

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

_____/_____
“ ____ “ _____ 202_ г.

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОТКРЫТИЯ
ПРОЕКТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ПРОБЛЕМНО-ТЕМАТИЧЕСКОМ ПЛАНЕ ОИЯИ**

1. Общие сведения о проекте

1.1. Шифр темы: 04-2-1132-2017

1.2. Шифр проекта - нет

1.2. Лаборатория: Лаборатория ядерных проблем

1.3. Научное направление: 6 – Науки о жизни

1.4. Наименование проекта: Совершенствование методов, технологий, режимов планирования и проведения лучевой терапии

1.5. Руководитель проекта Г.В. Мицын

1.6. Заместитель руководителя проекта С.В. Швидкий

2. Научное обоснование и организационная структура

2.1. Аннотация проекта

Данный проект предполагает продолжение исследований, начатых в ЛЯП ОИЯИ еще в 1967 году, когда под руководством В.П. Джелепова на ускорителе ЛЯП был сформирован первый в СССР и странах восточной Европы протонный пучок для медико-биологических исследований. К концу 90-х годов прошлого века здесь на базе ускорителя протонов на энергию 660 МэВ, фазотрона, был создан Медико-технический комплекс, на котором с 2000 по 2019 годы курс фракционированной протонной терапии прошли около 1300 пациентов. Облучение проводилось с использованием разработанной методики трехмерной конформной протонной лучевой терапии, при которой максимум формируемого дозного распределения наиболее точно соответствует форме облучаемой мишени. При этом доза резко спадает за границами новообразования, что позволяет проводить облучение ранее не доступных для лучевой терапии локализаций, вплотную примыкающих к жизненно важным радиочувствительным органам пациента.

С остановкой в марте 2023 года работы фазотрона предполагается переориентировать проведение медико-биологических исследований на линейный ускоритель электро-

нов ЛЯП (ЛИНАК-200), на котором предполагается сформировать пучок электронов с энергией 20-25 МэВ для облучения клеточных культур и малых лабораторных животных (мышей, крыс).

В настоящее время в ОИЯИ уже начались работы совместно с НИИЭФА им. Д.В. Ефремова (г. Санкт-Петербург) по созданию сверхпроводящего протонного циклотрона MSC-230, который станет базовой установкой для проведения в будущем медико-биологических, а также экспериментальных и клинических исследований в области протонной терапии. Предполагается, что ускоритель сможет обеспечить вывод пучка со сверхвысокой мощностью дозы (до 10 мкА в импульсе), что позволит облучать биологические объекты, а в последствии и пациентов, в так называемом флэш-режиме, когда необходимая для стерилизации опухоли доза подводится всего за несколько десятков миллисекунд. Как показывают результаты большого числа проведенных во всем мире экспериментов, такой режим оказывается наиболее щадящим для здоровых тканей, попадающих в поле облучения.

В проекте предполагаются следующие работы, необходимые для создания центра и его успешного функционирования: участие в подготовке проекта здания центра со всеми соответствующими помещениями, расчет трактов транспортировки пучка к облучательным установкам, разработка и изготовление детекторов для дозиметрического сопровождения флэш-терапии, разработка и апробация всех технологических этапов планирования и проведения протонной терапии.

Намечено также продолжение широкой программы исследований в области радиобиологии, отвечающих наиболее востребованным запросам как клинической радиологии, так и таким, как определение степени и механизмов влияния воздействия различных видов ионизирующего излучения на ЦНС животных.

2.2. Научное обоснование (цель, актуальность и научная новизна, методы и подходы, методики, ожидаемые результаты, риски)

Целями проекта являются:

- Участие в создании в ОИЯИ инновационного центра для проведения экспериментальных и клинических исследований в области протонной терапии, главной установкой которого будет новый протонный ускоритель MSC-230;
- Формирование электронного пучка с энергией 25 МэВ на установке ЛИНАК-200 и проведение на нем радиобиологических исследований по изучению различных схем фракционирования радиотерапии, а также эффективности применения различного рода радиомодификаторов;
- Получение новых научных результатов в области исследования влияния ионизирующих излучений разного качества на структуры и функции центральной нервной системы (ЦНС).

Актуальность и научная новизна

Последние годы в мире ведутся интенсивные исследования метода флэш радиотерапии. В частности, метод флэш протонной терапии вызывает огромный интерес у специалистов-радиологов, так как не только уменьшает воздействие на здоровые ткани, но и сокращает количество процедур лечения. Сейчас активно проводят не только доклинические исследования, но уже начались и клинические испытания: пролечены первые пациенты с метастазами в костной ткани методом «напролет». Однако, прежде чем протонная флэш-терапия сможет быть в полном масштабе реализована на практике, требуется решить ряд инженерно-технических проблем, в частности необходим ускоритель, обеспечивающий средний ток пучка порядка 10 мкА в импульсе, длительностью до 100 мс. Такие параметры не достижимы для серийных машин, которыми на сегодняшний день комплектуются центры протонной терапии, выпускаемые фирмами-изготовителями данного оборудования, такими как IBA, Varian и др.

Поэтому, проект создания инновационного центра на базе сверхпроводящего циклотрона MSC-230 является высокотехнологичным и крайне востребованным как со стороны радиобиологов, так и со стороны клиницистов. Одной из задач данного проекта является как раз работа по проектированию и созданию различного оборудования этого центра.

Однако создание такого центра – дело достаточно непростое и может занять несколько лет. В тоже время, в связи с остановкой в марте 2023 года функционирования ускорителя ЛЯП фазотрона, в ОИЯИ на сегодняшний день практически не осталось стабильно работающей установки, на которой можно бы было проводить эксперименты по радиобиологии и апробации разрабатываемых новых детекторов для дозиметрии пучков высокой интенсивности, используемых для проведения флэш-терапии.

В проекте для возможности продолжения вышеозначенных экспериментов предполагается сформировать электронный пучок с энергией 20-25 МэВ на установке ЛЯП ЛИ-НАК-200, которая уже близка к вводу в эксплуатацию. Этот линейный ускоритель электронов имеет на своем начальном участке отвод от канала транспортировки пучка, оснащенный вакуумным каналом, поворотным магнитом и фокусирующей линзой. Энергии пучка в этом месте вполне достаточно как для облучения клеточных культур, так и для облучения малых лабораторных животных (мыши, крысы), так как его пробег составляет около 5 см воды. Максимальный ток этого пучка планируется получить в доли мкА, что в принципе может позволить сформировать в том числе высокоинтенсивный пучок электронов диаметром 1-2 см для проведения исследований радиобиологических основ возникновения флэш-эффекта.

Одной из главных задач лучевой терапии является доставка лечебной дозы излучения в опухоль с сохранением при этом окружающих ее здоровых тканей. Основные усилия сосредоточены в двух направлениях: приведение доставляемой дозы в соответствие с объемом опухоли и повышение чувствительности опухоли к терапевтическому облучению. С задачей согласования доставляемой дозы с формой опухоли достаточно успешно справляется протонная терапия за счет высокой степени конформности распределения дозы протонных пучков. Это приводит к уменьшению побочных эффектов и более низкой интегральной дозе по сравнению с обычной фотонной терапией.

Одним из вариантов радиосенсибилизации является искусственное повышение энерговыделения в опухоли. В частности, действие радиотерапии может быть дополнительно усилено за счет использования наноразмерных радиосенсибилизаторов. Увеличение поглощенной дозы достигается путем введения или доставки в опухолевые клетки веществ с существенно большим сечением поглощения излучения, чем у нормальных клеток. Таковыми являются химические элементы с высоким атомным номером (Z), более 52 (I, Gd, Au, Pt и др.). За счет большей вероятности взаимодействия таких элементов с излучением можно достичь локального увеличения поглощенной дозы в области накопления вещества с высоким атомным номером. Возникающее вторичное короткопробежное излучение локализует энерговыделение вблизи этих элементов и поражает лишь близлежащие биологические структуры.

В наших более ранних исследованиях применения наночастиц золота в качестве радиосенсибилизатора при облучении опухолевых клеток карциномы легкого человека А 549 гамма-квантами от источника ^{60}Co установки «Рокус-М» и терапевтическим протонным пучком фазотрона ЛЯП отчетливо наблюдался ожидаемый положительный эффект. К сожалению, оба эти источника ионизирующего излучения стали сегодня недоступны. Поэтому перед нами стоит задача все наработанные ранее методики перенести на эксперименты с создаваемым электронным пучком. Также самое касается и исследований по выявлению закономерностей проявления флэш-эффекта, проводимых в последние годы на сильноточном пучке фазотрона.

Экспериментальные данные свидетельствуют о высокой радиочувствительности определённых отделов головного мозга к воздействию тяжёлых заряженных частиц высоких энергий. Однако к настоящему времени многие аспекты проявления нейрофизиологических эффектов воздействия ионизирующих излучений с различными физическими характеристиками остаются невыясненными.

За последние годы в рамках проекта были получены новые научные результаты в области исследования влияния ионизирующих излучений разного качества на структуры и функции центральной нервной системы (ЦНС). Так, проведено сопоставление различных молекулярных механизмов, связанных с радиационным поражением ЦНС, во взаимосвязи с функциональными изменениями на уровне поведения, а также с молекулярными механизмами, потенциально имеющими значение для разработки перспективных медикаментозных контрмер против негативного влияния ионизирующих излучений. Радиационно-индуцированные нейрохимические изменения рассмотрены в приложении к проблеме оценки эргономического риска для космонавтов в условиях длительных пилотируемых полетов, сопряженных с воздействием космической радиации. В этом же аспекте исследован ряд вопросов, связанных с механизмами радиационного повреждения ЦНС, функционирующими на уровне иерархических сетей головного мозга. Сформулированы концепции, имеющие перспективы быть заложенными в основу мер, снижающих воздействие космических видов излучений в условиях длительного пилотируемого полета за пределами магнитосферы Земли.

Выполнены расчётные работы по моделированию повреждения и репарации ДНК в клетках млекопитающих после воздействия ионизирующих излучений разного качества с использованием программного пакета Geant4-DNA. Все эти перспективные исследования с точки зрения, как накопления фундаментальных знаний в области изучения механизмов радиационного повреждения ЦНС, так и чисто практического применения этих знаний, предполагается продолжить в проекте.

Методы и подходы, методика

Как уже отмечалось, на сегодняшний день в мире не существует ни одного центра протонной или фотонной терапии, пригодного для проведения полномасштабной флэш-терапии в клинических условиях. Создание подобного центра в Дубне будет являться поистине пионерской работой, требующей от исполнителей проекта тщательнейшей проработки таких вещей, как: выбор схмотехнических решений конструкции нового здания центра, расчет и создание канала транспортировки протонного пучка к процедурным кабинетам, оборудование кабин всем необходимым сопутствующим оборудованием (позиционер пациента, приборы для дозиметрии, аппаратура для верификации положения пациента) и многих других. Однако, накопленный в Медико-техническом комплексе (МТК) ЛЯП ОИЯИ богатый опыт по формированию терапевтических протонных пучков и по проведению трехмерной конформной лучевой терапии позволяет надеяться на успешное выполнение поставленной программы работ.

Так, совместно с КБ ЛЯП уже начаты работы по определению основного конструктива будущего здания центра. Предполагается, что помимо самого ускорителя MSC-230 в нем будут две процедурные кабины, в первую из которых будет выводиться как высокоинтенсивный пучок для проведения исследований в области флэш-терапии, так и пучок со стандартной мощностью дозы. Во второй кабине предполагается проводить облучения методом сканирования узким карандашным протонным пучком по объему мишени.

Следует сказать, что для проведения флэш-терапии наиболее подходящим (а возможно и единственно возможным) является статический метод облучения широким однородным в сечении пучком с использованием модификаторов пучка: гребенчатых фильтров, индивидуальных фигурных коллиматоров и болюсов (модификаторов пробега). Это

объясняется тем, что для возникновения щадящего здоровые ткани флэш-эффекта все облучение с одного направления надо провести за время, не превышающее 100 мс. Вряд ли когда-либо это станет возможным с помощью динамических методов облучения.

Как раз такой статический метод облучения и использовался для облучения пациентов в МТК на протяжении почти 20 лет, в связи с чем здесь накоплен огромный опыт по: формированию пучков с необходимыми характеристиками, разработке и изготовлению системы контроля его параметров, расчетам и изготовлению всех необходимых модификаторов, планированию терапии, верификации положения пациента и многим другим направлениям работ.

На сегодняшний день уже спроектированы в первом приближении каналы транспортировки пучка к процедурным кабинам. Потери при транспортировке по проведенным расчетам не должны превысить 10-20 %, что крайне важно при формировании высокоинтенсивного пучка. Также, все указывает на то, что вполне возможно сформировать в кабине однородный в сечении пучок диаметром 10-15 см (по 90 % изоуровню дозы) с энергией в диапазоне 100-230 МэВ. Однако эти расчеты должны быть перепроверены с помощью различных специализированных программных пакетов.

Также уже была начата отработка методик расчета и изготовления на 3Д принтере модификаторов пика Брэгга протонного пучка – гребенчатых фильтров, позволяющих формировать пучок с плоской вершиной в конце пробега с длиной, соответствующей размеру облучаемой опухоли, а также индивидуальных болюсов – фигурных замедлителей, формирующих задний спад дозного поля в соответствии с формой мишени.

При проведении флэш-терапии крайне важной является задача сверхбыстрого контроля параметров пучка и адекватного отпуска дозы. Дело в том, что практически все выпускаемые в настоящее время промышленные детекторы для измерения дозиметрических характеристик пучка оказываются уже нелинейными при мощности дозы 50 Гр/мин. и выше. Разработка соответствующих детекторов в МТК уже проводится и будет продолжена в этом проекте.

Несколько проще, как нам кажется, можно реализовать второе направление работ – формирование пучка электронов с энергией 20-25 МэВ и создание стенда для проведения радиобиологических экспериментов. Но и здесь есть определенные трудности, связанные с созданием системы контроля параметров пучка. Это связано в первую очередь с импульсной структурой генерирования пучка ускорителем. По нашим сведениям, максимальная частота следования импульсов может достигать 100 Гц, а максимальная длительность самого импульса не превосходит 3 мкс, поэтому интенсивность пучка в импульсе будет почти на 3 порядка превышать среднее свое значение. В случае проведения исследований на этом пучке флэш-эффекта так же потребуются применение детекторов, способных работать в линейном режиме при высоких значениях мощности дозы.

Сам же пучок предполагается сформировать методом двойного рассеяния таким образом, чтобы он был однороден в своем сечении в диаметре 10-15 см (по 90 % изоуровню дозы) для проведения облучений в режиме стандартной мощности дозы (2-3 Гр/мин.) и 1-2 см при облучении в режиме флэш-терапии (мощность дозы не менее 40 Гр/мин.).

Перечень запланированных в проекте работ можно представить следующим списком.

Работы, относящиеся к созданию центра прикладных исследований на базе сверхпроводящего циклотрона MSC-230 включают в себя:

- Участие в подготовке проектной документации по созданию нового здания для размещения ускорителя MSC-230, каналов транспортировки, процедурных кабин, технических помещений и сопутствующего оборудования.
- Проектирование и расчет каналов транспортировки протонного пучка от ускорителя в процедурные кабины. Работы включают в себя расчет магнитной оптики, выбор соответ-

ствующих электромагнитных элементов, составление технических требований к оборудованию, системе охлаждения, АСУ и др.

- Разработка методик формирования пучка в процедурных кабинах. Проектирование лучевых стендов для пассивного, динамического и активного методов облучения. Разработка методик и технологий расчета и изготовления устройств формирования терапевтического протонного пучка, таких как гребенчатые фильтры, апертурные коллиматоры, болюсы, многолепестковый коллиматор и замедлитель переменной толщины.
- Оснащение процедурных кабин диагностическим и дозиметрическим оборудованием. Разработка и создание ионизационных камер для диагностики пучка с высокой мощностью дозы, а также устройств для проведения дозиметрических фантомных измерений в водной среде.
- Проектирование систем позиционирования и иммобилизации пациента при проведении радиотерапии. Составление технических заданий на изготовление.
- Создание специализированного программного обеспечения для системы контроля параметров выведенного протонного пучка, управления устройствами его формирования и системы позиционирования пациента. Разработка ПО для планирования облучения различными методами и верификации положения пациента при проведении радиотерапии.

Работы, относящиеся к реализации программы радиобиологических исследований на электронном пучке линейного ускорителя ЛЯП ЛИНАК-200 включают в себя:

- Участие в работах по формированию пучка после начальных секций ускорения (с энергией электронов 20-25 МэВ) для радиобиологических исследований.
- Создание лучевого стенда с возможностью размещения диагностического и дозиметрического оборудования, а также биологических образцов и объектов в месте облучения.
- Адаптация существующего дозиметрического оборудования МТК ЛЯП к техническим условиям на ускорителе ЛИНАК-200. Разработка и апробация системы отпуска дозы.
- Техническое сопровождение радиобиологических экспериментов на ускорителе Линак-200, контроль параметров выведенного пучка и его дозиметрия.

Исследования в области радиобиологии:

- Исследование относительной биологической эффективности электронов на пучке линейного ускорителя ЛИНАК-200 следующими методиками: исследование выживаемости клеток (клоногенный анализ); исследование цитогенетических повреждений в клетках (микроядерный тест); исследование образования активных форм кислорода.
- Проведение исследования цитотоксического и цитогенетического действия электронов на линейном ускорителе электронов ЛИНАК-200 при облучении нормальных и опухолевых культур клеток человека в присутствии наночастиц золота различными методами.
- Проведение исследований, предполагающих облучение культуры клеток человека с чрезвычайно высокой мощностью дозы (флэш-режим) на линейном ускорителе электронов ЛИНАК-200.
- Сравнительное изучение кинетики отдельных этапов репарации двуниевых разрывов ДНК с использованием маркеров репарационных белковых комплексов после воздействия протонов и ускоренных тяжелых ионов. Моделирование процессов повреждения и репарации ДНК в клетках млекопитающих и человека с использованием программного пакета Geant4-DNA.

- Изучение фундаментальных свойств репарации ДНК в отдельных участках головного мозга и их связи с метаболизмом нейромедиаторов после воздействия ионизирующих излучений разного качества.
- Выявление интегративных связей между отделами головного мозга после воздействия излучений разного качества на основе анализа динамики нейромедиаторного обмена. Изучение роли иерархических сетей головного мозга в функциональных изменениях работы ЦНС после облучения. Применение расчётных подходов к оценке дозовой нагрузки на нейроны головного мозга при действии пучков тяжёлых заряженных частиц высоких энергий.
- Разработка моделей электрофизиологической активности нейронов головного мозга. Разработка нейронной модели патофизиологии радиационного повреждения структур мозга на основе природы динамики метаболизма нейромедиаторов DA-, NA-, ST-эргических систем в префронтальной коре, гиппокампе, стриатуме, nucleus accumbens и гипоталамусе.

Ожидаемые результаты

Выполнение программы работ, намеченных в проекте, позволит решить следующие задачи:

- Создать новый инновационный центр на базе ускорителя MSC-230, предназначенный как для проведения различных радиобиологических исследований, так в дальнейшем и для проведения клинических испытаний разрабатываемой методики протонной флэш-терапии с использованием пика Брэгга пучка. В мире на сегодняшний день установок с подобными возможностями не существует.
- Сформировать пучок электронов и создать стенд для проведения радиобиологических экспериментов на установке ЛИНАК-200.
- Продолжить проведение радиобиологических исследований по широкому спектру направлений: применение наночастиц тяжелых металлов в качестве радиомодификаторов при проведении радиотерапии, изучение радиобиологических основ возникновения флэш-эффекта, исследования влияния ионизирующих излучений разного качества на структуры и функции центральной нервной системы и другие.

2.3. Предполагаемый срок выполнения проекта: 2024-2028 годы

2.4. Участвующие лаборатории ОИЯИ: ЛЯП

2.4.1. Потребности в ресурсах МИВК отсутствуют

Вычислительные ресурсы	Распределение по годам				
	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
Хранение данных (ТБ) - EOS - Ленты					
Tier 1 (ядро-час)					
Tier 2 (ядро-час)					
СК «Говорун» (ядро-час) - CPU - GPU					
Облака (CPU ядер)					

2.5. Участвующие страны, научные и научно-образовательные организации

Организация	Страна	Город	Участники	Тип соглашения
МГУ	Молдова	Кишинев	Чумак Д.	Протокол
ИМБП	Россия	Москва	Абросимова А.Н., Шуршаков В.А.	Совместные работы
ФМБЦ им. А.И. Бурназяна	Россия	Москва	Осипов А.Н.	Совместные работы
ИТЭБ РАН	Россия	Пушино	Шемяков А.Е., Дюкина А.Р.	Совместные работы
СГУ им. Н.Г. Чернышевского	Россия	Саратов	Бучарская А.Б.	Протокол
ИЛАБС	ЮАР	ФАУР	Вандевордэ Ш.	Протокол

2.6. Организации-соисполнители (те сотрудничающие организации/партнеры без финансового, инфраструктурного участия которых выполнение программы исследований невозможно. Пример — участие ОИЯИ в экспериментах LHC в CERN)

3. Кадровое обеспечение

3.1. Кадровые потребности в течение первого года реализации

№.№ п/п	Категория работника	Основной персонал, сумма FTE	Ассоциированный персонал, сумма FTE
1.	научные работники	7	

2.	инженеры	7,5	
3.	специалисты	2	
4.	служащие		
5.	рабочие		
	Итого:	16,5	

3.2. Доступные кадровые ресурсы

3.2.1. Основной персонал ОИЯИ

№№ п/п	Категория работников	ФИО	Подразделение	Должность	Сумма FTE
1.	научные работники	Агапов А.В.	ОФ ЛЯП	с.н.с.	1
		Белокопытова К.В.	ОФ ЛЯП	н.с.	1
		Белов О.В.	ОНМИ ЛФВЭ	зам. нач. отд.	0,2
		Мицын Г.В.	ОФ ЛЯП	нач. отд.	1
		Молоканов А.Г.	ОФ ЛЯП	с.н.с.	1
		Рзянина А.В.	ОФ ЛЯП	с.н.с.	0,8
		Швидкий С.В.	ОФ ЛЯП	зам. нач. отд.	1
		Шипулин К.Н.	ОФ ЛЯП	н.с.	1
2.	инженеры	Александрова И.В.	ОФ ЛЯП	инженер	1
		Бреев В.М.	ОФ ЛЯП	вед. инж.	0,5
		Гаевский В.Н.	ОФ ЛЯП	вед. инж.	1
		Грицкова Е.А.	ОФ ЛЯП	инженер	1
		Густов С.А.	ОФ ЛЯП	нач. группы	1
		Клочков И.И.	ОФ ЛЯП	ст. инженер	1
		Писарева С.А.	ОФ ЛЯП	инженер	1
		Углова С.С.	ОФ ЛЯП	инженер	1
3.	специалисты	Донская Г.В.	ОФ ЛЯП	ст. специал.	1
		Миллер И.Е.	ОФ ЛЯП	специалист	1
4.	рабочие				
	Итого:				16,5

3.2.2. Ассоциированный персонал ОИЯИ отсутствует

№№ п/п	Категория работников	Организация-партнер	Сумма FTE
1.	научные работники		
2.	инженеры		
3.	специалисты		
4.	рабочие		
	Итого:		

4. Финансовое обеспечение

4.1. Полная сметная стоимость проекта: 160 тысяч долларов США.

Прогноз полной сметной стоимости (указать суммарно за весь срок, за исключением ФЗП).
Детализация приводится в отдельной форме.

4.2. Внебюджетные источники финансирования

Предполагаемое финансирование со стороны соисполнителей/заказчиков — общий объем.

Руководитель проекта _____ / Г.В. Мицын /

Дата представления проекта в ДНОД _____

Дата решения НТС Лаборатории _____, номер документа _____

Год начала проекта _____

(для продлеваемых проектов) — год начала работ по проекту _____

**Предлагаемый план-график и необходимые ресурсы для осуществления
Проекта**

Наименования затрат, ресурсов, источников финансирования		Стоимость (тыс. долл.) потребности в ресурсах	Стоимость, распределение по годам				
			1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
	Международное сотрудничество (МНТС)	50	10	10	10	10	10
	Материалы	60	12	12	12	12	12
	Оборудование и услуги сторонних организаций (пуско-наладочные работы)	50	10	10	10	10	10
	Пуско-наладочные работы						
	Услуги научно- исследовательских организаций						
	Приобретение программного обеспечения						
	Проектирование/строительство						
	Сервисные расходы <i>(планируются в случае прямой принадлежности к проекту)</i>						
Необходимые ресурсы	Нормо-час	Ресурсы					
		– сумма FTE,	72,5	14,5	14,5	14,5	14,5
		– ускорителя/установки, Линак ЛЯП 150	30	30	30	30	30
		– реактора,.....					
Источники финансирования	Бюджетные средства	Бюджет ОИЯИ <i>(статьи бюджета)</i>	160	32	32	32	32
	Внебюджет (доп. смета)	Вклады соисполнителей Средства по договорам с заказчиками Другие источники финансирования					

Руководитель проекта / подпроекта КИП _____/_____/

Экономист Лаборатории _____/_____/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ ПРОЕКТА

НАИМЕНОВАНИЕ ПРОЕКТА:

**Совершенствование методов, технологий, режимов планирования
и проведения лучевой терапии**

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ПРОЕКТА / ПОДПРОЕКТА КИП

ШИФР ПРОЕКТА / ПОДПРОЕКТА КИП

ШИФР ТЕМЫ: **04-2-1132-2017**

ФИО РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА: **Мицын Г.В.**

СОГЛАСОВАНО

ВИЦЕ-ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА

ПОДПИСЬ

ФИО

ДАТА

ГЛАВНЫЙ УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
ИНСТИТУТА

ПОДПИСЬ

ФИО

ДАТА

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР

ПОДПИСЬ

ФИО

ДАТА

ДИРЕКТОР ЛАБОРАТОРИИ

ПОДПИСЬ

ФИО

ДАТА

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ЛАБОРАТОРИИ

ПОДПИСЬ

ФИО

ДАТА

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ЛАБОРАТОРИИ

ПОДПИСЬ

ФИО

ДАТА

РУКОВОДИТЕЛЬ ТЕМЫ

ПОДПИСЬ

ФИО

ДАТА

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА

ПОДПИСЬ

ФИО

ДАТА

ОДОБРЕН ПКК ПО НАПРАВЛЕНИЮ

ПОДПИСЬ

ФИО

ДАТА

