нейтронов на каналах ГЭК-2 и ГЭК-3	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2023 г.	акт сдачи-приемки работ
6.12. Источник горячих нейтронов	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2023 г.	акт сдачи-приемки работ
6.13. Источник ультрахолодных нейтронов на канале ГЭК-4	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2023 г.	акт сдачи-приемки работ
6.14. Нейтроноводная система с радиационной защитой	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2023 г.	акт сдачи-приемки работ
6.15. Создание не менее 20 нейтронных станций на базе высокопоточного реактора ПИК	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2024 г.	акт ввода в эксплуатацию

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
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 2024 г.	акт сдачи-приемки работ
6.17. Аналитический центр для молекулярно-биофизических исследований и системы окружения образца	национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	20 декабря 2024 г.	акт сдачи-приемки работ

7. Создание источника синхротронного излучения поколения 4+ (Новосибирская область)

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

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 г.	задание на проектирование объекта источника синхротронного излучения поколения 4+ (Новосибирская область)
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 2020 г.	отчеты о выполнении научно-исследовательских работ

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
7.3. Выполнение научно-исследовательских 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 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	20 декабря 2020 г.	отчеты о научно-исследовательских работ



Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
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 2021 г.	акты выполненных работ
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 2021 г.	акты выполненных работ

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
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 2020 г.	проектно-сметная документация источника синхротронного излучения поколения 4+ (Новосибирская область)
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 г.	положительное заключение госэкспертизы, полный комплект рабочей документации
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 г.	акт физического пуска источника синхротронного излучения поколения 4+  отчет о проведении экспериментальных измерений на станции

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
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 2024 г.	заключение о соответствии, разрешение на ввод в эксплуатацию
БЛОК "Техническое переоснащение (оснащение, изготовление и закупка оборудования)"			
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 2024 г.	акт выполненных работ по монтажу технологического оборудования
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	31 декабря 2024 г.	акт ввода источника в промышленную эксплуатацию

Наименование мероприятия	Ответственный исполнитель	Срок реализации	Вид документа
--------------------------	---------------------------	-----------------	---------------

им. Г.К.Борескова Сибирского  
отделения Российской академии  
наук"

---

\* 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 № 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	2023 год	2024 год

Результаты по разделу "Создание принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения":

физическое обоснование, задание на проектирование	промежуточные отчеты о выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по разработке ускорительного комплекса и экспериментальных станций, включая создание опытных образцов	итоговые отчеты о выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по разработке ускорительного комплекса и экспериментальных станций, включая создание опытных образцов	технический проект установки принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения	опытные образцы элементов и систем принципиально нового перспективного источника, превосходящего по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения. Участок сборки и испытания узлов и систем, включая монтаж и пусконаладочные работы
---	--	---	--	--

Результаты по годам реализации Программы				
2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год

Результаты по разделу "Модернизация Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения "КИСИ-Курчатов":

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 нейтронов на основе реакции испарительно-скалывающего типа (г. Протвино Московской области)":

физическое обоснование и техническое задание на проект	промежуточный отчет о выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по разработке п-генерирующей мишенной станции, магнитооптическим элементам и оптике канала транспортировки пучка, системе охлаждения	проект реконструкции строительной части существующего комплекса зданий № 3 - бустер	источник отрицательных ионов водорода и система перезарядной инжекции	ввод в эксплуатацию
--	--	---	---	---------------------

Результаты по разделу "Проект уникальной научной установки класса "мегасайенс" (о. Русский)":

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

Результаты по годам реализации Программы				
2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год

синхротронного  
источника на о. Русский

Результаты по разделу "Создание источника синхротронного излучения поколения 4+ (Новосибирская область)":

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	-	создание установки класса "мегасайенс" "Центр коллективного пользования "Сибирский кольцевой источник фотонов "	введены в эксплуатацию 5 экспериментальных станций I очереди
--	---	---	---	--

Результаты по разделу "Создание новейшего 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 на базе федерального государственного бюджетного учреждения "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт":

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

Результаты по годам реализации Программы				
2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
Комплекс ионной лучевой терапии				
экспериментальное подтверждение поперечной неравномерности дозного поля менее 5 процентов	сертификация лучевой установки	получение разрешения Росздравнадзора; облучение первых пациентов	внедрение технологии лечения углеродным пучком	начало поточного лечения 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	получение регистрационного удостоверения	начало поточного лечения пациентов
Радиоизотопный комплекс для получения спектра радиоизотопов для диагностики и терапии онкологических, сердечно-сосудистых, неврологических и офтальмологических заболеваний				
патент на мишенное устройство из карбида тория, патент на получение радионуклида Рb- 212	разработана технология получения радиоизотопов Sr-82, Ge-68 радиохимическим методом	разработана технология получения радиоизотопов, альфа эмиттеров масс-сепараторным методом	разработана технология получения радиоизотопа Рb- 212 высокотемпературным методом, сертификация радиохимического комплекса	сертификация масс-сепараторного комплекса, сертификация высокотемпературного комплекса, поставка первой партии радиоизотопов Sr-82,



Результаты по годам реализации Программы				
2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год

Ge-68 в федеральном государственном бюджетном учреждении "Российский научный центр радиологии и хирургических технологий" Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации

#### Комплекс протонной лучевой терапии

разработка медико-технических требований на основное оборудование, эскизный проект на специализированный медицинский ускоритель протонов

изготовление рамы гантри и носика гантри

разработка и изготовление инжектора, кольцевого ускорителя каналов транспортировки пучка к гантри и к кабинету с горизонтальным фиксированным пучком

монтаж и наладка основного оборудования

получение регистрационного удостоверения

\* 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 № 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	в том числе								
				2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.*	2024 г.*	2025 г.*	2026 г.*	2027 г.*
Мероприятие 1. Проведение синхротронных и нейтронных исследований (разработок), необходимых для решения принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных 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	Минобрнауки России	государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"	29549,62	2423,24	2523,83	2453,36	2601,27	4290	4380	4847,92	3570	2460

Наименование мероприятия	Исполнитель мероприятия	Источники финансирования мероприятия	Всего	в том числе								
				2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.*	2024 г.*	2025 г.*	2026 г.*	2027 г.*
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.												
Мероприятие 2. Создание сетевой синхротронной и нейтронной научно-исследовательской инфраструктуры на территории Российской Федерации, в том числе:	Минобрнауки России с участием федерального государственного бюджетного учреждения "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"	государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"	104868,42	2016,44	4200	9550	22780	29306,73	32535,25	2500	1620	360
проектирование уникальных научных установок класса "мегасайенс"	Минобрнауки России с участием федерального государственного бюджетного учреждения	государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"	90526,42	2016,44	3300	8010	20500	27046,73	29653,25	-	-	-

Наименование мероприятия	Исполнитель мероприятия	Источники финансирования мероприятия	Всего	в том числе									
				2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.*	2024 г.*	2025 г.*	2026 г.*	2027 г.*	
	"Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"												
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	Минобрнауки России	государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"	14340	-	900	1540	2280	2260	2880	2500	1620	360	
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, в том числе: разработка и реализация образовательных программ высшего образования и	Минобрнауки России	государственная программа "Научно-технологическое развитие Российской Федерации"	1900	-	150	250	250	250	250	250	250	250	

Наименование мероприятия	Исполнитель мероприятия	Источники финансирования мероприятия	Всего	в том числе									
				2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.*	2024 г.*	2025 г.*	2026 г.*	2027 г.*	
<p>дополнительных профессиональных программ, направленных на создание прорывных технологических решений с применением синхротронных и нейтронных источников;</p> <p>организация и проведение научных конференций, школ и семинаров для исследователей и обучающихся по направлениям реализации Программы в возрасте до 39 лет;</p> <p>формирование единого научно-образовательного пространства в области синхротронных и нейтронных исследований, создание условий для работы экспертного сообщества по направлениям реализации Программы;</p> <p>организацию научно-просветительской и профориентационной работы со школьниками для формирования устойчивого интереса к исследовательской деятельности на уникальных научных установках класса "мегасайенс".</p>	Минобрнауки России	государственная программа "Научно-технологическое	2000	-	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Мероприятие 4. Управление Программой, в том числе: методическое, организационно-													

Наименование мероприятия	Исполнитель мероприятия	Источники финансирования мероприятия	Всего	в том числе									
				2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.*	2024 г.*	2025 г.*	2026 г.*	2027 г.*	
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 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		развитие Российской Федерации"											
		Всего	138318,04	4439,68	7123,83	12503,36	25881,27	34096,73	37415,25	7847,92	5690	3320	
		федеральный бюджет - всего	132298,04	4439,68	7123,83	11933,36	25111,27	32337,63	35544,35	7497,92	5340	2970	
		бюджеты субъектов Российской Федерации - всего	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Наименование мероприятия	Исполнитель мероприятия	Источники финансирования мероприятия	Всего	в том числе								
				2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.*	2024 г.*	2025 г.*	2026 г.*	2027 г.*
		внебюджетные источники - всего**	6020	-	-	570	770	1759,1	1870,9	350	350	350

\* 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 № 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 индикатора (показателя)	Единица измерения	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год	2026 год	2027 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	25	25	25	25
2. Количество разработанных или адаптированных ускорительных и реакторных технологий, технических решений, нарастающим итогом	единиц	-	2	5	8	12	16	20	25	30
3. Количество разработанных или адаптированных измерительных и (или) метрологических методик, основанных на использовании синхротронного или нейтронного излучения, нарастающим итогом	единиц	-	4	6	12	12	17	23	27	32
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	200	200	200	200
5. Численность научных кадров, прошедших подготовку, повышение квалификации или профессиональную	человек	-	50	75	150	225	300	375	450	525



наименование целевого индикатора (показателя)	Единица измерения	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год	2026 год	2027 год
переподготовку по направлениям реализации Программы и трудоустроенных по специальности										
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	9	12	15	16
7. Количество публикаций в области синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в журналах, индексируемых в международных базах данных	единиц	570	600	630	670	710	750	800	860	960
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	35	40	45	50
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	13	17	24	28
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	8	11	15	20

наименование целевого индекса (показателя)	Единица измерения	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год	2026 год	2027 год
11. Количество пациентов, прошедших лечение с использованием ядерных технологий	человек	-	-	-	-	50	450	950	1450	1800
12. Количество внедренных технологий в области ядерной медицины	единиц	-	1	2	3	4	5	8	13	15

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5  
к Федеральной научно-технической  
программе развития синхротронных  
и нейтронных исследований  
и исследовательской инфраструктуры  
на 2019 - 2027 годы

**М Е Т О Д И К А**

**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 ( $I_{3i}$ ) рассчитывается по формуле:

$$I_{3i} = \sum_1^i Y_j,$$

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 ( $I_{4i}$ ) рассчитывается по формуле:

$$I_{4i} = \sum_1^i T_j,$$

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 ( $I_{5i}$ ) рассчитывается по формуле:

$$I_{5i} = \sum_1^i M_j,$$

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 ( $I_{4i}$ ) рассчитывается по формуле:

$$I_{4i} = \sum_1^i E_j,$$

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 ( $I_{5i}$ ) рассчитывается по формуле:

$$I_{5i} = \sum_1^i E_j,$$

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 ( $I_{6i}$ ) рассчитывается по формуле:

$$I_{6i} = \sum_1^i \frac{R_j}{S_j} \times 100\% ,$$

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, индексированных в международных базах данных" ( $I_1$ ) 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 ( $I_2$ ) 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 ( $I_{9i}$ ) рассчитывается по формуле:

$$I_{9i} = \sum_1^i N_j,$$

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 ( $I_{10i}$ ) рассчитывается по формуле:

$$I_{10i} = \sum_1^i B_j,$$

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:

$$I_{11i} = \sum_1^i Y_j,$$

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:

$$I_{12i} = \sum_1^i T_j,$$

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.

---