

**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**



ТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

**Рабочая программа дисциплины
КЛИНИЧЕСКАЯ ДОЗИМЕТРИЯ**

направление подготовки: **03.04.02 Физика**
направленность (профиль):
Медицинская физика
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
3	36		16		18				2	
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 часов										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2022

Содержание

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

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

Задачей курса «Клиническая дозиметрия» является формирование физических представлений об особенностях применения фотонных и электронных пучков в лучевой терапии, знание подходов и принципов клинической дозиметрии фотонного и электронного излучения, особенности проведения гарантии качества лучевой терапии. Дисциплина включает современные протоколы для определения поглощённой дозы в водной среде, методики расчета дозы, контроль качества при проведении лучевой терапии с применением фотонного и электронного излучений.

Цели освоения дисциплины

- овладение терминами, понятиями, основными процессами при взаимодействии клинических пучков ионизирующего излучения с веществом, основами принципов клинической дозиметрии электронных и фотонных пучков различного качества.
- формирование у студентов научного мировоззрения, способности объективно оценивать точности измерения доз клинических аппаратов и критически оценивать имеющиеся методики;
- освоение способов и получение навыков работы с оборудованием для клинической дозиметрии и правил работы с клиническими источниками ионизирующего излучения.
- развитие навыков критического мышления при оценке, получаемых результатов, измерения абсолютных и относительных распределений поглощённой дозы клинических аппаратов.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать закономерности распределения поглощенной дозы в тканезквивалентной среде от различных источников излучения; современные подходы и конкретные технические приемы для расчёта поглощённой дозы; принципы работы дозиметрического оборудования; современные международные протоколы по клинической дозиметрии.</p> <p>Уметь применять правила клинической дозиметрии для измерения поглощенных доз от различных аппаратов; организовывать безопасную работу с источниками ионизирующего излучения, осуществлять контроль качества терапевтических аппаратов, пересчитывать измеряемые единицы заряда в реальную величину поглощённой дозы с учётом конкретных условий измерения.</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		Владеть приборными методами измерений в полях ионизирующих излучений; - методами моделирования радиационных полей.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Клиническая дозиметрия» реализуется в осеннем семестре 2-го курса магистратуры, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой физики элементарных частиц. Он дает магистранту умения проводить клиническую дозиметрию аппаратов лучевой терапии, рассчитывать поглощенные дозы из аппаратных единиц дозиметра для конкретных условий измерения, знания современных подходов к проблеме клинической дозиметрии.

3. Трудоемкость 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
3	36		16		18				2	
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 часов										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: практические занятия, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий, дифференцированный зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: тестирование по материалу предыдущего занятия

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачётную единицу.

- практические занятия – 16 часов;
- самостоятельная работа в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;

- промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) – 2 часа;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (практические занятия, дифференцированный зачёт) составляет 18 часов.

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.	Оборудование для клинической дозиметрии	1	2		2	2			
2.	Основные характеристики, описывающие терапевтический пучок, пучки фотонов высоких энергий	2-3	6		4	2			
3.	Дозиметрия электронных пучков	4	4		2	2			
4.	Дозиметрия рентгеновского излучения и при брахитерапии	5	4		2	4			
5.	Ознакомление с оборудованием для клинической дозиметрии	6	2		2	4			
6.	Решение задач по определению распределения поглощенной дозы в тканеэквивалентной среде	7-8	6		4	4			
7.	Дифференцированный зачёт		2						2
Всего			36		16	18			2

Программа практических занятий (16 часов)

Занятие 1. Оборудование для клинической дозиметрии (2 часа)

Типы детекторов и принципы их работы, анализаторы дозного поля, фантомы. Определения поглощенной дозы, дозиметрических величин. Дозное распределение пучков ионизирующего излучения в тканеэквивалентной среде.

Занятие 2. Основные характеристики, описывающие терапевтический пучок, пучки фотонов высоких энергий (4 часа)

Правила использования детекторов, калибровка радиотерапевтических пучков при введении в эксплуатацию и в клинической практике (фотонных и электронных); методики определения поглощенной дозы для фотонных и электронных пучков. Применение международных протоколов TRS-398, TG-51 по определению поглощенной дозы в воде.

Занятие 3. Дозиметрия электронных пучков (2 часа)

Характеристики электронного пучка и основные принципы клинической дозиметрии.

Занятие 4. Дозиметрия рентгеновского излучения и при брахитерапии (2 часа)

Рассматриваются рентгеновские пучки с точки зрения флюенса фотонов и энергетического флюенса. Описание практических методик. Особенности и основные принципы клинической дозиметрии радиоактивных источников при внутриполостной и внутритканевой лучевой терапии.

Занятие 5. Ознакомление с оборудованием для клинической дозиметрии (2 часа)

Практическое применение детекторов на линейном ускорителе.

Занятие 6. Решение задач по определению распределения поглощенной дозы в тканеэквивалентной среде (4 часа)

Самостоятельная работа студентов (18 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	6
Изучение теоретического материала, не освещаемого на занятиях	4
Подготовка к дифференцированному зачёту	8

5. Перечень учебной литературы.

1. 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. (9 экз.)
2. Международный симпозиум по отдельным вопросам дозиметрии (Вена; 1960). Сборник материалов симпозиума по отдельным вопросам дозиметрии : избранные доклады иностранных ученых на международном симпозиуме в Вене 7-11 июня 1960 г. Москва : Госатомиздат, 1962. - 229 с. : ил. ; 22 см. (2 экз.)

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

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

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.
3. Каньон линейного ускорителя ФГБУ НМИЦ им. ак. Е, Н, Мешалкина для проведения практических занятий;

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.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины.

Для проведения практических занятий предусмотрена возможность использования программно-аппаратного комплекса Радиологического отделения ФГБУ «НМИЦ им Е.Н. Мешалкина» в составе – медицинские стереотаксические комплексы (ускорители) Axesse, дозиметрическая аппаратура.

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

В начале каждого занятия (начиная со второго), проводится 15-минутный опрос на знание материала предыдущего занятия.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте. Он проводится в конце семестра по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать закономерности распределения поглощенной дозы в тканезквивалентной среде от различных источников излучения; современные подходы и конкретные технические приемы для расчёта поглощённой дозы; принципы работы дозиметрического оборудования; современные международные протоколы по клинической дозиметрии.	Проведение тестирования, дифференцированный зачет.

<p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Уметь применять правила клинической дозиметрии для измерения поглощенных доз от различных аппаратов; организовывать безопасную работу с источниками ионизирующего излучения, осуществлять контроль качества терапевтических аппаратов, пересчитывать измеряемые единицы заряда в реальную величину поглощённой дозы с учётом конкретных условий измерения. Владеть приборными методами измерений в полях ионизирующих излучений; - методами моделирования радиационных полей.</p>	<p>Проведение тестирования, дифференцированный зачет.</p>
---	--	---

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Клиническая дозиметрия».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. 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 1.2	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 1.2	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.
-----------------------------------	--------	--	--	--	---

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Пример теста

Выбрать все возможные правильные варианты

1. Тормозное излучение возникает...
 - а) при изменении энергетического состояния атомных ядер
 - б) при столкновении электронов и позитронов
 - с) при взаимодействии заряженных частиц в веществе

2. Поглощенная доза
 - а) определяет степень радиационного воздействия
 - б) это разность сумм кинетических энергий всех заряженных и незаряженных частиц входящих и выходящих из рассматриваемого объема
 - в) это отношение средней энергии, переданной излучением веществу в элементарном объеме

3. К методам изменения дозного поля относятся
 - а) МЛК
 - б) ионизационная камера
 - в) клиновидные фильтры

4. Испускаемое гамма-излучение ^{60}Co
 - а) 1,17МэВ
 - б) 1,25 МэВ
 - с) 1,33 МэВ

Итоговое тестовое задание по курсу «Клиническая дозиметрия»

1. Какой эффект вносит большой вклад в дозу при энергии 6МВ:
 - а) фотоэффект
 - б) Комптон эффект
 - с) Образование электрон-позитронных пар

2. Термин качества пучка отражает:
 - а) Скорость движения заряженных частиц между электродами
 - б) Проникающую способность пучка излучения в воде

- c) Число частиц в элементарном объеме к площади сечения этого объема
3. Единица измерения поглощенной дозы, используемая в лучевой терапии:
- a) Грей
 - b) Рентген
 - c) Зиверт
4. Выравнивающий фильтр в ЛУЭ служит для:
- a) Изменения энергии фотонов
 - b) Выравнивания дозного профиля
 - c) Выравнивания геометрических неточностей мишени
5. Флюенс – это:
- a) Плотность потока частиц во времени
 - b) Количество частиц, пролетающих через площадку, перпендикулярную пучку
 - c) Количество энергии, пролетающие через площадку, перпендикулярную пучку
6. При абсолютной дозиметрии:
- a) Оценивается профиль пучка
 - b) Оценивается доза
 - c) Верифицируется план
7. Какой параметр лучше всего обеспечивает защиту от радиации
- a) Время
 - b) расстояние
8. Глубина проникновения ионизирующего излучения зависит:
- a) от природы излучения;
 - b) от объема вещества;
 - c) от массы вещества;
 - d) от плотности вещества
9. Взаимодействие радиации с атомами вызывает

- a) Радиоактивность
- b) Ионизацию
- c) Фоновую радиацию
- d) Заражение

10. В каких единицах измеряется радиоактивность?

- a) Бк
- b) Кл/кг
- c) Р
- d) Рад
- e) Гр

11. Из электромагнитных излучений к ионизирующим относятся:

- a) рентгеновское
- b) радиочастотный диапазон
- c) ультрафиолет
- d) видимый спектр
- e) инфракрасный диапазон

12. Большой ионизирующей и малой проникающей способностью обладают:

- a) альфа-частицы
- b) бета-частицы
- c) нейтроны
- d) гамма-кванты
- e) π -мезоны

13. Количество поглощенной энергии на единицу массы называется:

- a) поглощенной дозой излучения
- b) кожной дозой
- c) глубинной дозой
- d) дозой в воздухе

14. От какого критерия не зависит СПО (слой половинного ослабления)

- a) Энергия излучения
- b) Атомный номер Z материала
- c) Вид излучения
- d) дозой в воздухе

15. Качество пучка показывает $TPR_{20,10}$:

- a) Отношение дозы на глубине 20 и 10 см в воде
- b) Отношение дозы при размере поле 20*20 и 10*10
- c) Разница в дозе между 20 и 10 MU

16. В поглощенную дозу вносят вклад?

- a) Потеря энергии на столкновения
- b) Радиационные потери
- c) И то, и другое

Пример билета на дифференцированном зачёте

1. Основные характеристики терапевтического пучка.
2. Основные положения TRS-398.

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 «Клиническая дозиметрия»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль: «Медицинская физика», «Общая и фундаментальная физика»**

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