

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.04.01 Приборостроение

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КСР/КП
1	3	108	16	16	0	40	0	Э
Итого	3	108	16	16	0	40	0	

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина является одной из основных дисциплин образовательной программы. В рамках данной дисциплины рассмотрены теоретические основы физики взаимодействия заряженных частиц и гамма-излучения с веществом, а также проводятся практические и лабораторные работы.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дать студентам базовые знания о процессах, возникающих при взаимодействии заряженных частиц и гамма-излучения с веществом, с целью использования полученных знаний в различных областях науки и техники, связанных с применением ионизирующих излучений.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения физико-математических дисциплин. Дисциплина является предшествующей для успешного прохождения производственных практик и написания ВКР.

Изучение дисциплины опирается на знания, полученные при изучении курсов общей физики, в том числе, раздела «Атомная физика», «Квантовая механика».

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

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	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--------------------------------------------	---------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

		<b>опыта)</b>	
научно-исследовательский			
Проводить анализ научно-технической информации в области взаимодействия ионизирующих излучений с веществом	Физические явления и процессы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, а также механизмы взаимодействия микрочастиц с электрическим, магнитным и электромагнитным полями в различных средах и вакууме	ПК-3.1 [1] - Способен к общему физическому анализу процессов взаимодействия ионизирующих излучений с веществом  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-3.1[1] - Знать основные принципы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, а также нормы и правила производственной, радиационной безопасности и электробезопасности ; У-ПК-3.1[1] - Уметь анализировать научно-техническую информацию по теме исследований, извлекать информацию и проводить расчеты по взаимодействию излучения с веществом; В-ПК-3.1[1] - Владеть методиками измерения и получения информации от ядерно-физических приборов и устройств

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	8/8/0		50	Т-8	З-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, З-

							УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Раздел 2	9-15	8/8/0		50	Т-15	3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		16/16/0		100		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				0	Э	3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование

Э	Экзамен
---	---------

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	16	16	0
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1</b>	8	8	0
1	<b>Общая характеристика процессов взаимодействия излучения с веществом</b> Классификация элементарных частиц. Виды взаимодействия. Прицельный параметр.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	2 (ЭК)	0
2 - 5	<b>Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом</b> Ионизационное торможение тяжелых заряженных частиц. Удельные ионизационные потери. Формула Бете-блоха. Зависимость ионизационных потерь от параметров частицы и параметров среды. Пик Брэгга. Пробег тяжелой заряженной частицы. Связь пробега с энергией. Страгглинг. Эмперические формулы для определения пробегов. Эффект каналирования и эффект теней. Упругое рассеяние тяжелых заряженных частиц. Многократное рассеяние.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		3 (ЭК)	4 (ЭК)	0
6 - 7	<b>Особенности прохождения электронов через вещество</b> Упругое и неупругое рассеяние. Ионизационные потери энергии электронов. Формула для удельных ионизационных потерь электронов в релятивистском и нерелятивистском случае. Сравнение ионизационных потерь для электронов и тяжелых заряженных частиц. Тормозное излучение в поле ядра. Радиационная единица длины. Радиационные потери энергии на торможение. Длина пробега электронов в веществе и радиационная длина.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		2 (ЭК)	2 (ЭК)	0
8	<b>Излучение Вавилова-Черенкова.</b> Излучение Вавилова-Черенкова. Квантовый и классический подход. Отличия излучения Вавилова-Черенкова от тормозного излучения. Построение Гюйгенса.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		1 (ЭК)	1 (ЭК)	0
<b>9-15</b>	<b>Раздел 2</b>	8	8	0
9 - 10	<b>Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Введение</b> Введение. Общая характеристика, процессов взаимодействия фотонов с веществом, их механизм.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	1 (ЭК)	0
11	<b>Фотоэффект.</b> Фотоэлектрическое поглощение гамма-излучения веществом. Внутренний и внешний фотоэффект. Вторичное электромагнитное излучение. Электроны Оже.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	2 (ЭК)	0

12 - 13	<b>Комптон-эффект</b> Основные особенности эффекта Комптона. Формула Клейна-Нишины-Тамма. Предельные случаи. Представление об описании эффекта Комптона в современной физике. Обратный эффект Комптона. Томсоновское рассеяние, как предельный случай эффекта Комптона. Эффект рождения электрон-позитронных пар. Аннигиляция позитронов. Упругое рассеяние гамма-излучения. Сечение упругого рассеяния. Формула Томсона.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	2 (ЭК)	0
14	<b>Рождение электрон-позитронных пар</b> Процесс образования пар в кулоновском поле ядра . Энергетическое рассмотрение	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	1 (ЭК)	0
15	<b>Взаимодействие гамма-излучения с веществом</b> Ослабление потока гамма-излучения при прохождении через вещество. Общая характеристика, процессов взаимодействия фотонов с веществом, их механизм. «Узкий» пучок фотонов, его состав. Понятия о дифференциальном, парциальном и полном сечении взаимодействия. Упругое рассеяние гамма-излучения. Сечение упругого рассеяния. Формула Томсона.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	2 (ЭК)	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1 - 5	<b>Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом</b> Ионизационное торможение тяжелых заряженных частиц. Удельные ионизационные потери. Формула Бете-блоха. Зависимость ионизационных потерь от параметров частицы и параметров среды. Пик Брэгга. Пробег тяжелой заряженной частицы. Связь пробега с энергией. Страгглинг. Эмперические формулы для определения пробега. Эффект каналирования и эффект теней. Упругое

	рассеяние тяжелых заряженных частиц. Многократное рассеяние.
6 - 7	<b>Особенности прохождения электронов через вещество</b> Упругое и неупругое рассеяние. Ионизационные потери энергии электронов. Формула для удельных ионизационных потерь электронов в релятивистском и нерелятивистском случае. Сравнение ионизационных потерь для электронов и тяжелых заряженных частиц. Тормозное излучение в поле ядра. Радиационная единица длины. Радиационные потери энергии на торможение. Длина пробега электронов в веществе и радиационная длина.
8	<b>Излучение Вавилова-Черенкова.</b> Излучение Вавилова-Черенкова. Квантовый и классический подход. Отличия излучения Вавилова-Черенкова от тормозного излучения. Построение Гюйгенса.
9 - 13	<b>Взаимодействие гамма-излучения с веществом</b> Ослабление потока гамма-излучения при прохождении через вещество. Общая характеристика, процессов взаимодействия фотонов с веществом, их механизм. «Узкий» пучок фотонов, его состав. Понятия о дифференциальном, парциальном и полном сечении взаимодействия. Упругое рассеяние гамма-излучения. Сечение упругого рассеяния. Формула Томсона.
14 - 15	<b>Фотоэффект. Комптон-эффект</b> Фотоэлектрическое поглощение гамма-излучения веществом. Внутренний и внешний фотоэффект. Вторичное электромагнитное излучение. Электроны Оже. Основные особенности эффекта Комптона. Формула Клейна-Нишины-Тамма. Предельные случаи. Представление об описании эффекта Комптона в современной физике. Обратный эффект Комптона. Томсоновское рассеяние, как предельный случай эффекта Комптона. Эффект рождения электрон-позитронных пар. Аннигиляция позитронов.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Содержание дисциплины имеет как теоретическую, так и практическую направленность. В связи с этим изучение курса предполагает сочетание следующих взаимодополняющих форм занятий: лекция, практическая работа и самостоятельная работа с учебно-методической литературой и другими информационными ресурсами.

Для достижения поставленных целей, преподавание дисциплины осуществляется с использованием следующих образовательных технологий и организационных мероприятий:

1. Изучение теоретического материала дисциплины осуществляется на лекционных занятиях с применением компьютерных технологий, мультимедийного оборудования.
2. Теоретический материал закрепляется при выполнении практических заданий с использованием современного учебного и научно-исследовательского оборудования, а также

выполнении творческих заданий, тематика которых основана на реально существующих проблемах отрасли.

3. Самостоятельно изучение теоретического материала осуществляется с использованием интернет ресурсов, а также специализированной научной и учебной литературы.

4. Информационно-коммуникационные технологии. Проектные технологии. Технологии проблемного обучения.

## 6. ФОНД 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 представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-3.1	З-ПК-3.1	Э, Т-8, Т-15
	У-ПК-3.1	Э, Т-8, Т-15
	В-ПК-3.1	Э, Т-8, Т-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	Э, Т-8, Т-15
	У-УКЦ-2	Э, Т-8, Т-15
	В-УКЦ-2	Э, Т-8, Т-15

## 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 и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	

65-69			Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64	3 – «удовлетворительно»	Е	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Л 12 Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом : Лабораторный практикум, М.: Буки Веди, 2019
2. 539.1 К49 Дозиметрия ионизирующих излучений : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
3. ЭИ Б 18 Квантовая механика : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2015
4. ЭИ И 83 Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2017
5. ЭИ А 50 Радиоактивность : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2013
6. ЭИ Г 83 Физика атома и атомных явлений : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2015
7. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т.1 Физика атомного ядра, , Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.3 Элементарные частицы: свойства и взаимодействия, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. 53 С34 Общий курс физики Т.5 Атомная и ядерная физика, , : Физматлит, 2020
3. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.1 Нейтронная физика, , : МИФИ, 2008

4. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, , : Лань, 2008
5. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, , : Лань, 2008
6. 539.1 К60 Ионизирующая радиация: воздействие, риски, общественное восприятие : , А. Б. Колдобский, Москва: МИФИ, 2008
7. 539.1 О-52 Лептоны и кварки : , Л. Б. Окунь, Москва: ЛКИ, 2008
8. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.2 Ядерные реакции, ред. : Ю. П. Добрецов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
9. 539.1 Т58 Сборник задач по ядерной физике : , Э. П. Топоркова, Б. У. Родионов, В. В. Борог, Москва: МИФИ, 2005

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

#### 1. Общие положения

1.1. Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

1.2. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.3. Приступая к изучению дисциплины студенту необходимо ознакомиться с целями и задачами дисциплины, содержанием рабочей программы дисциплины, рекомендуемыми литературными источниками, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры.

#### 2. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям.

2.1. Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Поэтому студентам, пропустившим занятия, необходимо самостоятельно проработать тему.

2.2. Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется вести конспект лекций. Конспектирование представляет собой сжатое и свободное изложение наиболее важных, кардинальных вопросов темы, излагаемой в лекции.

2.3. Перед очередной лекцией следует просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции и проработать учебный материал лекции по учебнику и учебным пособиям для успешного освоения материала.

2.4. Возникающие вопросы и непонятные моменты можно записывать в конспект, чтобы спросить о них у преподавателя на лекции.

3. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.

3.1. Практические занятия служат для закрепления изученного теоретического материала. Подготовка к практическому занятию включает в себя текущую работу над учебными материалами с использованием конспектов и рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

3.2. При подготовке к практическим занятиям следует проработать теоретический материал по рекомендованным литературным источникам, внимательно прочитать материал лекций, относящихся к данному практическому занятию.

3.3. В ходе практических занятий давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов, доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

4. Самостоятельная работа обучающихся

4.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет, прохождения он-лайн курса по дисциплине на платформе Открытое образование.

4.2. Качество освоения учебной дисциплины находится в прямой зависимости от способности студента самостоятельно и творчески учиться.

4.3. Обучающимся следует руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным рабочим планом дисциплины и выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельной работы, и представлять их в установленный срок.

5. Рекомендации по подготовке и сдаче аттестации по дисциплине.

5.1. Аттестация по дисциплине основана на балльно-рейтинговой системе, которая включает текущий контроль успеваемости, рубежный контроль в семестре и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины.

5.2. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к занятиям, для чего могут быть использованы различные проверочные задания. Прохождение контрольных рубежей проводится в середине и в конце семестра и может осуществляться в виде тестов. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает сумму баллов, заработанных студентом за аттестацию 1 и 2 разделов, и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

1. Общие положения

1.1. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.2. На первом занятии преподаватель:

- знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

- уточняет наполнение лекций и планы практических (семинарских) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

- рекомендует основную и дополнительную литературу для успешного освоения дисциплины;

- доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

## 2. Рекомендации по подготовке и преподаванию дисциплины

### 2.1. Рекомендации по подготовке и проведению лекций.

2.1.1. Цель лекции - организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. При этом лекционный материал рекомендуется постоянно актуализировать (вносить замечания, дополнения, пояснения и т.д.).

2.1.2. К типичным структурным элементам лекции относятся: вступление, основная часть, заключение. В начале лекции преподаватель называет тему лекции, основные вопросы, выносимые на лекцию, указывает основную и дополнительную литературу, главы и параграфы в ней, где изложен материал лекции. После каждого раздела делаются обобщающие выводы и даются указания по самостоятельной работе над материалом лекции.

2.1.3. Рекомендуется максимально использовать наглядные пособия и технические средства обучения. Для этого разрабатываются презентации. Каждый слайд должен содержать основные положения и сопровождаться дополнительными примерами и пояснениями преподавателя.

### 2.2. Рекомендации по подготовке и проведению практических (семинарских) занятий:

2.2.1. Цель практических (семинарских) занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.2.2. Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется выполнение расчетно-графических работ студентов по материалам лекций и практических работ. Подборка заданий осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию студентов при конспектировании лекционного материала.

### 2.3. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов

2.3.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет, прохождение курса на платформе Открытое образование.

2.3.2. В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

### 2.4. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучающихся

2.4.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

2.4.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и промежуточная аттестация.

2.4.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к лекционным, семинарским и практическим занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

2.4.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится в середине и в конце семестра.

2.4.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает сумму баллов, заработанных студентом за аттестацию 1 и 2 разделов, и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

Автор(ы):

Бойко Надежда Владимировна, к.ф.-м.н.