

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таныгин Максим Олегович

Должность: и.о. декана факультета фундаментальной и прикладной информатики

Дата подписания: 01.09.2023 09:51:22

Уникальный программный ключ:

65ab2aa0d384efe1325a49350d4a332

## Аннотация к рабочей программе дисциплины

### «Физические основы регистрации ионизирующих излучений»

#### **Цель преподавания дисциплины**

Формирование у студентов профессиональных знаний, умений и навыков в области применения методов и техники регистрации и измерения различных параметров ионизирующих излучений всех видов.

#### **Задачи изучения дисциплины**

- получение общих сведений о строении атома и атомного ядра, явлении радиоактивности и ядерных реакциях;
- изучение физических величин и их единиц в области радиационных измерений и дозиметрии;
- ознакомление с источниками ионизирующих излучений различных видов и их энергетическими спектрами;
- изучение физических эффектов взаимодействия ионизирующих излучений (альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучений) с веществом;
- изучение физического принципа действия газонаполненных ионизационных детекторов: ионизационных камер, пропорциональных счётчиков и счётчиков Гейгера-Мюллера и особенностей измерений с их помощью различных параметров ионизирующих излучений всех видов;
- изучение физического принципа действия сцинтилляционных детекторов, основных видов сцинтилляторов и их характеристик;
- изучение принципа действия полупроводниковых детекторов и их применение для спектрометрии альфа-, бета- и гамма-излучений;
- ознакомление с основными методами визуальной регистрации траекторий (треков) ядерных частиц: фотографическими методами, методами, использующими камеры Вильсона, диффузионные, пузырьковые и искровые камеры, твердотельные трековые методы;
- ознакомление с методами, основанными на регистрации черенковского излучения, химическими, люминесцентными и калориметрическими методами;
- изучение классификации спектрометров ионизирующих излучений и их общих характеристик;
- изучение перспективных направлений дальнейшего развития методов и техники радиационных измерений.

#### **Индикаторы компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины**

ПК-1 Способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области конструирования и технологии электронных средств, проводить анализ патентной литературы	ПК-1.1 Собирает информацию по первичным и вторичным источникам
ПК-3 Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-3.1 Использует типовые функциональные узлы электронных средств
	ПК-3.3 Применяет стандартные средства компьютерного моделирования и разработки электронных средств

### **Разделы дисциплины**

1. Строение атома, радиоактивность и виды ионизирующих излучений
2. Источники ионизирующих излучений
3. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом
4. Методы регистрации ионизирующих излучений
5. Спектрометрические методы измерения ионизирующих излучений.

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана факультета

фундаментальной и прикладной  
информатики



Т.А. Ширабакина

« 31 » 08 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Физические основы регистрации ионизирующих излучений

*(наименование вида и типа практики)*

ОПОП ВО 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

Направленность (профиль, специализация) «Проектирование и технология

электронных средств»

*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения

*(очная, очно-заочная, заочная)*

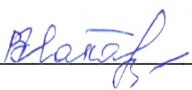
очная

Курс – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование электронных средств на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» 03 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств" на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи № «17» 26.06 2019 г.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  Андронов В.Г.  
 Разработчик программы \_\_\_\_\_  
 к.т.н. \_\_\_\_\_  Брежнева Е.О.  
*(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)*  
 Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_  Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 05 2020 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи от 27.08.20 г. протокол № 18.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 6 «26» 02 2021 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи от 27.08.21 г. протокол № 1.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «28» 02 2022 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи от 31.08.22 г. протокол № 1.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 



# **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

## **1.1 Цель дисциплины**

Цель дисциплины состоит в изучении методов и техники регистрации и измерения различных параметров ионизирующих излучений всех видов.

## **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- получение общих сведений о строении атома и атомного ядра, явлении радиоактивности и ядерных реакциях;
- изучение физических величин и их единиц в области радиационных измерений и дозиметрии;
- ознакомление с источниками ионизирующих излучений различных видов и их энергетическими спектрами;
- изучение физических эффектов взаимодействия ионизирующих излучений (альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучений) с веществом;
- изучение физического принципа действия газонаполненных ионизационных детекторов: ионизационных камер, пропорциональных счётчиков и счётчиков Гейгера-Мюллера и особенностей измерений с их помощью различных параметров ионизирующих излучений всех видов;
- изучение физического принципа действия сцинтилляционных детекторов, основных видов сцинтилляторов и их характеристик;
- изучение принципа действия полупроводниковых детекторов и их применение для спектрометрии альфа-, бета- и гамма-излучений;
- ознакомление с основными методами визуальной регистрации траекторий (треков) ядерных частиц: фотографическими методами, методами, использующими камеры Вильсона, диффузионные, пузырьковые и искровые камеры, твердотельные трековые методы;
- ознакомление с методами, основанными на регистрации черенковского излучения, химическими, люминесцентными и калориметрическими методами;
- изучение классификации спектрометров ионизирующих излучений и их общих характеристик;
- изучение методов и технических средств спектрометрии потоков заряженных частиц;
- изучение методов и технических средств спектрометрии гамма-излучения;
- изучение существующих методов и способов их реализации спектрометрии нейтронного излучения, включая времяпролётный метод, метод активационного анализа, метод рассеяния нейтронов водородсодержащим веществом с измерением энергии протонов отдачи и многошаровой метод замедления нейтронов;
- изучение перспективных направлений дальнейшего развития методов и техники радиационных измерений.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ПК-1	Способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области конструирования и технологии электронных средств, проводить анализ патентной литературы	ПК-1.1 - Собирает информацию по первичным и вторичным источникам	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы строения атома и атомного ядра, явления радиоактивности и ядерных реакций;</li> <li>- физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии;</li> <li>- источники ионизирующих излучений различных видов и их энергетические спектры;</li> <li>- физические эффекты взаимодействия ионизирующих излучений с веществом;</li> <li>- биологическое действие ионизирующих излучений на человека.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отыскивать необходимую для подготовки выступлений на практических занятиях научно-техническую информацию по выбранным темам;</li> <li>- ориентироваться в номенклатуре выпускаемых промышленных приборах радиационных измерений и контроля.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами поиска и анализа научно-технической информации в области ядерного приборостроения с использованием библиотечных фондов и информационной сети Интернет.</li> <li>- методами оценки достоверности результатов радиационных измерений, учитывающих стохастическую природу ядерных процессов.</li> </ul>
ПК-3	Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-3.1 – Использует типовые функциональные узлы электронных средств	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство и принцип работы ионизационных камер, пропорциональных счётчиков и счётчиков Гейгера-Мюллера и особенности измерений с их помощью различных параметров ионизирующих излучений;</li> <li>- основные виды сцинтилляторов и их характеристики;</li> <li>- физические принципы работы камер Вильсона, диффузионных и пузырьковых камер, используемых для регистрации траекторий ядерных частиц;</li> <li>- принцип действия ионизационных и</li> </ul>

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p>магнитных спектрометров бета- и гамма-излучения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство и принцип работы время-пролётных установок для измерения энергетических спектров нейтронных потоков;</li> <li>- активационный метод измерения энергетических спектров нейтронных потоков.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать радиационную опасность по результатам измерений радиационной обстановки на ядерных объектах и окружающей местности;</li> <li>- проводить расчёт эквивалентной дозы по измеренному значению поглощённой дозы;</li> <li>- проводить грамотный выбор аппаратуры при решении конкретных задач радиационного контроля на ядерных объектах.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа физических процессов в различных типах детекторов при их взаимодействии с ионизирующими излучениями различных видов</li> </ul>
		ПК-3.3 –Применяет стандартные средства компьютерного моделирования и разработки электронных средств	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- природу, источники и роль ионизирующих излучений на Земле и в космосе;</li> <li>- значение и роль ядерных процессов и сопровождающих их ионизирующих излучений в современной и будущей энергетике и экологии;</li> <li>- физические процессы, используемые для регистрации ионизирующих излучений различных видов;</li> <li>- важность знания энергетических спектров ионизирующих излучения различных видов для оценки их биологической опасности и процессов их взаимодействия с активным веществом детекторов и биологической защиты ядерно-физических установок и ядерных реакторов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать радиационную опасность различных ядерных установок и радиоактивных материалов;</li> <li>- оценивать возможность и пути распространения в биосфере различных радиоактивных материалов в различных формах;</li> <li>- правильно выбирать тип детектора для измерения ионизирующих излуче-</li> </ul>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			ний различных видов; - выбирать тип детектора для спектрметрических измерений потоков заряженных частиц и гамма-квантов. <b>Владеть:</b> - методами расчёта поглощённой дозы ионизирующих излучений по показаниям дозиметров соответствующих типов; - методами расчёта ослабления ионизирующих излучений при прохождении через различные вещества.

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Физические основы регистрации ионизирующих излучений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств". Дисциплина изучается на 1-2 курсах во 2-м и 3-м семестрах.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоёмкость (объем) дисциплины составляет 5 зачётных единиц (з.е.), 180 академических часа.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоёмкость дисциплины	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	72
в том числе:	
лекции	36
лабораторные занятия	-
практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	79,75
Контроль (подготовка к экзамену)	27
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,25
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен

Виды учебной работы	Всего, часов
курсовая работа (проект)	-
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

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

##### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) Дисциплины	Содержание
	Введение	Цель и задачи дисциплины. Краткая история развития ядерной физики и ядерного приборостроения
1	Строение атома, радиоактивность и виды ионизирующих излучений	Строение атома. Строение атомного ядра. Превращения атомных ядер, радиоактивность. Основные виды ядерных излучений. Физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии
2	Источники ионизирующих излучений	Общие характеристики источников излучений. Радиоизотопные источники гамма-излучения. Радиоизотопные источники альфа- и бета-излучения. Радиоизотопные источники нейтронного излучения. Ядерные реакторы как источники ионизирующих излучений.
3	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом	Взаимодействие с веществом гамма-излучения. Взаимодействие с веществом альфа- и бета-излучения. Взаимодействие с веществом нейтронного излучения
4	Методы регистрации ионизирующих излучений	Физические эффекты и методы, используемые для регистрации ионизирующих излучений. Физические основы работы газонаполненных ионизационных детекторов. Газонаполненные детекторы нейтронного излучения. Временные характеристики газонаполненных ионизационных детекторов. Принцип работы сцинтилляционных детекторов и виды сцинтилляторов. Неорганические монокристаллические сцинтилляторы. Органические сцинтилляторы. Сцинтилляторы, применяемые для регистрации нейтронного излучения. Временные характеристики и форма выходных импульсов сцинтилляционных детекторов.
5	Магнитные, ионизационные, сцинтилляционные и полупроводниковые	Магнитные гамма-спектрометры. Ионизационные гамма-спектрометры. Сцинтилляционные гамма-спектрометры. Полупроводниковые гамма-спектрометры. Альтернативные методы гамма-спектрометрии.

	вые гамма-спектрометры	
6	Спектрометрические методы измерения ионизирующих излучений	Существующие методы спектрометрических измерений ионизирующих излучений. Общие характеристики спектрометров. Измерение спектра методом анализа амплитуд импульсов. Спектрометрия потоков тяжёлых заряженных частиц. Спектрометрия бета-излучения. Магнитные гамма-спектрометры. Ионизационные гамма-спектрометры. Сцинтилляционные гамма-спектрометры. Полупроводниковые гамма-спектрометры. Времяпролётный метод спектрометрии нейтронного излучения. Активационный метод спектрометрии нейтронного излучения. Нейтронная спектрометрия на основе измерения энергии протонов отдачи. Методы, использующие замедление нейтронов в водородсодержащей среде. Проблемы создания нейтронного спектрометра реального времени

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) Дисциплины	Виды учебной деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра).	Компетенции
		Лек., час.	№ лаб.	№ прак.			
2 семестр							
	Введение	1	-	-	У1	-	
1	Строение атома, радиоактивность и виды ионизирующих излучений	6	-	1	У1, У2, МУ-1, МУ-10	Т-1 (4)	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3
2	Источники ионизирующих излучений	6	-	2	У1, У2, МУ-2 МУ-10	Т-2 (8)	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3
3	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.	6	-	3	У1, У2, МУ-3 МУ-10	Т-3 (16),	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3
3 семестр							
4	Методы регистрации ионизирующих излучений	6	-	4, 5	У1, У2, МУ-4,5 МУ-10	Т-4 (4), КО-1 (4),	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3
5	Магнитные, ионизационные, сцинтилляционные и полупроводниковые гамма-спектрометры	6	-	6,7	У1, У2, МУ-6,7 МУ10	Т-5 (8), КО-2 (8)	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3
6	Спектрометрические методы измерения ионизирующих излучений	6	-	8, 9	У1, У2, МУ-8,9 МУ-10	Т-6 (16)	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3

T – тестирование, КО – контрольный опрос

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименования практических работ	Объём, час.
<b>2 семестр</b>		
1	Физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии	6
2	Общие характеристики источников излучений. Радиоизотопные источники гамма- и бета-излучения	6
3	Радиоизотопные источники альфа- и нейтронного излучения. Ядерные реакторы как источники ионизирующих излучений.	6
<b>Итого:</b>		<b>18</b>
<b>3 семестр</b>		
4	Неорганические монокристаллические сцинтилляторы. Органические и газообразные сцинтилляторы	3
5	Сцинтилляторы, применяемые для регистрации нейтронного излучения.	3
6	Методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц (трековые методы): фотографические методы, камеры Вильсона, диффузионные и пузырьковые камеры, твердотельные трековые детекторы	3
7	Люминесцентные методы регистрации дозовых характеристик радиационных излучений	3
8	Времяпролётные методы спектрометрии нейтронного излучения. Нейтронная спектрометрия на основе измерения энергии протонов отдачи	3
9	Активационный метод спектрометрии нейтронного излучения. Многошаговые спектрометры Боннера.	3
<b>Итого:</b>		<b>18</b>

## 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение, час.
<b>2 семестр</b>			
1	<b>Введение. Строение атома и атомного ядра, радиоактивность и основные виды ядерных излучений.</b> Физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии.	4-я нед.	12
2	<b>Источники ионизирующих излучений.</b> Общие характеристики. Радиоизотопные источники гамма- и бета-	8-я нед.	12

	излучения. Радиоизотопные источники альфа- и нейтронного излучения. Ядерные реакторы как источники ионизирующих излучений.		
3	<b>Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.</b> Взаимодействие с веществом гамма-, бета- и альфа-излучения. Взаимодействие с веществом нейтронного излучения. Физические эффекты и методы, используемые для регистрации ионизирующих излучений.	16-я нед.	11,9
Итого:			35,9
3 семестр			
4	<b>Методы регистрации ионизирующих излучений (1).</b> Газонаполненные ионизационные детекторы.	4-я нед.	6
5	<b>Методы регистрации ионизирующих излучений (2).</b> Сцинтилляционные детекторы.	6-я нед.	6
6	<b>Методы регистрации ионизирующих излучений (3).</b> Полупроводниковые детекторы ионизирующих излучений.	8-я нед.	6
7	<b>Методы регистрации ионизирующих излучений (4).</b> Методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц (трековые методы).	10-я нед.	6
8	<b>Спектрометрические методы измерения ионизирующих излучений (1).</b> Методы спектрометрических измерений ионизирующих излучений различных видов. Общие характеристики спектрометров.	12-я нед.	6
9	<b>Спектрометрические методы измерения ионизирующих излучений (2).</b> Спектрометры потоков заряженных частиц. Магнитные, ионизационные, сцинтилляционные и полупроводниковые гамма-спектрометры.	14-я нед.	6
10	<b>Спектрометрические методы измерения ионизирующих излучений (3).</b> Методы спектрометрии нейтронного излучения.	16-я нед.	7,85
Итого:			43.85
<b>Итого:</b>			<b>79.75</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>			<b>27</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического
- и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- вопросов к зачету;

- вопросов к экзамену;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции или практического занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объём, час.
1	<u>Практическое занятие:</u> Методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц	Проводится в виде семинара	2
2	<u>Практическое занятие:</u> Активационный метод спектрометрии нейтронного излучения	Проводится в виде семинара	2
3	<u>Практическое занятие:</u> Времяпролётные методы спектрометрии нейтронного излучения. Нейтронная спектрометрия на основе измерения энергии протонов отдачи	Проводится в виде семинара	4
	<b>ИТОГО:</b>		<b>8</b>

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки высокого профессионализма ученых их ответственности за результаты деятельности для человека и общества;
- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (проектное обучение, разбор конкретных ситуаций);
- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули), практики, при изучении/прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-1 - Способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области конструирования и технологии электронных средств, проводить анализ патентной литературы	Физические основы регистрации ионизирующих излучений Методы инженерного творчества	Учебная практика (научно-исследовательская работа)	Введение в конструкторско-технологические расчеты бортовых электронных средств Космическое приборостроение: основные направления и технические требования Производственная преддипломная практика Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3 - Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Физические основы регистрации ионизирующих излучений	Учебная практика (научно-исследовательская работа) Сенсоры и датчики физических величин Языки программирования и средства отладки микропроцессорных систем	Физические основы конструирования бортовых электронных средств Основы конструкций космических аппаратов Проектирование радиационно-устойчивых электронных средств Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

### 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-1/ начальный	ПК-1.1 - Собирает информацию по первичным и вторичным источникам	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы строения атома и атомного ядра, явления радиоактивности и ядерных реакций;</li> <li>- физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отыскивать необходимую для подготовки выступлений на практических занятиях научно-техническую информацию по выбранным темам.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами поиска и анализа научно-технической информации в области радиационных измерений и ядерного приборостроения с использованием библиотечных фондов и информационной сети Интернет.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы строения атома и атомного ядра, явления радиоактивности и ядерных реакций;</li> <li>- физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии;</li> <li>- физические эффекты взаимодействия ионизирующих излучений с веществом.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отыскивать необходимую для подготовки выступлений на практических занятиях научно-техническую информацию по выбранным темам;</li> <li>- проводить поиск необходимой информации при решении конкретных задач радиационных измерений и контроля.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами поиска и анализа научно-технической информации в области радиационных измерений и ядерного приборостроения с использованием библиотечных фондов и информационной сети Интернет.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы строения атома и атомного ядра, явления радиоактивности и ядерных реакций;</li> <li>- физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии;</li> <li>- источники ионизирующих излучений различных видов и их энергетические спектры;</li> <li>- физические эффекты взаимодействия ионизирующих излучений с веществом;</li> <li>- биологическое действие ионизирующих излучений на человека.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отыскивать необходимую для подготовки выступлений на практических занятиях научно-техническую информацию по выбранным темам;</li> <li>- ориентироваться в номенклатуре выпускаемых промышленных приборах радиационных измерений и контроля.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами поиска и анализа научно-технической информации в области ядерного приборостроения с использованием библиотечных фондов и информационной сети Интернет.</li> </ul>

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
				Интернет. - методами оценки достоверности результатов радиационных измерений, учитывающих стохастическую природу ядерных процессов.
ПК-3/ начальный	ПК-3.1 - Использует типовые функциональные узлы электронных средств	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство и принцип работы ионизационных камер, пропорциональных счётчиков и счётчиков Гейгера-Мюллера и особенности измерений с их помощью различных параметров ионизирующих излучений;</li> <li>- основные виды сцинтилляторов и их характеристики.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать радиационную опасность по результатам измерений радиационной обстановки на ядерных объектах и окружающей местности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа физических процессов в различных типах детекторов при их взаимодействии с ионизирующими излучениями различных видов.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство и принцип работы ионизационных камер, пропорциональных счётчиков и счётчиков Гейгера-Мюллера и особенности измерений с их помощью различных параметров ионизирующих излучений;</li> <li>- основные виды сцинтилляторов и их характеристики;</li> <li>- физические принципы работы камер Вильсона, диффузионных и пузырьковых камер, используемых для регистрации траекторий ядерных частиц;</li> <li>- общие характеристики и классификацию спектрометров ионизирующих излучений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать радиационную опасность по результатам измерений радиационной обстановки на ядерных объектах и окружающей местности;</li> <li>- проводить расчёт эквивалентной дозы по измеренному значению поглощённой дозы.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство и принцип работы ионизационных камер, пропорциональных счётчиков и счётчиков Гейгера-Мюллера и особенности измерений с их помощью различных параметров ионизирующих излучений;</li> <li>- основные виды сцинтилляторов и их характеристики;</li> <li>- физические принципы работы камер Вильсона, диффузионных и пузырьковых камер, используемых для регистрации траекторий ядерных частиц;</li> <li>- принцип действия ионизационных и магнитных спектрометров бета- и гамма-излучения;</li> <li>- устройство и принцип работы время-пролётных установок для измерения энергетических спектров нейтронных потоков;</li> <li>- активационный метод измерения энергетических спектров нейтронных потоков.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оцени-</li> </ul>

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			физических процессов в различных типах детекторов при их взаимодействии с ионизирующими излучениями различных видов.	<p>вать радиационную опасность по результатам измерений радиационной обстановки на ядерных объектах и окружающей местности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить расчёт эквивалентной дозы по измеренному значению поглощённой дозы;</li> <li>- проводить грамотный выбор аппаратуры при решении конкретных задач радиационного контроля на ядерных объектах.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа физических процессов в различных типах детекторов при их взаимодействии с ионизирующими излучениями различных видов</li> </ul>
	ПК-3.3 - Применяет стандартные средства компьютерного моделирования и разработки электронных средств	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- природу, источники и роль ионизирующих излучений на Земле и в космосе;</li> <li>- значение и роль ядерных процессов и сопровождающих их ионизирующих излучений в современной и будущей энергетике и экологии.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать радиационную опасность различных ядерных установок и радиоактивных материалов;</li> <li>- оценивать возможность и пути распространения в биосфере различных радиоактивных материалов в различных формах.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- природу, источники и роль ионизирующих излучений на Земле и в космосе;</li> <li>- значение и роль ядерных процессов и сопровождающих их ионизирующих излучений в современной и будущей энергетике и экологии;</li> <li>- физические процессы, используемые для регистрации ионизирующих излучений различных видов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать радиационную опасность различных ядерных установок и ра-</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- природу, источники и роль ионизирующих излучений на Земле и в космосе;</li> <li>- значение и роль ядерных процессов и сопровождающих их ионизирующих излучений в современной и будущей энергетике и экологии;</li> <li>- физические процессы, используемые для регистрации ионизирующих излучений различных видов;</li> <li>- важность знания энергетических спектров ионизирующих излучения различных видов для оценки их</li> </ul>

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчёта поглощённой дозы ионизирующих излучений по показаниям дозиметров соответствующих типов.</li> </ul>	<p>диоактивных материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать возможность и пути распространения в биосфере различных радиоактивных материалов в различных формах.</li> <li>- правильно выбирать тип детектора для измерения ионизирующих излучений различных видов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчёта поглощённой дозы ионизирующих излучений по показаниям дозиметров соответствующих типов.</li> <li>- методами расчёта ослабления ионизирующих излучений при прохождении через различные вещества.</li> </ul>	<p>биологической опасности и процессов их взаимодействия с активным веществом детекторов и биологической защиты ядерно-физических установок и ядерных реакторов.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно оценивать радиационную опасность различных ядерных установок и радиоактивных материалов;</li> <li>- оценивать возможность и пути распространения в биосфере различных радиоактивных материалов в различных формах;</li> <li>- правильно выбирать тип детектора для измерения ионизирующих излучений различных видов;</li> <li>- выбирать тип детектора для спектрметрических измерений потоков заряженных частиц и гамма-квантов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчёта поглощённой дозы ионизирующих излучений по показаниям дозиметров соответствующих типов;</li> <li>- методами расчёта ослабления ионизирующих излучений при прохождении через различные вещества.</li> </ul>

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				Наименование	№№ заданий	
<b>2 семестр</b>						
1	Введение. Строение атома и атомного ядра, радиоактивность и основные виды ядерных излучений	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3	Лекции Практ. зан. 1	Т-1	1-25	Согласно таблице 7.2
2	Источники ионизирующих излучений	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3	Лекции Практ. зан. 2	Т-2	1-20	Согласно таблице 7.2
3	Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3	Лекции Практ. зан. 3	Т-3	1-20	Согласно таблице 7.2
<b>3 семестр</b>						
4(1)	Методы регистрации ионизирующих излучений (1): газонаполненные ионизационные детекторы	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3	Лекции Практ. зан. 4	Т-4,	1-12	Согласно таблице 7.2
4(2)	Методы регистрации ионизирующих излучений (2): сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3	Лекции Практ. зан. 4	Т-5	1-15	Согласно таблице 7.2
4(3)	Методы регистрации ионизирующих излучений (3): методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц (трековые методы)	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3	Лекции Практич. занятие 5	КО-1	Вопросы 1-6	Согласно таблице 7.2
4(4)	Методы регистрации ионизирующих излучений (4): люминесцентные методы регистрации дозовых характеристик	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3	Практич. занятие 6	КО-2	Вопросы 1-6	Согласно таблице 7.2
5(1)	Спектрометрические методы измерения	ПК-1.1 ПК-3.1	Лекции Практ. заня-	Т-6	1-21	Согласно таблице 7.2

	ионизирующих излучений (1): методы спектрометрических измерений ионизирующих излучений	ПК-3.3	тия 7			
5(2)	Спектрометрические методы измерения ионизирующих излучений (2): спектрометры потоков заряженных частиц; магнитные, ионизационные, сцинтилляционные и полупроводниковые гамма-спектрометры	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3	Лекции Практ. занятия 8	Т-6	1-21	Согласно таблице 7.2
5(3)	Спектрометрические методы измерения ионизирующих излучений (3): методы спектрометрии нейтронного излучения	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.3	Практич. занятие 9	Т-6	1-21	Согласно таблице 7.2

### Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля:

#### По тесту Т-1

**Вопрос:** *От чего зависит количество электронных оболочек у атома?*

**Ответы:**

1. От заряда ядра и максимально возможного количества электронов в каждой оболочке.
2. От атомного веса атома.
3. От количества нейтронов в ядре атома.
4. От суммарного количества нейтронов и протонов в ядре атома.

#### По тесту Т-2

**Вопрос:** *В каких случаях источник излучения можно считать точечным?*

**Ответы:**

1. Когда его размеры очень малы.
2. Когда он расположен далеко от точки детектирования.
3. Когда его размеры меньше длины свободного пробега излучаемых частиц или электромагнитных квантов в веществе самого источника.
4. Когда можно пренебречь рассеянием и поглощением излучаемых частиц в веществе самого источника.
5. Когда его максимальные размеры много меньше расстояния до точки детектирования и длины свободного пробега частиц в материале источника.

**Вопросы к контрольному опросу КО-1 по теме: «Методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц (трековые методы)»:**

1. Фотографические методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц.
2. Камеры Вильсона: устройство, принцип работы и области применения.
3. Диффузионные камеры: устройство, принцип работы и области применения.
4. Пузырьковые камеры: устройство, принцип работы и области применения.
5. Сравнительные достоинства и недостатки камер Вильсона, диффузионных и пузырьковых камер.
6. Твердотельные трековые детекторы: устройство, принцип работы и области применения.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УМК по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УМК и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения  
промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

***Какой метод обладает самым высоким энергетическим разрешением при спектрометрии гамма-излучения?***

***Ответы:***

1. Сцинтилляционный метод с использованием детекторов высокого разрешения на основе бромида лантана.
2. Ионизационный метод с использованием газонаполненных детекторов.
3. Ионизационный метод с использованием полупроводниковых детекторов из особо чистого германия.
4. Магнитный метод.

Задание в открытой форме:

***1. На каком физическом принципе основано действие сцинтилляционных детекторов ионизирующих излучений?***

Задание на установление правильной последовательности:

Установите хронологическую последовательность:

1. Открытие рентгеновского излучения (Рентген);
2. Открытие явления радиоактивности (Беккерель);
3. Изобретение счетчика Гейгера (Гейгер);
4. Изобретение сцинтилляционного счетчика;
5. Изобретение спинтарископа (Крукс).

Задание на установление соответствия:

1. Установите соответствие по количеству электронов в атомах изотопов

1. Mn-55	82
2. Pb-206	25
3. Co-60	27

Компетентностно-ориентированная задача:

Нарисуйте структурную схему и опишите принцип работы ионизационной камеры. Объясните физические явления, происходящие в ионизационной камере.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 Обально-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	баллы	примечание	баллы	Примечание
2 семестр				
Л1–Л2, ПР1 Введение. Строение атома и атомного ядра, радиоактивность и основные виды ядерных излучений. Физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии.	4	В рамках тестирования (Т-1) получено 50% правильных ответов	8	В рамках тестирования (Т-1) получено 100% правильных ответов
ПР2–ПР3 Источники ионизирующих излучений	4	В рамках тестирования (Т-2) получено 50% правильных ответов	8	В рамках тестирования (Т-2) получено 100% правильных ответов
Л3 Взаимодействие с веществом ионизирующих излучений	4	В рамках тестирования (Т-3) получено 50% правильных ответов	8	В рамках тестирования (Т-3) получено 100% правильных ответов
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	
3 семестр				
Л4–Л6, ПР4 – ПР7 Методы регистрации ионизирующих излучений	6	В рамках тестирования (Т-4 и Т-5) получено 50% правильных ответов	12	В рамках тестирования (Т-4 и Т-5) получено 100% правильных ответов
Л7 – Л9 , ПР8 – ПР9 Спектрометрические методы измерения	6	В рамках тестирования (Т-6) получено 50%	12	В рамках тестирования (Т-3) получено

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	баллы	примечание	баллы	Примечание
ионизирующих излучений		правильных ответов		100% правильных ответов
СРС	12		24	
Итого	24		48	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Дрейзин В. Э. Физические основы регистрации ионизирующих излучений: учебное пособие [Текст] / В. Э. Дрейзин, Д. И. Логвинов, А. А. Гримов. Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2016. 228 с.

2. Дрейзин В.Э. Физические основы регистрации ионизирующих излучений [Электронный ресурс]:конспект лекций/ В. Э. Дрейзин. Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2015. 141 с.

### **8.2. Дополнительная литература**

3. Дрейзин В. Э. Спектрометрические измерения нейтронного излучения: Монография [Текст] / В. Э. Дрейзин, С. Г. Емельянов, А. А. Гримов. Юго-Западный гос. ун-т. Курск, 2011. 316 с.

### **8.3. Перечень методических указаний**

1. Физические величины и их единицы в области радиационных измерений и дозиметрии: методические указания к практическому занятию [Текст]/ Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 13 с.: Библиогр.: с. 13.

2. Общие характеристики источников излучений, радиоизотопные источники гамма- и бета-излучения: методические указания к практическому занятию [Текст]/ Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 17 с.: Библиогр.: с. 17.

3. Радиоизотопные источники альфа- и нейтронного излучения. ядерные реакторы как источники ионизирующих излучений: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 20 с.: Библиогр.: с. 20.

4. Неорганические монокристаллические сцинтилляторы. органические и газообразные сцинтилляторы: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 17 с.: Библиогр.: с. 16.

5. Сцинтилляторы, применяемые для регистрации нейтронного излучения: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 8 с.: – Библиогр.: с. 8.

6. Методы визуальной регистрации траекторий ядерных частиц (трековые методы): методические указания к практическому занятию / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. –13 с.– Ил. 3. Библиогр.: с. 13.

7. Люминесцентные методы регистрации ионизирующих излучений: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. –13 с.– Ил. 3. Библиогр.: с. 13.

8. Активационный метод спектрометрии нейтронного излучения: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 13 с.: Библиогр.: с. 13.

9. Времяпролётные методы спектрометрии нейтронного излучения. Нейтронная спектрометрия на основе измерения энергии протонов отдачи: методические указания к практическому занятию [Текст] / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 13 с.: Библиогр.: с. 13.

10. Физические основы регистрации ионизирующих излучений: методические указания по самостоятельной работе студентов. / Юго-Западный гос. ун-т; сост. В.Э. Дрейзин – Курск, 2017. – 13 с.: Библиогр.: с. 12.

#### **8.4. Другие учебно-методические материалы**

Научно-технические журналы в библиотеке университета:

АНРИ (Аппаратура и новости радиационных измерений)

Информационные технологии

Датчики и Системы

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Бекман И. Н. Измерение ионизирующих излучений. Курс лекций. МГУ, 2006. [Www/http://profbeckman.narod.ru](http://www/http://profbeckman.narod.ru).
2. Обзор отечественных радиометрических и спектрометрических систем, которые могут быть использованы для целей учёта и контроля ядерных материалов. <http://www.iodprom.ru/indexphp/biblioteka>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Физические основы регистрации ионизирующих излучений» являются лекции, практические. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Практические занятия посвящены разбору и изучению наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты могут готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, контрольного опроса, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Физические основы регистрации ионизирующих излучений»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепление освоенного ма-

териала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Физические основы регистрации ионизирующих излучений» с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Физические основы регистрации ионизирующих излучений» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Libreoffice операционная система Windows  
 Антивирус Касперского (или ESETNOD)  
 OrCAD (Lite Demo Software)  
 LabVIEW (Academy license № M76X33827)

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры космического приборостроения и систем связи, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. 2005-93, Учебно-научная станция с набором практикумов (13 рабочих мест) в составе ПК (Processor i5-2500, RAM DDR3 4 GB, HDD 320 GB, DVD RW, TFT-монитор 24" 1920x1080) и рабочая станция ELVIS II, инв. № 434.431. Мультимедиа центр: ноутбук ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/160Gb/ сумка/ проектор inFocus IN24+, инв. № 104.3261

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увели-

ченным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, 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 слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14. ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			