

**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



Согласовано, декан ФФ

Блинов В.Е.

2025 г.

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ КЛИНИЧЕСКОЙ РАДИОБИОЛОГИИ

правление подготовки: **03.04.01 Прикладные математика и физика**
направленность (профиль): **все профили**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная ра- бота, не включая период сессии	Самостоятельная подго- товка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные за- нятия			Консультации	Зачет	Дифференциро- ванный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	72	32	2		36				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
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.	4
5. Перечень учебной литературы.	5
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	6
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	6
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	7
Аннотация.	10

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

Целью курса «Основы клинической радиобиологии» является ознакомление студентов с современными методами радиотерапии, как одного из основных методов лечения онкологических заболеваний. Курс является введением в практическое применение знаний по воздействию ионизирующих излучений на живые ткани с учетом их толерантности и различного ответа на радиационную нагрузку. Курс построен на изложении клинических особенностей современных методик облучения.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осваивать и применять специализированные знания в области физико-математических и (или) естественных наук в своей профессиональной деятельности.	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. 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	Знать механизм воздействия ионизирующих излучений на биологические ткани; возможности экспериментальных методов для ионизирующих излучений. Уметь правильно оценивать биологический эффект излучения с учетом уровня толерантности различных видов тканей; производить оценку влияния ионизирующего излучения на ткани с учётом их толерантности и различного ответа на радиационную нагрузку. Владеть клиническими особенностями современных методик облучения; программно-аппаратным комплексом моделирования радиационной нагрузки.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Основы клинической радиобиологии» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки **03.04.01 Прикладные математика и физика**. Дисциплина «Основы клинической радиобиологии» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата. Дисциплина должна предшествовать выполнению магистерской диссертации т.к. дает магистранту необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения исследований в рамках подготовки его квалификационной работы, при работе с дозными установками.

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.

Трудоемкость дисциплины – 1 з.е. (36 ч)

Форма промежуточной аттестации: 2 семестр – дифференцированный зачет

Таблица 3.1

№	Вид деятельности	Семестр
		2
1	Лекции, ч	32
2	Практические занятия, ч	2
3	Лабораторные занятия, ч	
4	Занятия в контактной форме, ч, из них	36
5	из них аудиторных занятий, ч	34
6	в электронной форме, ч	-
7	консультаций, час.	-
8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	36
10	Всего, ч	72

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

Лекции (32 ч)

Таблица 4.1

	Наименование темы и их содержание	Объем, час
1	<p>Раздел 1. Основные понятия свойства и характеристики ионизирующих излучений.</p> <p>1. Введение: Основные свойства и характеристики ионизирующих излучений. Дозы ионизирующих излучений и единицы их измерений.</p> <p>2. Первичные стадии в повреждении тканей под действием ионизирующих излучений. Начальные этапы развития лучевого повреждения</p>	4
2	<p>Раздел 2. Радиобиологические эффекты на клеточном уровне</p> <p>3. Основные радиобиологические эффекты на клеточном уровне.</p> <p>4. Радиационные повреждения и репарация ДНК. Радиочувствительность клеток и тканей.</p>	4
3	<p>Раздел 3. Действие ионизирующих излучений на критические системы организма</p> <p>5. Действие ионизирующих излучений на критические системы организма. Толерантность критических органов к облучению, реакция нормальных тканей.</p>	4

	6. Основные виды радиационных повреждений, ранние и поздние лучевые реакции.	
4	Раздел 4. способы модификации радиочувствительности тканей. 7. Физические способы модификации радиочувствительности тканей. 8. Оксигинация, гипоксия, гипертермия. Онкотерм.	4
5	Раздел 5. Расчет доз в клинической практике. 9. Дозообъемные эффекты облучения, временные соотношения, линейно-квадратичная модель расчета доз в клинической практике. 10. Фракции облучения, гипо- и мультифракционирование, динамическое фракционирование и эскалация дозы. Радио-хирургия.	4
6	Раздел 6. Радиационная безопасность. 11. Радиационная безопасность. 12. Средства защиты персонала и пациентов.	4
7	Раздел 7. Особенности облучения злокачественных новообразований. 13. Особенности облучения злокачественных новообразований различных локализаций - голова и шея, рак легкого. 14. Особенности облучения злокачественных новообразований различных локализаций - предстательная железа, молочная железа и другие клинические случаи.	8

Программа практических занятий (2 часа)

Занятие 1. Построение моделей радиационной нагрузки. (2 часа)

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лекционным занятиям на основе изученного материала и дополнительной литературы	36

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. (Учебная литература для студентов медицинских вузов) ISBN 5-225-04403-4. (9 экз.)

2. Ярмоненко, Самуил Петрович. Радиобиология человека и животных: учеб. пособие для мед. и биол. спец. вузов / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон - М. : Высшая школа, 2004 - 549 с. : ил. ; 22 см.- ISBN 5-06-004265-0. (8 экз.)

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

3. Линденбрaten, Леонид Давидович. Медицинская радиология: (Основы лучевой диагностики и лучевой терапии) : [Учебник для мед. вузов] / Л.Д. Линденбрaten, И.П. Королук. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 2000 671 с. : ил. ; 24 см. (Учебная литература для студентов медицинских вузов) ISBN 5-225-04403-4.
4. Ярмоненко, Самуил Петрович. Радиобиология человека и животных : учеб. пособие для мед. и биол. спец. вузов / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон - М. : Высшая школа, 2004 - 549 с. : ил. ; 22 см.- ISBN 5-06-004265-0.

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 История 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».

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. Для проведения практических занятий предоставляются рабочие места медицинских физиков.

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 успеваемости студента учитывает его активность на занятиях. В начале каждого занятия (начиная со второго) проводится опрос по материалам предыдущей лекции.

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. Дифференцированный зачёт проводится в конце семестра в зачётную сессию 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, итоговая оценка ставится как средняя из трёх оценок: оценки за текущий контроль и двух оценок за ответы на вопросы на дифференцированном зачёте. 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

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-1	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 механизм воздействия ионизирующих излучений на биологические ткани; возможности экспериментальных методов для ионизирующих излучений.	Опрос в начале каждой лекции, дифференцированный зачет.
	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	Уметь правильно оценивать биологический эффект излучения с учетом уровня толерантности различных видов тканей; производить оценку влияния ионизирующего излучения на ткани с учётом их толерантности и различного ответа на радиационную нагрузку. Владеть клиническими особенностями современных методик облучения; программно-аппаратным комплексом моделирования радиационной нагрузки.	Опрос в начале каждой лекции, дифференцированный зачет.

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p>Устный опрос:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ответ наполнен теоретическим и фактическим материалом, подкрепленными ссылками на научную литературу и источники, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий, – ответ дан полностью. <p>Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. В ответе обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.</p> <p>Дифференцированный зачет:</p>	Отлично

<ul style="list-style-type: none"> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. <p>При изложении ответа на вопрос(ы) преподавателя обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.</p>	
<p><u>Устный опрос:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – ответ наполнен теоретическим и фактическим материалом, подкрепленными ссылками на научную литературу и источники, – неполнота реализации выбранных методов, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – ответ дан полностью. <p>Отвечает на дополнительные вопросы. В ответе обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок. 	<p><i>Хорошо</i></p>
<p><u>Устный опрос:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – фрагментарность раскрытия темы. <p>При ответах на вопросы допускает ошибки.</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении процессов и явлений, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, 	<p><i>Удовлетворительно</i></p>

– наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы.	
<p>Устный опрос:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отсутствие теоретического и фактического материала, подкрепленного ссылками на научную литературу и источники, – непонимание причинно-следственных связей, – компилятивное, неосмысленное, нелогичное и неаргументированное изложение материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – фрагментарность раскрытия темы, – неподготовленность ответа на основе предварительного изучения литературы по темам, неучастие в коллективных обсуждениях в ходе практического (семинарского) занятия. <p>Дифференцированный зачет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкрепленное ссылками на научную литературу и источники, – непонимание причинно-следственных связей, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы. 	<i>Неудовлетворительно</i>

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

Примеры вопросов для проведения текущего контроля:

- К средствам и методам ранней патогенетической терапии радиационных поражений относятся:
 - 1) дезинтоксикационные средства и методы
 - 2) средства, понижающие утилизацию кислорода в клетках
 - 3) иммуномодуляторы
 - 4) адаптогены
 - 5) стимуляторы регенерации
- Расположите следующие ткани (органы) в порядке возрастания их устойчивости к внешнему облучению:
 - а) костный мозг;
 - б) печень;
 - в) головной мозг;
 - г) эпителий тонкого кишечника.
- Снижение поражающего эффекта радиации на животный организм при фракционировании дозы объясняют:
 - а) развитием в перерывах между фракциями репарации сублетальных молекулярных поражений в сохранивших жизнеспособность клетках;
 - б) увеличением величины сердечного выброса;
 - в) клеточной регенерацией в критических системах в перерывах между фракциями;
 - г) развитием в перерывах между фракциями адаптивных и компенсаторных реакций, повышающих устойчивость к облучению.

4. Механизмы радиозащитного действия могут быть связаны:
- а) со снижением содержания кислорода в клетках;
 - б) с увеличением содержания кислорода в клетке;
 - в) с конкуренцией молекул протектора с продуктами свободнорадикальных реакций за «мишени»;
 - г) со способностью подавлять митотическую активность клеток радиочувствительных тканей;
 - д) со способностью увеличивать митотическую активность клеток радиочувствительных тканей.

Список вопросов, выносимых на дифференцированный зачёт

1. Радиочувствительность нормальных и опухолевых клеток.
2. Основные свойства неоплазмы. Классификация опухолей.
3. Кислородный эффект, его проявление на разных уровнях клеточной организации.
4. Моноклональное происхождение рака.
5. Гипербарическая оксигенация, ЭАС в лучевой терапии.
6. Метастазирование.
7. Гипоксирадиотерапия, экспериментальное обоснование метода, клинические результаты.
8. Опухолевая прогрессия.
9. Гипертермия в лучевой терапии рака.
10. ДНК - и РНК - содержащие вирусы, их роль в канцерогенезе.
11. Гипергликемия как адъювант в комплексной терапии рака.
12. Онкогены и гены - супрессоры.
13. Тяжелые заряженные частицы и нейтроны в лучевой терапии рака.
14. Мутагенез и канцерогенез, тест Эймса.
15. Радионуклиды в мишенной радиотерапии и диагностике.

-
1. Основные механизмы злокачественной трансформации клетки.
 2. Эффекты малых доз облучения.
 3. Теломеразный уровень регуляции клеточного деления.
 4. Кривая Грея и основные подходы к модификации радиочувствительности нормальных и опухолевых клеток.
 5. Термочувствительность нормальных и опухолевых клеток.
 6. Непосредственные и отдаленные осложнения лучевой терапии.
 7. Адаптационная теория, ее экспериментальное подтверждение.
 8. Восстановление нормальных и опухолевых клеток от радиационных повреждений.
 9. Инициаторы и промоторы в процессе канцерогенеза. Роль внешних факторов.
 10. Критические тканевые системы при лучевой терапии.
 11. Биологическое действие гипертермии.
 12. Рак как микроэволюционный процесс

Пример билета на дифференцированный зачёт

1. Радионуклиды в мишенной радиотерапии и диагностике
2. Адаптационная теория, ее экспериментальное подтверждение.

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

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Основы клинической радиобиологии»**

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

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Основы клинической радиобиологии»
направление подготовки: **03.04.01 Прикладные математика и физика**
направленность (профиль): **все профили**

Программа дисциплины «**Основы клинической радиобиологии**» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО к уровню подготовки магистра по направлению **03.04.01 Прикладные математика и 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 дисциплины по выбору. Дисциплина изучается студентами 1 курса магистратуры физического факультета в весеннем семестре.

Целью курса «**Основы клинической радиобиологии**» является ознакомление студентов с современными методами радиотерапии как одного из основных методов лечения онкологических заболеваний. Курс является введением в практическое применение знаний по воздействию ионизирующих излучений на живые ткани с учетом их толерантности и различного ответа на радиационную нагрузку.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осваивать и применять специализированные знания в области физико-математических и (или) естественных наук в своей профессиональной деятельности.	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. 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	Знать механизм воздействия ионизирующих излучений на биологические ткани; возможности экспериментальных методов для ионизирующих излучений. Уметь правильно оценивать биологический эффект излучения с учетом уровня толерантности различных видов тканей; производить оценку влияния ионизирующего излучения на ткани с учётом их толерантности и различного ответа на радиационную нагрузку. Владеть клиническими особенностями современных методик облучения; программно-аппаратным комплексом моделирования радиационной нагрузки.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: опрос студентов по материалам предыдущей лекции

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **2** зачётные единицы / **72** академических часа.