

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 25.08.2025 № 25.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ /
NONELECTRIC APPLICATION OF NUCLEAR TECHNOLOGIES**

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.02 Ядерные физика и технологии

профиль

Radioecology and Radiation Protection

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- познакомить студентов с многообразием возможностей использования ядерных технологий.

2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- сформировать представления о принципах использования и опыте применения ядерной энергии для целей, отличных от генерации электричества;
- сформировать представления о принципах использования и опыте применения ядерных, радиационных и радиоизотопных технологий в неэнергетической сфере.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Ядерная физика / Nuclear physics», «Ядерные технологии / Nuclear technologies», «Радиационная биология / Radiation biology», «Иностранный язык / Foreign language (Russian language)».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Радиационная гигиена / Radiation hygiene», «Избранные главы научно-исследовательской деятельности / Selected chapters of research work», выполнение научно-исследовательской работы, всех видов практики и выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности	З-ПК-3 Знать достижения научно-технического прогресса; У-ПК-3 Уметь применять полученные знания к решению практических задач; В-ПК-3 Владеть методами моделирования физических процессов;
ПК-22.1	Способен осуществлять модельные и экспериментальные исследования в области радиационной экологии и радиационной безопасности человека и окружающей среды	З-ПК-22.1 Знать закономерности поведения радионуклидов в окружающей среде, биологического действия на человека и окружающую среду; принципы системы радиационной безопасности; основные экологические и радиоэкологические проблемы ядерно-топливного цикла; У-ПК-22.1 Уметь проводить моделирование радиоэкологических

		процессов; осуществлять экспериментальные радиобиологические и радиоэкологические исследования; оценивать негативные радиобиологические и радиоэкологические последствия; В-ПК-22.1 Владеть навыками оценки радиационной и экологической безопасности при реализации антропогенной деятельности; компьютерными технологиями и специализированными программными средствами, применяемыми для радиоэкологических исследований; навыками аналитического и инструментального анализа объектов окружающей среды;
УКЦ-2	Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет-ресурсы, используемые при онлайн обучении; У-УКЦ-2 Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения; В-УКЦ-2 Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	40
В том числе:	
<i>лекции</i>	20
<i>практические занятия</i>	20
<i>(из них в форме практической подготовки)</i>	(0)
<i>лабораторные занятия</i>	-
<i>(из них в форме практической подготовки)</i>	(0)
КСР	30
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>экзамен</i>	54
Самостоятельная работа обучающихся	56
Всего (часы):	180

Всего (зачетные единицы):	5
----------------------------------	----------

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы				
			Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-6	1.	Энергетические неэлектрические применения ядерных технологий	6	6	-	-	28
1-2	1.1.	Ядерная энергия для теплоснабжения и технологических процессов	2	2	-	-	10
3-4	1.2.	Радиоизотопные источники излучения, тепла и электричества	2	2	-	-	10
5-6	1.3.	Мирные ядерные взрывы	2	2	-	-	8
7-16	2.	Неэнергетические применения ядерных технологий	14	14	-	-	28
7-8	2.1.	Радиоизотопы и способы их получения	4	4	-	-	8
9-11	2.2.	Ядерные технологии в науках о жизни	4	4	-	-	6
12-14	2.3.	Радиоизотопные и радиационные технологии в технических применениях	4	4	-	-	8
15-16	2.4.	Метод изотопных индикаторов	2	2	-	-	6
		Итого за 2 семестр:	20	20	-	-	56
		Всего:	20	20	-	-	

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-6	1.	Энергетические неэлектрические применения ядерных технологий	
1-2	1.1.	Ядерная энергия для теплоснабжения и технологических процессов	Ядерная энергия для теплоснабжения. Ядерное тепло для промышленности. Ядерное опреснение воды
3-4	1.2.	Радиоизотопные источники излучения, тепла и электричества	Радионуклидные источники ионизирующего излучения. Радиоизотопные источники энергии. Радиоизотопные электрические генераторы: виды, области применения, преимущества и ограничения, существующий опыт
5-6	1.3.	Мирные ядерные взрывы	Преимущества и недостатки мирных ядерных взрывов. Опыт США. Мирные

			ядерные взрывы в СССР
7-16	2.	Неэнергетические применения ядерных технологий	
7-8	2.1.	Радиоизотопы и способы их получения	Радиоизотопы. Реакторный способ получения. Ускорительный способ получения радиоизотопов. Производство радиоизотопов генераторным способом.
9-11	2.2.	Ядерные технологии в науках о жизни	Радиационная модификация процессов роста и развития. Облучение продуктов питания. Облучательские установки в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Радиационная селекция. Применение радиации для контроля насекомых.
12-14	2.3.	Радиоизотопные и радиационные технологии в технических применениях	Радиоизотопные приборы. Радиационные методы неразрушающего контроля. Радиационно-химические технологии
15-16	2.4.	Метод изотопных индикаторов	Принцип метода изотопных индикаторов. Стабильные и радиоактивные изотопные индикаторы. Области применения

Практические/семинарские занятия

Неделя	№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-6	1.	Энергетические неэлектрические применения ядерных технологий	
1-2	1.1.	Ядерная энергия для теплоснабжения и технологических процессов	Ядерная энергия для теплоснабжения. Ядерное тепло для промышленности. Ядерное опреснение воды
3-4	1.2.	Радиоизотопные источники излучения, тепла и электричества	Радионуклидные источники ионизирующего излучения. Радиоизотопные источники энергии. Радиоизотопные электрические генераторы: виды, области применения, преимущества и ограничения, существующий опыт
5-6	1.3.	Мирные ядерные взрывы	Преимущества и недостатки мирных ядерных взрывов. Опыт США. Мирные ядерные взрывы в СССР
7-16	2.	Неэнергетические применения ядерных технологий	
7-8	2.1.	Радиоизотопы и способы их получения	Радиоизотопы. Реакторный способ получения. Ускорительный способ получения радиоизотопов. Производство радиоизотопов генераторным способом.
9-11	2.2.	Ядерные технологии в науках о жизни	Радиационная модификация процессов роста и развития. Облучение продуктов питания. Облучательские установки в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Радиационная

			селекция. Применение радиации для контроля насекомых.
12-14	2.3.	Радиоизотопные и радиационные технологии в технических применениях	Радиоизотопные приборы. Радиационные методы неразрушающего контроля. Радиационно-химические технологии
15-16	2.4.	Метод изотопных индикаторов	Принцип метода изотопных индикаторов. Стабильные и радиоактивные изотопные индикаторы. Области применения

Лабораторные занятия
Не предусмотрены

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для всех видов самостоятельной работы обучающимся рекомендуется использовать:

- основную и дополнительную учебную литературу (см. раздел 9);
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе периодические издания Научной электронной библиотеки e-LIBRARY.ru (<http://elibrary.ru>);

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 2 семестр			
1.	Раздел 1	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-22.1, У-ПК-22.1, В-ПК-22.1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2	Контрольная работа
2.	Раздел 2	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-22.1, У-ПК-22.1, В-ПК-22.1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2	Доклад
Промежуточная аттестация, 2 семестр			
	Экзамен	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-22.1, У-ПК-22.1, В-ПК-22.1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2	Экзаменационный билет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
<i>Контрольная работа</i>	7	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Доклад</i>	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
<i>Экзамен</i>	-		
<i>Экзаменационный билет</i>	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях 5 баллов (но суммарно за семестр не больше, чем 60)

Штрафы: за несвоевременное участие в докладе и контрольной работе максимальная оценка может быть снижена на 20%.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Бекман И.Н. Ядерная индустрия. Курс лекций. <http://profbeckman.narod.ru/NIL15.pdf>
2. Бойко В.И., Кошелев Ф.П. Ядерные технологии в различных сферах человеческой деятельности. Томск: Из-во ТПУ, 2008. 341 с.
http://nuclphys.sinp.msu.ru/nuc_tech/yad_tech/yad_teh.pdf, с. 114-117.
3. Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. — СПб.: Лань, 2011. <https://ru.b-ok2.org/book/2906743/240477>
4. Ортега Л., Хиль Л. Изотопная гидрология: обзор // МАГАТЭ, 1998-2020 - <https://www.iaea.org/ru/newscenter/news/izotopnaya-gidrologiya-obzor>
5. Алимов А.С. Практическое применение электронных ускорителей. Препринт НИИЯФ МГУ № 2011 – 13/877. МГУ, 2011. http://nuclphys.sinp.msu.ru/nuc_tech/el_ac/application.html

б) дополнительная учебная литература:

1. Козьмин Г.В. и др. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Обнинск, 2015. С. 243-249, 250-266.
2. Атом на растопку // Атомный эксперт. - http://atomicexpert.com/nuclear_heating
3. Ядерное опреснение. https://youtu.be/Kf4tIqe8d_Y
4. Опреснение морской воды — способы, установки и проблемы // 2008-2019 - Science Debate - научно-популярные новости <http://www.sciencedebate2008.com/opresneniye-morskoy-vody-sposoby-ustanovki-i-problemy/>
5. Как "сшивают" полиэтилен? / 2020 Радиант - термоусаживаемые трубки и материалы. - <http://www.gradient.ru/spravochnik/34-crosslinked-polyethylene>
6. Созидающее излучение. Нежелательная технология // Научно-популярный журнал «Познавайка» / <https://www.poznavayka.org/fizika/sozidayushhee-izluchenie-nezhelatelnaya-tehnologiya/>
7. Созидающее излучение. Модификация свойств // Научно-популярный журнал «Познавайка» / <https://www.poznavayka.org/fizika/sozidayushhee-izluchenie-modifikatsiya-svoystv/>
8. Кашубский Н.И. и др. Методы неразрушающего контроля. Красноярск, 2009. С. 4-5, 71-75.
9. Radioisotopes in Industry // Non-power Nuclear Applications. – 2016-2020 World Nuclear Association. – <https://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/radioisotopes-research/radioisotopes-in-industry.aspx>
10. Кондор – сканер дорожного покрытия. – <https://www.atomic-energy.ru/video/68300>
11. Разработка «Росэлектроники» позволит обнаружить дефекты в оборудовании для атомной энергетики. – <https://www.atomic-energy.ru/news/2019/09/19/97473>
12. Japan to Support Use of NDT Technology for Recovery from Earthquakes, Floods in Asia and the Pacific. – <https://www.iaea.org/newscenter/news/japan-to-support-use-of-ndt-technology-for-recovery-from-earthquakes-floods-in-asia-and-the-pacific>
13. На «Атоммаше» ввели в эксплуатацию новый ускоритель электронов для радиационной дефектоскопии. – <https://www.rosatom.ru/journalist/news/na-atommashе-vveli-v-ekspluatatsiyu-novyy-uskoritel-elektronov-dlya-radiatsionnoy-defektoskopii/>

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе освоения дисциплины студентам рекомендуется обращаться за дополнительной информацией к информационным ресурсам свободного доступа, в том числе:

1. Non-Power Nuclear Applications / World Nuclear Association – URL: www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications.aspx
2. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) [Официальный сайт]. – URL: <http://www.un.org/ru/ga/iaea/>
3. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» [Официальный сайт]. – URL: <http://www.rosatom.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для оптимальной организации работ по изучению дисциплины студентам следует придерживаться следующих рекомендаций.

В течение семестра студенты должны изучать теоретический материал в соответствии с программой курса, предложенные преподавателем задания к практическим занятиям и самостоятельной работе, готовиться к текущей и промежуточной аттестации, прорабатывая необходимый материал согласно перечню терминов, контрольных вопросов и списку рекомендованной литературы.

Практические занятия требуют активного участия всех студентов в обсуждении вопросов, выносимых на семинар. Поэтому важно при подготовке к ним продумать вопросы, которые хотелось бы уточнить. Возможно расширение перечня рассматриваемых вопросов в рамках темы по желанию и предложению обучающихся.

Материал к занятиям можно подобрать в периодических изданиях научного и прикладного характера, выявляя тот, который имеет отношение к современным проблемам биологического контроля. Аналитический разбор подобных публикаций помогает пониманию и усвоению теоретического материала, формирует навыки использования различных подходов, решения стандартных задач, развивает способность к нестандартным решениям.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем курса, определенных программой. Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются:

- проработка учебного (теоретического) материала;
- подготовка к практическим занятиям, в том числе подготовка сообщений и докладов к семинарским занятиям;
- подготовка к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости, в том числе выполнение индивидуальных заданий;
- подготовка к зачету.

В процессе изучения данной дисциплины учитывается посещаемость лекций, оценивается активность студентов на семинарских занятиях, а также качество и своевременность подготовки теоретических материалов и практических заданий.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, материалы семинарских занятий, рекомендуемую литературу и др.

Условием успешного освоения материала и сдачи текущего и промежуточного контроля является систематическая работа в соответствии с учебным планом.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.
- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
- Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
- Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Не требуется.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная ноутбуком и проектором.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с современными средствами демонстрации (мультимедийное оборудование), а также помещения для самостоятельной работы студентов.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Все практические занятия сопровождаются мультимедийными презентациями.

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Неэнергетические применения ядерных технологий	Практические занятия	6	Семинары-дискуссии

14.2. *Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)*

Самостоятельная работа студентов магистратуры является важным компонентом образовательного процесса. Она направлена на 1) получение углубленных знаний по изучаемым тематикам; 2) получение навыков самостоятельной работы с литературой, периодическими изданиями и интернет-ресурсами; 3) формирование умения обобщать и концентрировать полученные знания; 4) получение опыта подготовки и проведения докладов, дискуссий, использования современных технических средств.

Темы, выносимые для самостоятельного изучения

Неразрушающий контроль и безопасность:

- Системы безопасности, использующие излучение и магнитные поля для досмотра людей, проверки багажа и грузов;
- Средства контроля структуры и свойств материалов и соединений, а также параметров объектов и их отдельных элементов/узлов;
- Дефектоскопия.

Индустриальное облучение, модификация и создание новых материалов:

- Обработка полимеров;
- Модификация поверхностей, напыление;
- Электронно-лучевая эпитаксия;
- Ионная имплантация;
- Электронно-лучевые технологии сварки, резки, сверления;
- Наплавка и закалка материалов, радиационный отжиг;
- Радиационно-химические технологии;
- Радиационные технологии в геофизике;
- Радиационная обработка полезных ископаемых.

Проверка тем для самостоятельного обучения проводится в течение всего семестра, для чего студенты готовят рефераты по темам и защищают их преподавателю.

14.3. *Краткий терминологический словарь*

Активность (нуклеотида) – скорость, с которой происходит распад нуклеотида; в Международной системе единицей активности является беккерель (Бк); при активности в 1 Бк в данном количестве радионуклида происходит 1 распад в секунду; внесистемная единица активности – кюри (Ки).

Альфа (α)-частицы – частицы, состоящие из двух протонов и двух нейтронов, вылетающие из ядра при его радиоактивном распаде; обладают энергией до 8,8 МэВ, высокой ЛПЭ и пробегом в воде в несколько десятков мкм; α -частицами называют и ядра гелия, также состоящие из двух протонов и двух нейтронов, которым на ускорителе тяжелых частиц может быть придана энергия в сотни МэВ.

Анафаза – фаза митоза, во время которой хроматиды «материнской» хромосомы отделяются друг от друга, превращаются в хромосомы дочерних клеток и направляются к полюсам деления – местам формирования ядер дочерних клеток.

Аноксия – полное отсутствие кислорода в клетке или ткани.

Апоптоз, программируемая клеточная гибель – гибель клетки в результате запуска специальной программы последовательной активации ряда ферментов, последние из которых разрезают ДНК на участки длиной в ~185 пар оснований; одним из сигналов к запуску

апоптоза является обнаружение повреждений ДНК во время прохождения клеткой сверхточных точек генерационного цикла; эти повреждения ДНК, однако, не столь велики, чтобы вызвать некроз.

Беккерель – единица радиоактивности в СИ, соответствующая 1 распаду в секунду – эпоним в честь профессора физики Парижского музея естественной истории Анри Беккереля, открывшего явление естественной радиоактивности солей урана.

Бета (β)-частицы – электроны, вылетающие из ядер при радиоактивном распаде.

Бэр – биологический эквивалент рентгена (рада) – доза излучения, по биологической эффективности равная действию рентгеновского или гамма-излучения в расчете на 1 Р экспозиционной дозы.

Взвешивающий коэффициент (W_t), характеризует отношение стохастического риска для ткани t к общему стохастическому риску при равномерном облучении всего тела.

Восстановление – восстановление исходной структуры или жизнеспособности клетки, ткани, органа, системы, организма после облучения.

Гамма (γ)-излучение – волновое (фотонное) излучение высокой энергии, возникающее при радиоактивном распаде или аннигиляции электрона и позитрона.

Генотип – совокупность всех наследственных факторов, входящих в геном.

Гипоксия – состояние пониженного (по сравнению с тем, что считается нормой) содержания кислорода в окружающей объект среде, без указания на степень такого понижения.

Гомеостаз – поддержание устойчивого равновесия в **системе клеточного обновления** или в организме.

Грей – единица поглощенной дозы в Международной системе единиц (в СИ, системе интернациональной), равная 1 Дж/кг массы; в литературе встречается написание грэй (Гр). Единица поглощенной дозы грэй – эпоним в честь лауреата премии имени Рентгена Луи Гарольда Грэя.

Дейтрон – ядро атома дейтерия, состоящее из протона и двух нейтронов.

Доза поглощенная – количество излучения, поглощенное облученным объектом, в расчете на единицу массы. Единицей поглощенной дозы в Международной системе является грей (Гр), который соответствует поглощению 1 Дж/кг.

Доза удваивающая – доза излучения, при которой в потомстве облучаемого объекта вдвое возрастает частота мутирования определенного локуса по сравнению с фоновым значением.

Доза эквивалентная – доза излучения, поглощенная в органе или ткани и умноженная на взвешивающий коэффициент для данного вида излучения, характеризующий его эффективность в индуцировании биологического эффекта; единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв).

Доза экспозиционная – доза излучения, измеренная в воздухе, единицей экспозиционной дозы является в системе СИ кулон на килограмм (Кл/кг), в технической системе – рентген (Р), эпоним в честь немецкого исследователя Вильгельма Конрада Рентгена.

Доза эффективная – сумма произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты для этих тканей, учитывающие разную чувствительность тканей в отношении канцерогенного эффекта радиации; единицей эффективной дозы является зиверт (Зв).

Зиверт (Зв) – единица эквивалентной дозы. Единица названа в честь шведского исследователя в области дозиметрии и радиационной безопасности Рольфа Максимилиана Зиверта (эпоним).

Интерфаза – промежуток времени между двумя последовательными делениями клетки.

Ионизирующее излучение – излучение, энергия которого достаточна для разрыва межатомных связей путем удаления электрона с орбиты (ионизации).

Канцерогенное действие – способность агента индуцировать образование злокачественных новообразований (от лат. Cancer – **рак, краб**).

Катаракта радиационная – помутнение роговицы, наступившее вследствие воздействия на нее ионизирующего излучения.

Кислородный эффект – увеличение степени радиационного поражения объекта по мере возрастания его концентрации в окружающей клетки среде от нулевых значений pO_2 (аноксии) до 20 мм. рт. ст.

Кишечный синдром – гибель от поражения клеток эпителия тонкого кишечника, у мышей наступающая на 4-6-й день после облучения.

Клеточный (генерационный) цикл – время, а также последовательность событий от деления клетки до деления одной из двух ее дочерних клеток (для простоты об этом говорится как о промежутке времени между двумя последовательными делениями клетки).

Клонообразование – способность клетки образовывать колонии.

Коллективная эффективная доза (см. эффективная доза) – доза, полученная группой людей от какого-либо источника радиации.

Костномозговой синдром – гибель от поражения стволовых клеток костного мозга, у мышей наступающая в период с 6-го (в основном с 12-го) по 30-й день после облучения.

Костный мозг – ткань, в которой происходит образование всех форменных элементов крови; расположена в эпифизах трубчатых костей и в плоских костях таза, черепа и ребер.

Критические органы (системы) – жизненно важные органы или системы, выходящие из строя первыми в исследуемом диапазоне доз излучения, что обуславливает гибель организма в определенные сроки после облучения; примеры: система кроветворения, тонкий кишечник, ЦНС.

Критический орган – наиболее радиочувствительный из нескольких органов, оказавшихся в зоне воздействия ионизирующей радиации.

Кюри – внесистемная единица радиоактивности, равная $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк/с (распадов в секунду). Эта единица названа в честь исследователей, лауреатов Нобелевской премии по физике Марии Склодовской-Кюри и Пьера Кюри, открывших и выделивших радиоактивные элементы полоний и радий (1898 г.).

ЛД₅₀ – летальная доза 50 – доза излучения, вызывающая гибель 50% особей.

ЛД_{50/30} – доза излучения, вызывающая гибель 50% объектов в течение 30 дней после воздействия (соответствующих завершению гибели мышей от поражения кишечника и костного мозга).

Линейные потери (передачи) энергии (ЛПЭ) – потери энергии на мкм пути, выраженные в эВ.

Лучевая болезнь – клинический синдром, развивающийся вследствие общего облучения.

Лучевая болезнь (острая) – наступившая вследствие однократного облучения.

Лучевая болезнь (хроническая) – наступившая вследствие длительного непрерывного или фракционированного воздействия.

МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии, отвечает за ее безопасное использование; штаб-квартира расположена в Вене.

Мейоз – процесс «редукционного», без удвоения хромосом, деления зародышевых клеток, в результате которого дочерняя клетка приобретает половину хромосомного набора родительской клетки.

Метафаза – центральная фаза митоза, при которой хромосомы собираются в центре клетки, образуя метафазную пластинку; в метафазе каждая хромосома состоит из двух хроматид.

Митоз – деление клетки.

Митотическая активность – характеристика пролиферативной активности ткани или органа, определяемая процентом клеток, находящихся на стадии митоза в единицу времени.

Мишени теории (принцип) – высказанное в 30-е годы XX в. представление о неравнозначности поражения различных частей клетки для ее судьбы; догадка о существовании в клетке радиочувствительных структур, поражение которых и приводит к ее гибели; в настоящее время такой структурой является ДНК.

Мощность (поглощенной) дозы (интенсивность облучения) – количество энергии излучения, поглощаемой массой вещества в единицу времени (1 с, 1 мин, 1 ч, 1 сут.).

Мутации – изменения ДНК; соматические мутации могут передаваться в клеточных поколениях в тканях самого облученного объекта, генетические – наследуются в потомстве облученных родителей.

Нейтрон – нейтральная, не обладающая зарядом ядерная частица с массой, почти равной массе протона; источником нейтронов служат ядерные реакторы, где они возникают при делении ядер урана, или ускорители, в которых нейтроны возникают при взаимодействии ускоренных частиц (например, дейтронов с ядрами атомов мишени, сделанной, например, из бериллия).

Некроз – форма клеточной гибели, реализуемая в случае накопления в ДНК несовместимого с жизнью количества повреждений, а также вследствие повреждения мембран.

Облучение – воздействие ионизирующей радиации на биологические объекты.

Облучение внешнее – от наружных источников излучения.

Облучение внутреннее – от инкорпорированных в организм радионуклидов.

Облучение локальное (местное) – облучение отдельных участков (сегментов) тела.

Облучение многократное (фракционированное) – облучение несколькими отдельными фракциями через различные промежутки времени.

Облучение неравномерное – следствие ослабления излучения по глубине тела или в результате экранирования его отдельных сегментов.

Облучение общее (тотальное) – облучение всего тела.

Облучение острое – облучение, длительность которого не превышает нескольких часов, чаще всего составляя минуты.

Облучение пролонгированное (протрагированное) – облучение, продолжающееся в течение многих дней, месяцев и лет.

Облучение хроническое – длительное при низкой мощности дозы.

Облучения отдаленные последствия – развивающиеся через несколько месяцев или лет после облучения – нестохастические эффекты – эпилепсия, катаракта, стерильность, сокращение продолжительности жизни; **стохастические эффекты** – злокачественные новообразования, генетические (наследуемые в потомстве) болезни.

ОБЭ – относительная биологическая эффективность (ионизирующих излучений).

Онкоген – генетическая программа, способствующая возникновению опухолей, либо присутствует в геноме в репрессированном состоянии под контролем регуляторных генов, либо образуется из разобщенных фрагментов ДНК, каждый из которых в отдельности не может вызвать опухолевую трансформацию.

Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) – отношение равноэффективных по биологическому действию доз рассматриваемого излучения и гамма или рентгеновского излучений, которые считаются стандартными.

Пи-минус мезоны (π^-) (отрицательные π -мезоны) – отрицательно заряженные элементарные частицы массой, в 273 раза превышающей массу электрона; π -мезоны создают в месте их захвата большое локальное энерговыделение («микровзрыв»).

Поражения потенциально летальные – способные к **восстановлению** при изменении условий в первые часы после облучения.

Позитрон – элементарная частица, в ядерной физике относимая к лептонам, которая имеет **положительный** заряд и массу, равную массе электрона, т.е. 1/1837 от массы протона (или нейтрона).

Поражения сублетальные – поражения клеток, которые могут быть репарированы, выявляемые по увеличению выживаемости клеток при разделении дозы однократного облучения на две фракции с интервалом между ними до нескольких часов.

Пороговая доза – доза, ниже которой не отмечены проявления данного эффекта облучения.

Принцип попаданий и мишени – формальное объяснение первичных механизмов биологического действия ионизирующих излучений, в том числе явления, называемого **радиобиологическим парадоксом**: принцип попаданий характеризует особенности действующего агента – дискретность поглощения энергии, а принцип мишени учитывает особенность облучаемого объекта – клетки – высокую гетерогенность и значимость ее структур в морфологическом и функциональном отношениях, а следовательно, различие в ответе на одно и то же попадание.

Протон – положительно заряженная ядерная частица с массой, практически равной массе нейтрона.

Рад (rad – radiation absorbed dose) – старая (внесистемная) единица поглощенной дозы, соответствующая поглощению энергии 10^{-2} Дж/кг; в Международной системе единиц используется грей (Гр); 1 Гр = 100 рад.

Радиационная безопасность – система мероприятий, направленных на минимизацию последствий облучения, регламентацию радиационного воздействия в виде международных рекомендаций и национальных санитарных правил и норм радиационной безопасности для разных категорий людей и профессионалов – работников атомной промышленности и населения.

Радиационная стерилизация – применение ионизирующих излучений (1) для половой стерилизации растительных и животных объектов; (2) для стерилизации различных материалов медицинского назначения, пищи и обеззараживания отходов.

Радиационная терапия (радиотерапия, лучевая терапия) – лечение различных (в основном онкологических) заболеваний разными видами ионизирующих излучений.

Радиационное нормирование – регламентация уровней облучения отдельных категорий людей (профессионалов и населения), предусмотренная международными рекомендациями и национальными законодательными органами, и документами.

Радиационное старение – отдаленное последствие облучения, проявляющееся в склерозировании сосудов, поседении, ослаблении эластических свойств кожи и сокращении продолжительности жизни.

Радиационные синдромы – симптомокомплексы (костномозговой, кишечный, церебральный), развивающиеся вследствие поражения соответствующих **критических органов** после облучения в определенном диапазоне доз – 1-10 Гр, > 100 Гр, соответственно.

Радиационный фон – естественный – за счет радионуклидов земного и космического происхождения; **технологически измененный** и **техногенный** – за счет антропогенной деятельности человека.

Радиация (ионизирующая) – электромагнитное или корпускулярное излучение, способное при взаимодействии с веществом прямо или опосредованно вызывать в нем образование ионов; примеры: рентгеновское излучение, фотоны, заряженные атомные частицы, нейтроны.

Радикалы свободные – короткоживущие продукты радиолиза воды и органических молекул, содержащие неспаренные электроны, а потому высоко реактивные и легко реагирующие с растворенным субстратом, что приводит к его повреждению.

Радиоактивность – способность всех нестабильных элементов к распаду с выделением энергии в форме фотонов (γ -излучение) или частиц (электроны, α -частицы и др.); единицей радиоактивности служит беккерель (Бк) – одно ядерное превращение в 1 с.

Радиоактивные изотопы (радионуклиды) – одна из форм существования элементов, различающихся по атомному весу и содержащих нестабильное ядро, испускающее ионизирующее излучение.

Радиобиологический парадокс – несоответствие между ничтожным количеством поглощенной энергии и крайней степенью реакции биологического объекта, вплоть до летального эффекта.

Радиомодификация – искусственное изменение радиочувствительности с помощью радиомодифицирующих агентов.

Радиомодифицирующие агенты – химические и фармакологические средства ослабления (**радиопротекторы**) или усиления (**радиосенсибилизаторы**) биологического действия ионизирующих излучений.

Радиорезистентность (радиоустойчивость) – низкая чувствительность к поражающему действию ионизирующих излучений.

Радиотоксины – различные неидентифицированные гуморальные токсические агенты, образующиеся в тканях под действием облучения, в частности, клеточный детрит и другие продукты распада тканей, возможно, определяющие дистанционное действие радиации, так называемый **абскопальный эффект**.

Радиочувствительность – относительная восприимчивость клеток, тканей, органов или организмов к воздействию ионизирующего излучения, мерой которой служит доза излучения, вызывающая определенный уровень гибели облучаемых объектов: для инактивации клеток – показатель D_{37} или D_0 на кривой выживаемости, для организмов – доза, вызывающая гибель 50% особей за определенный срок наблюдения.

Радиочувствительность видовая – радиочувствительность отдельных биологических видов.

Радиочувствительность индивидуальная – варьирование степени радиочувствительности внутри одного вида.

Радон (^{222}Rn) – тяжелый радиоактивный инертный газ (период полураспада 3,8 дня); возникает вследствие последовательного деления урана; выделяется из почвы, особенно из скальных пород, а также из строительных материалов, изготовленных из таких пород; опасность представляют радиоактивные продукты распада радона, не являющиеся газами и потому захватываемые пылевыми частицами, оседающими в верхних дыхательных путях.

Регенерация – восстановление численности популяции клеток после утраты некоторых из них.

Репарация ДНК – биохимические процессы, ведущие к восстановлению исходного состояния молекулы ДНК после разрыва в ней межатомных связей, вызванных воздействием ионизирующего излучения.

Риск (канцерогенный, генетический) – вероятность появления тех или иных стохастических и нестохастических последствий.

pO_2 – парциальное напряжение кислорода в окружающей клетку среде, выраженное в мм рт. ст.

Синдром – очерченный симптомокомплекс (группа симптомов), характерный для того или иного определенного заболевания.

Смерть под лучом – гибель организма во время или в первые минуты после облучения в дозах более 1000 Гр, обусловленная массивным поражением мембран и структурных белков клеток ЦНС («молекулярная гибель»).

Стволовые (клоногенные) клетки – недифференцированные предшественники специфических клеточных линий, составляющие самоподдерживающий фонд, который обеспечивает постоянную скорость клеточного обновления.

Стохастические эффекты – вероятность развития злокачественных новообразований в отдаленные (годы, десятки лет) сроки после облучения животного или человека и /или наследственных заболеваний в потомстве.

Тератогенные эффекты – пороки развития и уродства, развившиеся вследствие облучения эмбриона или плода *in utero* (в матке).

Тяжелые ядерные частицы – протоны, нейтроны, пи-минус мезоны (π^-), ядра тяжелого водорода (дейтерий), α -частицы (ядра гелия) и тяжелые ионы (ядра других элементов).

Хроматида – часть хромосомы; две хроматиды, объединенные центромерой, образуют одну хромосому.

Хромосомы – внутриклеточные структуры, хорошо видимые в световом микроскопе, в которых в суперспирализованной форме находится ДНК во время деления клетки.

Хромосомные aberrации (перестройки) – возникающие под влиянием облучения структурные повреждения ДНК, при которых разорванные концы хромосом соединяются неправильно, а отдельные их фрагменты могут при делении клетки утрачиваться.

Эквивалентная доза – поглощенная доза, умноженная на взвешивающий коэффициент, отражающий поражающую способность данного вида излучения; используется в области радиационной безопасности.

Экранирование (от облучения) – физический способ ослабления действия излучений с помощью поглощающих энергию материалов, помещаемых между источником излучения и объектом воздействия.

Электрон – элементарная частица в ядерной физике, относимая к лептонам, которая имеет отрицательный заряд и массу, равную $1/1837$ от массы протона (или нейтрона).

Электронно-позитронная пара – взаимодействие ионизирующего излучения с веществом, при котором γ -квант большой энергии в поле атомного ядра превращается в пару заряженных частиц – электрон и позитрон.

Эффект детерминированный – эффект, у которого с увеличением дозы облучения возрастает как частота появления, так и тяжесть; обычно возникает после превышения некоего дозового порога; часто рассматривается как ранний эффект облучения, однако как частота, так и тяжесть детерминированного эффекта могут возрастать спустя многие годы после воздействия.

Эффект стохастический – эффект, у которого с увеличением дозы облучения возрастает только частота появления, но не тяжесть; к стохастическим эффектам облучения относят

индукцию злокачественных новообразований и генетические изменения в потомстве облученной особи.

Эффективная доза – эквивалентная доза излучения, умноженная на взвешивающий коэффициент, учитывающий роль поражения облучаемой ткани в развитии стохастических эффектов облучения; используется в области радиационной безопасности.

Ядра отдачи – сильноионизирующие протоны, образующиеся в результате упругого рассеивания в веществе быстрых нейтронов.

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составила:

_____ **А.А. Удалова**
профессор отделения ядерной физики и технологий (О),
доктор биологических наук

Рецензент:

_____ **Е.И. Сарапульцева**
профессор отделения биотехнологий (О),
доктор биологических наук

_____ **Г.В. Козьмин**
ведущий научный сотрудник, ВНИИРАЭ,
кандидат биологических наук