

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 26.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ И ПРИБОРОВ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА**

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.03.01 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, экс./зач./КР/КП
7	2	72	16	16	0	40	0	3 КП
Итого	2	72	16	16	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Данный курс предназначен для изучения ряда прикладных программных продуктов, позволяющих осуществлять моделирование параметров различных экспериментов (преимущественно из области ядерной физики).

Помимо ядерно-физической направленности рассматриваемых пакетов программ, также следует отметить наличие в данном курсе обзорного рассмотрения ряда программ общетехнической направленности, позволяющих осуществлять расчеты оптических систем, движения газов и жидкостей, прочностных характеристик конструкций, а также моделировать работу электротехнических схем.

Программные продукты, которым в данном курсе уделяется основное внимание: MCC MT (demo), Geant4, SRIM-2013, FLUKA, TALYS-2.0.

Программные продукты, которые рассматриваются в данном курсе в обзорной форме: MCNP, ZeMax, SolidWorks, COMSOL Multiphysics.

Значительная часть рассматриваемых инструментов моделирования работает с использованием метода Монте-Карло (вероятностный подход).

MCC MT – позволяет осуществлять моделирование аппаратурного отклика детектора на потоки различных видов излучений (гамма, бета, протоны). Интуитивно понятный интерфейс. Порог вхождения невысокий.

Geant4, MCNP, FLUKA – многофункциональные инструменты для моделирования процессов взаимодействия излучений с веществом. В совокупности могут осуществлять моделирование оптических процессов, поведение заряженных частиц в ЭМ поле, а также отслеживать временные характеристики моделируемых процессов. Позволяют работать со всеми известными видами излучений в широком диапазоне энергий. Могут использоваться также для получения аппаратурных откликов детекторов ионизирующего излучения и в задачах по оптимизации параметров реальных экспериментов. Порог вхождения высокий.

SRIM-2013 – позволяет моделировать процессы распространения ионов в веществе с высокой точностью и в широком диапазоне энергий. Дает возможность отследить тормозной путь иона, процессы генерации дефектов в тормозном веществе и др. Порог вхождения невысокий.

TALYS-2.0 – средство для моделирования ядерных реакций, характерных для исследовательских задач, в которых рассматривается взаимодействие с веществом следующих бомбардирующих частиц: альфа, бета, гамма, нейтроны. Позволяет получить весьма обширную информацию о характеристиках продуктов реакций. Порог вхождения невысокий.

ZeMax – программа для моделирования процессов распространения оптического излучения в различных веществах. Актуально для задач моделирования поведения таких элементов детектирующих систем как сцинтилляторы, световоды и т.п. Порог вхождения невысокий.

SolidWorks – дополнительные библиотеки к данному программному продукту позволяют моделировать особенности процессов теплопередачи, а также движения потоков газов или жидкостей. Кроме того, можно осуществлять моделирование поведения конструкций с точки зрения прочностных характеристик (на удар, изгиб, кручение и т.д.). Порог вхождения невысокий.

COMSOL Multiphysics – многофункциональный инструмент моделирования для оценки характеристик конструкционных элементов, электрофизических и электротехнических устройств и компонент. Порог вхождения высокий.

Все представленные программы для качественного освоения требуют наличия минимальных знаний о предмете или области науки, в рамках которых рассматривается та или иная моделируемая задача. Кроме того, некоторые из программных продуктов имеют определенные лицензионные ограничения к использованию. В связи с этим, некоторая часть указанных программ в курсе представлена в обзорном виде на основе информации из общедоступных источников.

Ряд программ (MCC MT, Geant4, SRIM, TALYS-2.0) подразумевают параллельное прослушивание курса по основам работы с устройствами регистрации ионизирующих излучений, и поэтому для учащихся предусмотрены несложные ознакомительные задачи для получения первичных навыков работы в этих системах.

Программные продукты Geant4 и FLUKA требуют, помимо прочего, навыков программирования на языке C++ и Fortran соответственно.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является получение студентами знаний о наиболее распространенных инструментах моделирования эксперимента (преимущественно ядерно-физического). Знакомство с различными программными продуктами и получение навыков работы с ними помогает студенту начать более глубокое самостоятельное изучение той или иной программы в будущем. Обладание навыками работы с инструментами моделирования ядерно-физического эксперимента является в настоящее время практически обязательным требованием к специалисту в области ядерного приборостроения. Особое внимание в курсе уделяется освоению практических навыков работы с инструментами моделирования взаимодействия излучения с веществом. Кроме того, в обзорном виде рассматриваются инструменты общетехнической направленности (проведение расчетов на прочность, теплоперенос и др.).

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Изучение дисциплины опирается на знания, полученные при прохождении математических и естественно-научных курсов, а также ядерной физики, физики взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и нейтронной физики. Студенты должны уметь применять знания физики взаимодействия излучения с веществом для моделирования детекторов излучения.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

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

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

Задача	Объект или область	Код и наименование	Код и наименование
--------	--------------------	--------------------	--------------------

профессиональной деятельности (ЗПД)	знания	профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	индикатора достижения профессиональной компетенции
проектно-конструкторский			
<p>Определять условия и режимы эксплуатации, конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры</p>	<p>ядерно-физические, электрофизические и киберфизические приборы и устройства</p>	<p>ПК-1 [1] - Способен определять условия и режимы эксплуатации, конструктивные особенности разрабатываемой оптоэлектронной, оптической и оптико-электронной аппаратуры и комплексов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-1[1] - знать основы схемотехники и конструктивные особенности разрабатываемой оптоэлектронной, оптической и оптико-электронной аппаратуры и комплексов.; У-ПК-1[1] - уметь выбирать оптимальные с точки зрения решения поставленной задачи типовые схемотехнические решения для разработки оптоэлектронной, оптической и оптико-электронной аппаратуры и комплексов; уметь оптимизировать структуру построения и характеристики (показатели) оптоэлектронной, оптической и оптико-электронной аппаратуры и комплексов ; В-ПК-1[1] - владеть навыками определения условий и режимов эксплуатации разрабатываемой оптоэлектронной, оптической и оптико-электронной аппаратуры и комплексов; владеть навыками схемотехнического моделирования и конструирования разрабатываемой оптоэлектронной, оптической и оптико-</p>

<p>Разрабатывать технические требования и задания на проектирование и конструирование ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры</p>	<p>Техническая документация на ядерно-физические, электрофизические и киберфизические приборы и устройства</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен разрабатывать технические требования и задания на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>электронных приборов и комплексов.</p> <p>З-ПК-2[1] - знать электронные компоненты оптических и оптико-электронных приборов, комплексов согласно техническим условиям эксплуатации; знать принципы конструирования деталей, соединений, сборочных единиц и функциональных устройств оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.</p> <p>;</p> <p>У-ПК-2[1] - уметь разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов для изготовления оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.;</p> <p>В-ПК-2[1] - владеть навыками разработки технических требований и заданий на проектируемые оптические и оптико-электронные приборы, комплексы и их составные части в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.</p>
---	--	---	---

<p>Проектировать и конструировать блоки, узлы и детали приборов, определять номенклатуру и типы комплектующих изделий</p>	<p>ядерно-физические, электрофизические и киберфизические приборы и устройства</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен проектировать и конструировать блоки, узлы и детали приборов, определять номенклатуру и типы комплектующих изделий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-3[1] - знать принципы проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов; знать этапы и порядок разработки приборов. ; У-ПК-3[1] - уметь анализировать техническое задание и другую информацию, необходимую для выбора конструктивных решений, выбирать оптимальные конструктивные решения и обосновывать свой выбор; уметь использовать при проектировании и конструировании метод унификации блоков, узлов и деталей. ; В-ПК-3[1] - владеть навыками проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов с помощью современных методов проектирования и конструирования.</p>
<p>Проектировать и конструировать различные ядерно-физические, электрофизические, киберфизические, механические узлы и блоки, определение номенклатуры и типов комплектующий изделий</p>	<p>ядерно-физические, электрофизические и киберфизические приборы и устройства</p>	<p>ПК-3.1 [1] - Способен осуществлять проектирование и конструирование ядерно-физических, электрофизических, механических блоков, узлов и деталей, определение номенклатуры и типов комплектующий изделий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный</p>	<p>З-ПК-3.1[1] - знать принципы проектирования и конструирования ядерно-физических, электрофизических, механических блоков, узлов и деталей; знать этапы и порядок разработки составных блоков; У-ПК-3.1[1] - уметь анализировать техническое задание и другую информацию,</p>

		стандарт: 29.004	необходимую для выбора конструктивных решений, выбирать оптимальные конструктивные решения и обосновывать свой выбор; уметь использовать при проектировании и конструировании метод унификации блоков, узлов и деталей.; В-ПК-3.1[1] - владеть навыками проектирования и конструирования ядерно-физических, электрофизических, механических блоков, узлов и деталей с помощью современных методов проектирования и конструирования.
производственно-технологический			
Осуществлять экспериментальные исследования для проверки ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры	Результаты экспериментов полученных на ядерно-физических, электрофизических и киберфизических приборах	ПК-3.3 [1] - Способен осуществлять экспериментальные исследования для создания новой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-3.3[1] - знать основы безопасности при работе радиоактивными веществами, знать основы электробезопасности, знать процессы взаимодействия излучения с веществом; У-ПК-3.3[1] - уметь получать информацию, анализировать ее проводить критический анализ; В-ПК-3.3[1] - владеть современными пакетами программ для обработки результатов эксперимента; Владеть методами анализа и обработки получаемых

<p>Рассчитывать характеристики ядерно-физической, киберфизической и электрофизической аппаратуры</p>	<p>характеристики ядерно-физической, киберфизической и электрофизической аппаратуры</p>	<p>ПК-3.4 [1] - Способен осуществлять работы по математическому моделированию прохождения ядерного излучения через вещество и создавать простейшие модели ядерно-физического прибора</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>данных</p> <p>З-ПК-3.4[1] - знать основные принципы взаимодействия ядерного излучения с веществом; знать современный язык программирования для составления простейших математической модели;</p> <p>У-ПК-3.4[1] - уметь составлять математическую модель ядерно-физического прибора; уметь грамотно интерпретировать полученные результаты и вносить уточнения в разрабатываемую модель;</p> <p>В-ПК-3.4[1] - владеть современными языками программирования и пакетами программ для выполнения работ по математическому моделированию процессов взаимодействия ядерного излучения с веществом.</p>
<p>Разрабатывать технологические процессы и техническую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов</p>	<p>Технологические процессы и техническая документация на ядерно-физические, электрофизические и киберфизические приборы и устройства</p>	<p>ПК-4 [1] - Способен разрабатывать технологические процессы и техническую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-4[1] - знать порядок осуществления всех видов операций, входящих в технологический процесс; знать основные задачи и стадии проектирования, состав конструкторских и технологических документов; знать принципы и механизм разработки</p>

			<p>технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов ; У-ПК-4[1] - уметь разрабатывать все виды операций, входящих в технологический процесс изготовления блоков, узлов и деталей приборов и комплексов; уметь разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов. ; В-ПК-4[1] - владеть навыками разработки индивидуальных, типовых и групповых технологических процессов изготовления блоков, узлов и деталей приборов и комплексов; владеть навыками разработки технологической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов.</p>
<p>Проектировать специальную оснастку, предусмотренную технологией изготовления ядерно-физических, электрофизических и киберфизических</p>	<p>ядерно-физические, электрофизические и киберфизические приборы и устройства</p>	<p>ПК-6 [1] - Способен проектировать специальную оснастку, предусмотренную технологией изготовления приборов, комплексов и их составных частей</p>	<p>З-ПК-6[1] - знать виды технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частей; знать виды технологических процессов сборки</p>

приборов, комплексов и их составных частей		<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>приборов и комплексов ; У-ПК-6[1] - уметь планировать потребности в оборудовании, материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; уметь организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и их составных частей. ; В-ПК-6[1] - владеть навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования.</p>
--	--	---	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (В23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия

	инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (В43)	ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданным методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.
--	---	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
<i>7 Семестр</i>							
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	КИ-8	З-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-3, З-ПК-3.1, З-ПК-3.3, У-ПК-3.3, З-ПК-3.4, З-ПК-4, З-ПК-6
2	Второй раздел	9-16	8/8/0		25	КИ-16	В-ПК-6, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-2, В-ПК-2, В-ПК-2, В-ПК-3, В-ПК-3.1, У-ПК-3.3, У-ПК-3.4, У-ПК-4, В-

							ПК-4, У- ПК-6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3, КП	3-ПК-3, У-ПК-3, 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, 3-ПК-3.4, У-ПК-3.4, В-ПК-3.4, 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3, 3-ПК-3.4, У-ПК-

							3.4, В- ПК- 3.4
--	--	--	--	--	--	--	--------------------------

* – 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
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
КП	Курсовой проект

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Первый раздел	8	8	0
1 - 4	Geant4 Вводное занятие. Методы моделирования экспериментов. Пакет библиотек Geant4. Установка. Запуск проектов. Понятия запуска, события, трека и шага частицы. Задание геометрии и свойств источника излучения. Извлечение информации о результатах моделирования.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	MCNP (обзор) Функциональные возможности программы. Понятие Tally. Точность и достоверность результатов моделирования с помощью методов Монте-Карло.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	MCC MT Знакомство с demo версией программы. Моделирование геометрии эксперимента. Отклик детектора: идеальный и с учетом энергетического разрешения реального устройства.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	8	8	0
9 - 11	SRIM-2013, AStar, EStar, PStar Возможности указанных инструментов. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Обработка информации, полученной с помощью данных инструментов моделирования.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	SolidWorks (обзор) Функциональные возможности пакетов Simulation. Расчет конструкции на прочность. Задачи по оценке теплоотвода от элементов конструкции.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	COMSOL Multiphysics (обзор) Функциональные возможности программы. Расчет параметров электротехнических устройств.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		

		0	0	0
14	ZeMax (обзор) Функциональные возможности программы. Базы данных с оптическими параметрами материалов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	TALYS-2.0, FLUKA Установка программы. Запуск проектов. Анализ получаемых результатов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	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>7 Семестр</i>
1 - 4	Geant4 Вводное занятие. Методы моделирования экспериментов. Пакет библиотек Geant4. Установка. Запуск проектов. Понятия запуска, события, трека и шага частицы. Задание геометрии и свойств источника излучения. Извлечение информации о результатах моделирования.
5 - 6	MCNP (обзор) Функциональные возможности программы. Понятие Tally. Точность и достоверность результатов моделирования с помощью методов Монте-Карло.
7 - 8	MCC MT Знакомство с demo версией программы. Моделирование геометрии эксперимента. Отклик детектора: идеальный и с учетом энергетического разрешения реального устройства.
9 - 11	SRIM-2013, AStar, EStar, PStar Возможности указанных инструментов. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Обработка информации, полученной с помощью данных инструментов моделирования.
12	SolidWorks (обзор) Функциональные возможности пакетов Simulation. Расчет конструкции на прочность. Задачи по оценке теплоотвода от элементов конструкции.

13	COMSOL Multiphysics (обзор) Функциональные возможности программы. Расчет параметров электротехнических устройств.
14	ZeMax (обзор) Функциональные возможности программы. Базы данных с оптическими параметрами материалов.
15 - 16	TALYS-2.0, FLUKA Установка программы. Запуск проектов. Анализ получаемых результатов.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции и практические занятия

7. 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-1	З-ПК-1	КИ-8
	У-ПК-1	КИ-16
	В-ПК-1	КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	КИ-8
	У-ПК-2	КИ-16
	В-ПК-2	КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	З
	У-ПК-3	З, КИ-8
	В-ПК-3	КИ-16
ПК-3.1	З-ПК-3.1	З, КП, КИ-8
	У-ПК-3.1	З, КП
	В-ПК-3.1	З, КП, КИ-16
ПК-3.3	З-ПК-3.3	З, КП, КИ-8
	У-ПК-3.3	З, КП, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.3	З, КП
ПК-3.4	З-ПК-3.4	З, КП, КИ-8
	У-ПК-3.4	З, КП, КИ-16
	В-ПК-3.4	З, КП
ПК-4	З-ПК-4	КИ-8
	У-ПК-4	КИ-16
	В-ПК-4	КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	КИ-8
	У-ПК-6	КИ-16
	В-ПК-6	КИ-16

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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	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			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 64 Алгоритмы и программы. Язык C++ : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021

2. 539.1 П69 Практическая спектрометрия ядерных излучений : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2016

3. ЭИ Р 98 Статистические методы обработки результатов измерений (с примерами в среде Mathcad) : Учебное пособие, Москва: Буки Веди, 2019

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. 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 содержанием рабочей программы дисциплины,
- с целями и задачами 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. Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Конспект ведется в тетради или на отдельных листах.

- перед очередной лекцией просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции;
- прорабатывать учебный материал лекции по учебнику и учебным пособиям для успешного освоения материала

- регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам

- записывать возможные вопросы, которые можно задать лектору на лекции

3. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

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

3.2. Обучающимся следует при подготовке к практическим занятиям:

- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

- внимательно прочитать материал лекций, относящихся к данному практическому занятию;

- рабочая программа дисциплины может быть использована в качестве ориентира в организации подготовки и обучения;

- 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.

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 представляться в установленный срок

5. Рекомендации по подготовке и сдаче аттестации по дисциплине

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

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

5.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

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

5.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает сдачу зачета/экзамена и курсового проекта.

5.6. При подготовке к аттестации необходимо по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал и внимательно изучить материал лекций, соответствующий вопросам, выносимым на аттестацию.

11. 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, лабораторных) 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 и 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.

2.3. 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.

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 обучаемых

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 конце семестра.

2.4.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём зачета/экзамена и самостоятельную подготовку к нему.

Автор(ы):

Ибрагимов Ренат Фаридович