

**Северский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Электроники и автоматики физических установок»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ДОЗИМЕТРИЯ И ЗАЩИТА ОТ ИЗЛУЧЕНИЙ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**14.03.02 Ядерные физика и технологии**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Выход из эксплуатации ядерно- и радиационно- опасных объектов**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	3	108	16	0	16	16	76	Зач.
Итого	3	108	16	0	16	16	76	

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Дозиметрия и защита от излучений» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», образовательной программы «Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

### **1) знать:**

- 3.1 современные тенденции развития технического прогресса;
- 3.2 природу и виды ионизирующих излучений;
- 3.3 виды взаимодействий излучений с веществом, приводящих к выделению дозы, ослаблению или проникновению излучений;
- 3.4 физические величины и количественные закономерности, используемые в области радиационной безопасности, дозиметрии и защите от излучений;
- 3.5 принципы работы и устройство дозиметрической аппаратуры;
- 3.6 нормы радиационной безопасности и вытекающие из них требования по защите от излучений;
- 3.7 конструкции и виды защит от излучений.
- 3.8 инструментарий для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности;

### **2) уметь:**

- У.1 применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;
- У.2 четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности;
- У.3 применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере;
- У.4 применять и производить выбор оборудования систем управления;
- У.5 обеспечить соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции;
- У.6 выбирать новое оборудование для замены существующего в процессе эксплуатации, оценивать его достоинства и недостатки;

### **3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

- В.1 навыками использования справочной литературы;
- В.2 теоретическими, инженерными вопросами, связанными с принятыми нормативами и правилами в области радиационной безопасности; теорией взаимодействия излучения с веществом;
- В.3 принципами и устройствами, используемыми для регистрации ионизирующего излучения; организацией обращения с источниками излучения на ядерных и радиационно-опасных предприятиях;
- В.4 принципами проектирования и инженерными методами расчета защиты от ионизирующего излучения; конструкцией радиационной и биологической защиты на ядерных энергетических установках.

## **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Дозиметрия и защита от излучений» являются:

формирование теоретических и практических знаний в области радиационной безопасности, принципами работы и устройствами, используемыми для дозиметрии ионизирующего излучения; организацией обращения с источниками излучения на ядерных и радиационно-опасных предприятиях; принципами проектирования и инженерными методами расчета защиты от ионизирующего излучения; конструкцией радиационной и биологической защиты на ядерных энергетических установках.

Основными задачами дисциплины являются:

- овладение навыками определения безопасных условий работы с источниками излучений на основе действующих правил и норм радиационной безопасности (НРБ) и рекомендаций МКРЗ;

- умение проведения экспериментальных исследований характеристик источников и полей излучения;

- получение практических навыков в обращении с дозиметрической аппаратурой;

- знание методов организации защиты от ионизирующих излучений.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Дозиметрия и защита от излучений» (Б1.В.ОД.1.2) - Профессиональный модуль образовательной программы.

## 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>УК-8</b> Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	<b>З-УК-8</b> Знать: требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте <b>У-УК-8</b> Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте <b>В-УК-8</b> Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический</b>			
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и	<b>ПК-6</b> Способен к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживания оборудования	<b>З-ПК-6</b> знать технические характеристики и принципы безопасного обслуживания технологического оборудования <b>У-ПК-6</b> уметь контролировать соблюдение технологической

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
мониторинга и контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы		дисциплины и обслуживание оборудования <b>В-ПК-6</b> владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического мониторинга и контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы	<b>ПК-8</b> Способен к оценке ядерной и радиационной безопасности и контролю за соблюдением экологической безопасности	<b>З-ПК-8</b> Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности <b>У-ПК-8</b> Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической безопасности <b>В-ПК-8</b> Владеть навыками оценки ядерной, радиационной и экологической безопасности
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического мониторинга и контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы	<b>ПК-25.1</b> Способен участвовать в проведении контроля и радиационного обследования ядерных и радиационно-опасных объектов	<b>З-ПК-25.1</b> Знать основные методы проведения контроля и радиационного обследования ядерных и радиационно-опасных объектов <b>У-ПК-25.1</b> Уметь применять на практике методы радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования <b>В-ПК-25.1</b> Владеть методами радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования
Участие в мероприятиях по оценке ядерной и радиационной безопасности, экологического мониторинга и	Машины и оборудование атомной отрасли, ядерные, физические установки и другие ядерно- и	<b>ПК-25.2</b> Способен участвовать в работах по выводу из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	<b>З-ПК-25.2</b> Знать основные принципы вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов <b>У-ПК-25.2</b> Уметь применять на практике основные принципы вывода из эксплуатации ядерно- и

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
контроля; радиационного обследования ядерно- и радиационно-опасных объектов, подлежащих выводу из эксплуатации; участие в процессах вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов	радиационно-опасные объекты, подлежащие выводу из эксплуатации; радиоактивные отходы		радиационно-опасных объектов <b>В-ПК-25.2</b> Владеть основными технологиями вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Дозиметрия и защита от излучений» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

#### 5 Структура и содержание учебной дисциплины

##### 5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», образовательной программе «Вывод из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – **3, 108 час.**, обучение по дисциплине проходит в семестре **5**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Характеристики поля излучения и дозиметрические величины»
- **раздел 2** – «Нормирование радиационной безопасности»
- **раздел 3** – «Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений»
- **раздел 4** – «Характеристики техногенных и естественных источников ионизирующих излучений»
- **раздел 5** – «Методы и приборы дозиметрического контроля ионизирующих излучений»
- **раздел 6** – «Инженерные методы расчета защиты от ионизирующих излучений»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
<b>5 семестр (18 недель)</b>								
1	Характеристики поля излучения и дозиметрические величины	2		2	12	1/КР1, 2/ЛР1	8/Т1	10
2	Нормирование радиационной безопасности	5		4	18	3/КР2, 2/ЛР2, 4/ЛР3	14/Т2	13
3	Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений	3		4	16	9/КР3, 4/ЛР4, 6/ЛР5	9/Т3	13
4	Характеристики техногенных и естественных источников ионизирующих излучений	2		2	8	6/ЛР6	11/Т4	8
5	Методы и приборы дозиметрического контроля ионизирующих излучений	2.5		2	14	13/КР4, 8/ЛР7, 8/ЛР8	15/Т5	12
6	Инженерные методы расчета защиты от ионизирующих излучений	1.5		2	8	15/КР5, 8/ЛР9		4
	Зачет							40
<b>Итого за 5 семестр:</b>		16		16	76			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– знать технические характеристики и принципы безопасного обслуживания технологического оборудования ( <b>З-ПК-6</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживание оборудования ( <b>У-ПК-6</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования ( <b>В-ПК-6</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Знать методы оценки ядерной и радиационной безопасности, контроля за соблюдением экологической безопасности ( <b>З-ПК-8</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Уметь оценивать ядерную и радиационную безопасность, проводить контроль за соблюдением экологической безопасности ( <b>У-ПК-8</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Владеть навыками оценки ядерной, радиационной и экологической безопасности ( <b>В-ПК-8</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Знать основные методы проведения контроля и радиационного обследования ядерных и радиационно-опасных объектов ( <b>З-ПК-25.1</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Уметь применять на практике методы радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования ( <b>У-ПК-25.1</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Владеть методами радиационного обследования зданий, сооружений и технологического оборудования ( <b>В-ПК-25.1</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)

– Знать основные принципы вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов (З-ПК-25.2)	1, 2, 3, 4, 5, 6	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Уметь применять на практике основные принципы вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов (У-ПК-25.2)	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Владеть основными технологиями вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов (В-ПК-25.2)	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Знать: требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте (З-УК-8)	1, 2, 3, 4, 5, 6	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте (У-УК-8)	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
– Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте (В-УК-8)	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)

## 5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Характеристики поля излучения и дозиметрические величины</b>	
<b>1.1 Введение.</b> Цели и задачи курса. Исторические этапы развития дозиметрии.	0.5
<b>1.2 Дозиметрические величины и единицы их измерения.</b> Определения. Физический смысл. Размерность.	1
<b>1.3 Относительная биологическая эффективность излучений.</b> Механизм биологического действия излучений.	0.5

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<i>Итого по разделу 1:</i>	2
<b>Раздел 2 Нормирование радиационной безопасности</b>	
<b>2.1 Принципы нормирования радиационной безопасности. Эволюция норм радиационной безопасности</b>	1
<b>2.2 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99, ОСПОРБ-99)..</b>	1
<b>2.3 Организация радиационного контроля.</b>	1
<b>2.4 Современная система дозиметрических единиц.</b>	1
<b>2.5 Дозиметрические характеристики источников излучения.</b>	1
<i>Итого по разделу 2:</i>	5
<b>Раздел 3 Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений</b>	
<b>3.1 Взаимодействие заряженных частиц с веществом.</b>	1
<b>3.2 Закономерности взаимодействия гамма-излучения с веществом.</b>	1
<b>3.3 Характеристики взаимодействия нейтронов с веществом.</b>	1
<i>Итого по разделу 3:</i>	3
<b>Раздел 4 Характеристики техногенных и естественных источников ионизирующих излучений</b>	
<b>4.1 Естественные и техногенные источники излучений.</b>	1
<b>4.2 Ядерный реактор как источник излучения.</b>	1
<i>Итого по разделу 4:</i>	2
<b>Раздел 5 Методы и приборы дозиметрического контроля ионизирующих излучений</b>	
<b>5.1 Ионизационные дозиметрические приборы..</b>	1
<b>5.2 Принцип Брэгга-Грея. «Ход с жесткостью дозиметров».</b>	0.5
<b>5.3 Полупроводниковые детекторы. Сцинтилляционные и люминесцентные методы дозиметрии..</b>	0.5
<b>5.4 Методы дозиметрии нейтронного излучения. Аварийные методы дозиметрии. Методы радиационного контроля на АЭС.</b>	0.5
<i>Итого по разделу 5:</i>	2.5
<b>Раздел 6 Инженерные методы расчета защиты от ионизирующих излучений</b>	
<b>6.1 Физические основы защиты от излучений. Методы расчета защиты. Инженерные методы расчета защиты от фотонного излучения. Фактор накопления..</b>	0.5
<b>6.2 Методы расчета защиты от объемных и протяженных источников. Расчет защиты от заряженных частиц..</b>	0.5
<b>6.3 Инженерные методы расчета от нейтронов. Формирование вторичного излучения в защитных композициях. Проектирование защиты реакторных установок.</b>	0.5
<i>Итого по разделу 6:</i>	1.5
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Характеристики поля излучения и дозиметрические величины</b>	
<b>1.1 Моделирование взаимодействия излучения с веществом.</b>	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	2
<b>Раздел 2 Нормирование радиационной безопасности</b>	
<b>2.1 Дозиметрия электронного излучения.</b>	2
<b>2.2 Абсорбционный метод определения максимального пробега бета-частиц.</b>	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
<b>Раздел 3 Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений</b>	
<b>3.1 Исследование рабочих характеристик ионизационных приборов.</b>	2
<b>3.2 Исследование характеристик взаимодействия фотонного излучения с веществом.</b>	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	4
<b>Раздел 4 Характеристики техногенных и естественных источников ионизирующих излучений</b>	
<b>4.1 Определение радиационных характеристик радионуклидов.</b>	2
<i>Итого по разделу 4:</i>	2
<b>Раздел 5 Методы и приборы дозиметрического контроля ионизирующих излучений</b>	
<b>5.1 Исследование характеристик сцинтилляционного спектрометра.</b>	1
<b>5.2 Спектрометрия ионизирующих излучений.</b>	1
<i>Итого по разделу 5:</i>	2
<b>Раздел 6 Инженерные методы расчета защиты от ионизирующих излучений</b>	
<b>6.1 Определение факторов накопления.</b>	2
<i>Итого по разделу 6:</i>	2
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>16</b>

#### 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Практические/семинарские занятия в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

#### 5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

### 6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Опережающая самостоятельная работа.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Обучение на основе опыта, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 час.

## 7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-6	З-ПК-6	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-6	У-ПК-6	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-6	В-ПК-6	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-8	З-ПК-8	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-8	У-ПК-8	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-8	В-ПК-8	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-25.1	З-ПК-25.1	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-25.1	У-ПК-25.1	ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-25.1	В-ПК-25.1	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-25.2	З-ПК-25.2	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-25.2	У-ПК-25.2	ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
ПК-25.2	В-ПК-25.2	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
УК-8	З-УК-8	КР1, ЛР1, Т1, КР2, ЛР2, ЛР3, Т2, КР3, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, КР4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
УК-8	У-УК-8	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, КР5, ЛР9, Зачет (5 сем.)
УК-8	В-УК-8	ЛР1, Т1, ЛР2, ЛР3, Т2, ЛР4, ЛР5, Т3, ЛР6, Т4, ЛР7, ЛР8, Т5, ЛР9, Зачет (5 сем.)

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному

контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Зачета.

#### Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
КР1	Контрольная работа	2	1.2
ЛР1	Лабораторная работа	3	1.8
Т1	Тестирование	5	3
КР2	Контрольная работа	2	1.2
ЛР2	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР3	Лабораторная работа	3	1.8
Т2	Тестирование	5	3
КР3	Контрольная работа	2	1.2
ЛР4	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР5	Лабораторная работа	3	1.8
Т3	Тестирование	5	3
ЛР6	Лабораторная работа	3	1.8
Т4	Тестирование	5	3
КР4	Контрольная работа	2	1.2
ЛР7	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР8	Лабораторная работа	3	1.8
Т5	Тестирование	4	2.4
КР5	Контрольная работа	2	1.2
ЛР9	Лабораторная работа	2	1.2
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Зачет		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)		удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)	
Зачет	Зачтено						Не зачтено

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.

Оценка «*хорошо*» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

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.

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.

### **Вопросы для Зачета (5 семестр):**

1 Механизм воздействия ионизирующего излучения на живые организмы. Взвешивающие коэффициент для отдельных видов излучения.

2 Основные эффекты воздействия облучения на людей. Механизмы воздействия излучения на людей (пути воздействия).

3 Естественные источники ионизирующих излучений.

4 Искусственные источники ионизирующих излучений.

5 Основные определения, устанавливаемые нормативной документацией.

6 Основные нормативные требования, устанавливаемые НРБ-99.

7 Пределы доз для всех категорий облучаемых лиц.

8 Требования, устанавливаемые ОСПОРБ-99 для радиационно-опасных объектов.

9 Требования к выполнению работ с открытыми источниками излучения, согласно ОСПОРБ-99.

10 Классификация РАО, устанавливаемая ОСПОРБ-99.

11 Источники альфа излучения. Взаимодействие альфа-частиц с веществом.

12 Источники бета излучения. Взаимодействие электронов с веществом (без тормозного излучения).

13 Тормозное излучение. Прохождение бета-частиц через вещество.

14 Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.

15 Гамма-излучение и его источники. Закон ослабления рентгеновского и гамма-излучения.

16 Фотоэффект.

17 Классическое (томсоновское) рассеяние гамма-квантов.

18 Эффект Комптона.

19 Эффект образования пар и ядерный фотоэффект.

20 Полный коэффициент ослабления гамма-квантов.

21 Средняя энергия ионообразования

22 Деление нейтронов по группам по характеру взаимодействия с веществом.

23 Полное сечение взаимодействия нейтронов с веществом.

24 Рассеяние нейтронов. Среднелогарифмическая потеря энергии нейтронов. Основные вещества – замедлители.

25 Принцип работы ионизационной камеры, вольт-амперная характеристика ионизационной камеры.

26 Уравнение ионного режима ионизационной камеры. Связь между током насыщения и мощностью дозы, зарядом и дозой.

27 Типы ионизационных камер. Конструкция ионизационной камеры.

28 Понятие электронное равновесия. Условия электронного равновесия.

29 Теория Грея.

30 Влияние порядкового номера материала стенок на ионизацию.

31 Количественное соотношение между мощностью дозы и током насыщения.

32 Типы газовых счетчиков. Зависимость величины импульса от напряжения. Газовое усиление.

33 Пропорциональные счетчики и счетчики Гейгера-Мюллера.

34 Самогасящиеся и несамогасящиеся счетчики.

35 Временные характеристики работы газового счетчика.

- 36 Основные принципы люминесцентного метода регистрации ИИ.
- 37 Спинтарископ.
- 38 Схема сцинтилляционного метода регистрации ИИ. Требования к сцинтилляторам.
- 39 Принципы регистрация ИИ с помощью полупроводниковых детекторов.
- 40 Тканевая и эквивалентная доза нейтронов.
- 41 Использование процесса замедления нейтронов для их регистрации.
- 42 Большие ионизационные камеры для регистрации нейтронов.
- 43 Средние и малые ионизационные камеры для регистрации нейтронов.
- 44 Виды радиационной опасности на АЭС и их источники. Структура и задачи службы РБ на АЭС. Обязанности службы РБ на АЭС.
- 45 Виды радиационного контроля. Задачи планового контроля. Задачи специального контроля.
- 46 Деление помещений АЭС на категории. Деления персонала АЭС на группы.
- 47 Радиоактивные газы на АЭС и контроль за ними.
- 48 Очистка воды на АЭС.
- 49 Порядок обращения с РАО на АЭС
- 50 Характеристики и порядок обращения с ОТВС на АЭС
- 51 Индивидуальный дозиметрический контроль на АЭС. Приборы индивидуального контроля.
- 52 Промышленный контроль радиационной обстановки на АЭС. Приборы и системы промышленного контроля.
- 53 Методы уменьшения объема и кондиционирования РАО.
- 54 Методы иммобилизации и хранения РАО и ОТВС.
- 55 Классификация защит от ИИИ.
- 56 Защитные свойства наиболее часто используемых защитных материалов.
- 57 Защитные свойства наиболее часто используемых защитных материалов.
- 58 Геометрия широкого пучка. Фактор накопления гамма-излучения.
- 59 Зависимости фактора накопления от энергии гамма-квантов источника и от толщины защиты.
- 60 Формы представления фактора накопления.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Болоздыня А. И. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения [Текст]: учебное пособие / А. И. Болоздыня, И. М. Ободовский - Долгопрудный: Интеллект, 2012 - 204 с.

Л1.2 Ободовский И. М. Радиационные технологии. Применения в лабораторных исследованиях, материаловедении и нанотехнологиях, промышленности [Текст]: учебное пособие - Долгопрудный: Интеллект, 2015 - 296 с.

Л1.3 Сазонов А. Б. Ядерная физика и дозиметрия. Сборник задач: учебное пособие для вузов / А. Б. Сазонов, М. А. Богородская - Москва: Юрайт, 2019 - 98 с.

Л1.4 Сазонов А. Б. Ядерная физика и дозиметрия. Сборник задач: Учебное пособие для вузов / Сазонов А. Б., Богородская М. А. - Москва: Юрайт, 2021 - 98 с

Л1.5 Сазонов А. Б. Ядерная физика: учебное пособие для вузов / А. Б. Сазонов - Москва: Юрайт, 2019 - 320 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека - Москва: ООО "РУНЭБ", 2021

Л2.2 Бараночников М. Л. Приемники и детекторы излучений [Текст]: справочник / М. Л. Бараночников - М.: ДМК Пресс, 2012 - 639, [1] с.

Л2.3 Климанов В. А. Дозиметрия ионизирующих излучений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Климанов В. А., Крамер-Агеев Е. А., Смирнов В. В. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2015 - 740 с.

Л2.4 Климанов В. А. Радиационная дозиметрия [Электронный ресурс] / Климанов В. А., Крамер-Агеев Е. А., Смирнов В. В. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2014 - 648 с.

Л2.5 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99) [Текст]: 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность: СП 2.6.1.799-99 - М.: Минздрав России, 2000 - 98 с.

Л2.6 Тарасенко Ю. Н. Ионизационные методы дозиметрии высокоинтенсивного ионизирующего излучения [Текст] / Ю. Н. Тарасенко - Москва: Техносфера, 2013 - 264 с.

### **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

Э1 Рекомендуемые Интернет-ресурсы для организации самостоятельной работы: [www.doza.ru](http://www.doza.ru), [www.news.elteh.ru](http://www.news.elteh.ru).

## **9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

## **10 Учебно-методические рекомендации для студентов**

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

**Лекции.** Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

**Лабораторные работы.** Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;
- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## **11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

На лекционных, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к контрольным работам
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к экзамену
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету по дисциплине. Студент на Зачете должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

\*\*\*

Автор(ы): А.В. Лялин