


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра физики элементарных частиц**



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ
академик РАН  А. Е. Бондарь
« 04 » 10 2020 г.

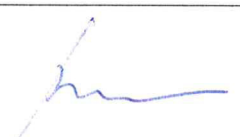
**Рабочая программа дисциплины
ПРОТОННАЯ И ИОННАЯ ТЕРАПИЯ**

направление подготовки: **03.04.02 Физика, курс 1, семестр 1**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

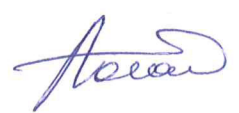
Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	36	32			2			2		
Всего 36 часа / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Разработчик:
ст. преп.

 В. А. Востриков

Зав. кафедрой элементарных частиц
д.ф.-м.н.,

 И. Б. Логашенко

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

 И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2020

Содержание

Аннотация.....	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	5
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	6
5. Перечень учебной литературы.	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	9

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Протонная и ионная терапия»
Направление: **03.04.02 Физика**
Направленность (профиль): Общая и фундаментальная физика

Программа дисциплины «**Протонная и ионная терапия**» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню подготовки магистра по направлению **03.04.02 Физика, «Общая и фундаментальная физика»**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ) кафедрой физики элементарных частиц в качестве факультативной дисциплины. Дисциплина изучается студентами магистратуры физического факультета в осеннем семестре.

Цель курса – познакомить студентов-физиков с основами протонной и ионной терапии, понятиями о радиационной терапии, пучками тяжелых заряженных частиц, методами формирования дозного поля, основные типы ускорителей для генерации пучков протонов и ионов высокой энергии, принципами построения специализированных комплексов для протонной и ионной терапии.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

способности самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта (**ПК-1**);

способности свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (**ПК-2**).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия протонной и ионной терапии;
- основные современные методы генерации пучков тяжелых заряженных частиц, включая различные схемы проведения лучевой терапии и различные подходы к реализации облучения.

Уметь:

- использовать полученные знания при создании современных ускорительных комплексов для протонной и ионной терапии.

Владеть:

- навыками работы с информацией по протонной и ионной терапии.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студента, зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контрольные вопросы.

Промежуточная аттестация: зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **1** зачётную единицу/**36** академических часов.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Протонная и ионная терапия» представляет собой начальный курс радиационной терапии онкологических новообразований пучками тяжелых частиц высокой энергии, предназначенный для обучения студентов-физиков, специализирующихся в области ядерной медицины физики, включая разделы ядерной физики, и физики ускорителей, относящиеся к методам исследования воздействия ионизирующего излучения на живые системы.

Целью освоения курса является ознакомление студентов с 1) основными понятиями протонной и ионной терапии; 2) особенностями взаимодействия тяжелых заряженных частиц с веществом; 3) особенностями радиобиологического воздействия протонов и ионов; 4) системами генерации пучков протонов и ионов; 5) основными методами планирования лечения и создания дозного поля; 6) системами позиционирования, верификации, и дозиметрии; 7) методами решения проблемы подвижных опухолей; 8) обзором клинического применения протонной и ионной терапии; 9) обзором текущего состояния в мире, на примере действующих установок.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

профессиональная компетенция ПК-1 (способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта) в части формирования способности использовать специализированные знания по принципам протонной и ионной терапии для освоения радиационной терапии, медицинской физики, дозиметрии, ядерной медицины в целом;

профессиональная компетенция ПК-2 (способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности) в части использования полученных знаний в области протонной и ионной терапии в профессиональной деятельности.

Всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов, материал лекционного курса увязывается с современными исследованиями в области протонной и ионной терапии, ускорительной физики и техники, медицинской физики. Специально указываются темы, активно обсуждаемые в текущей профессиональной научной литературе и планах дальнейших работ в институтах, в котором студенты планируют проходить научную практику. Материал курса увязывается с разделами физики, изучаемыми студентами (электродинамика) и спецкурсами, параллельно изучаемые по данной специальности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:**

- основные понятия протонной и ионной терапии (ПК 1.1);
- основные современные методы генерации пучков тяжелых заряженных частиц, включая различные схемы проведения лучевой терапии и различные подходы к реализации облучения (ПК 2.1).

- **Уметь:**

- использовать полученные знания при создании современных ускорительных комплексов для протонной и ионной терапии (ПК 2.2).

- **Владеть:**

- навыками работы с информацией по протонной и ионной терапии (ПК 2.3).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Факультативная дисциплина «Протонная и ионная терапия» реализуется в осеннем семестре 1-го курса магистратуры для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой физики элементарных частиц. Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по таким разделам физики, как механика, электродинамика, а также по математике (дифференциальное и интегральное исчисления, ряды Фурье и др.). Он должен расширить компетенции магистрантов по данной специализации, т.к. дает ему необходимые знания, навыки и представления о современных методах лучевой терапии онкологических новообразований.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	36	32			2			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1, ПК-2										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий, зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: контрольные вопросы.

Промежуточная аттестация: зачёт.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачётную единицу.

- лекционные занятия – 32 часа;
- самостоятельная работа в течение семестра, не включая период сессии – 2 часа;
- промежуточная аттестация (зачёт) – 2 часа;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лекционные занятия, зачёт) составляет 34 часа.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачётную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Основные понятия адронной терапии	1-2	4	4					
2.	Взаимодействие тяжелых частиц с веществом	3-4	4	4					
3.	Особенности радиобиологии	5	2	2					
4.	Методы генерации протонных и ионных пучков	6-8	6	6					
5.	Формирование дозного поля	9-10	4	4					
6.	Структура облучательной комнаты	11-12	4	4					
7.	Обзор клинического применения	13	2	2					
8.	Обзор текущего состояния в мире	14-16	8	6		2			
9.	Зачёт		2						2
Всего			36	32		2			2

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

Раздел 1. Основные понятия адронной терапии (4 часа)

Введение: понятие лучевой терапии, различные виды лучевой терапии. Краткий обзор конвенциональной терапии. Диагностика. Различие между конвенциональной терапией и адронной терапией.

Раздел 2. Взаимодействие тяжелых частиц с веществом (4 часа)

Ионизационные потери тяжелых частиц. Пик Брэгга. Пробег и многократное рассеяние. Формирование расширенного пика Брэгга. Физическая и биологическая доза. Основы дозиметрии.

Раздел 3. Особенности радиобиологии (2 часа)

Взаимодействие ионизирующего излучения с живыми системами. Линейная передача энергии. Относительная биологическая эффективность (RBE). Зависимость RBE от различных параметров излучения, типа клеток, и др. Экспериментальные методы исследования влияния ионизирующего излучения на живые системы.

Раздел 4. Методы генерации протонных и ионных пучков (6 часов)

Линейные и циклические ускорители. Генерация, транспортировка и фокусировка пучков заряженных частиц. Основные параметры пучков. Особенности протонных и ионных ускорителей для медицины. Циклотрон. Синхротрон. Перспективные методы: лазерное ускорение, FFAG.

Раздел 5. Формирование дозного поля (4 часа)

Система планирования лечения. Связь с диагностическим оборудованием. Основные параметры дозного поля. Система формирования дозного поля. Пассивная схема и активное сканирование. Проблема подвижных опухолей и методы ее решения.

Раздел 6. Структура облучательной комнаты (4 часа)

Основные элементы облучательной комнаты. Позиционирование пациента. Верификация положения пациента. Дозный монитор. Дозиметрия. Гантри.

Раздел 7. Обзор клинического применения (2 часа)

Обзор локализаций, наиболее успешно поддающихся лечению протонными и ионными пучками на примере ведущих мировых центров.

Раздел 8. Обзор текущего состояния в мире (6 часов)

Обзор функционирующих и строящихся центров. Основные производители и базовые конструкции. Организация и функционирование центра протонной или ионной терапии на различных стадиях. Организация потока пациентов. Инженерная инфраструктура, радиационная защита. Примеры дополнительного использования пучков для различных целей.

Самостоятельная работа студентов (2 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	2

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Перкинс Д. Введение в физику высоких энергий.

5.2. Дополнительная литература

2. Линденбратен, Леонид Давидович. Медицинская радиология: (Основы лучевой диагностики и лучевой терапии) : [Учебник для мед. вузов] / Л.Д. Линденбратен, И.П. Королюк 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2000. - 671 с. : ил. ; 24 см.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

3. Перкинс Д. Введение в физику высоких энергий.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем контрольных вопросов в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-1 и ПК-2 сформированы не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на зачёте. Он проводится в конце семестра в устной форме. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Оценка «зачтено» означает успешное прохождение промежуточной аттестации.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Протонная и ионная терапия».

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6

Полнота знаний	ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 2.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.2. Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры контрольных вопросов

1. Понятие относительной биологической эффективности и основные параметры, влияющие на ее величину.
2. Основные элементы облучательной комнаты.

Примеры вопросов на зачёт

1. Основные преимущества протонной терапии по сравнению с конвенциональной.
2. Основные преимущества ионной терапии по сравнению с протонной и конвенциональной.
3. Сравнение пассивной и активной схемы облучения.
4. Сравнение циклотрона и синхротрона.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Протонная и ионная терапия»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного