

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТЕНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

ОДОБРЕНО
НТС ИНТЭЛ Протокол №4 от 23.07.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

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./КР/КП
7	2	72	16	0	32		24	0	3
8	3-4	108- 144	12	0	48		12-48	0	Э
Итого	5-6	180- 216	28	0	80	40	36-72	0	

АННОТАЦИЯ

Курс затрагивает важные разделы, связанные с исследовательской деятельностью студентов – методы планирования эксперимента, построения интерполяционных моделей и оптимизации процессов и объектов. Курс направлен на приобретение студентом теоретических знаний и практических навыков в области экспериментальной учебно-исследовательской работы.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Экспериментальная учебно-исследовательская деятельность» являются:

- дать студентам представление о методах планирования эксперимента,
- познакомить с методами построения интерполяционных моделей и оптимизацией процессов и объектов.
- сформировать у студентов компетентность в области теории и практики проведения экспериментального научного исследования.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Изучение дисциплины «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» базируется на компетенциях, сформированных у обучающихся в результате освоения дисциплин, направленных на развитие профессиональных навыков в области фотоники и оптоинформатики, а также дисциплин формирующих умение анализировать учебно-методическую литературу. Знание дисциплины необходимо при подготовке выпускной квалификационной работы, в дальнейшем обучении, а также для практической работы выпускников по специальности.

Предполагается предварительное изучение следующих дисциплин:

Аналитическая геометрия

Линейная алгебра

Дифференциальные и интегральные уравнения

Теория функций комплексного переменного

Теоретическая физика: статистическая физика

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 профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции;	Код и наименование индикатора достижения
--------------------------------------	---------------------------	--	--

(ЗПД)		Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	профессиональной компетенции
производственно-технологический			
Подготовка и проведение технологических процессов производства материалов и изделий фотоники, нанофотоники и оптоэлектроники	Создание и разработка новых приборов, элементной базы, систем и технологий фотоники и оптоинформатики	ПК-3.2 [1] - Способен применять современные технологии наноэлектроники и фотоники к разработке новых устройств и приборов в предметной области <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	3-ПК-3.2[1] - Знать технологические процессы производства и номенклатуру ключевого технологического оборудования, используемого для создания новых приборов и устройств наноэлектроники и фотоники ; У-ПК-3.2[1] - Уметь выбирать и применять современное технологическое оборудование для создания новых приборов и устройств наноэлектроники и фотоники ; В-ПК-3.2[1] - Владеть основными технологическими методами, используемыми в процессе производства приборов и устройств наноэлектроники и фотоники
Подготовка и проведение технологических процессов производства материалов и изделий фотоники, оптоэлектроники и радиофотоники	элементная база, системы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, а также микрооптики; элементная база полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров; элементная база, системы, материалы, методы и технологии, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку,	ПК-5.3 [1] - Способен составить эскизный технологический маршрут для создания основных компонентов элементной базы интегральной радиофотоники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	3-ПК-5.3[1] - Знать номенклатуру и устройство основных компонентов интегральной радиофотоники, в том числе полупроводниковых лазерных диодов, фотодиодов, электрооптических модуляторов, волноводов, устройств ввода-вывода, резонаторов и других пассивных элементов;

	запись и хранение информации; элементная база и системы преобразования и отображения информации; элементная база и системы на основе наноразмерных и фотоннокристаллических структур; системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры; оптические системы искусственного интеллекта; устройства и системы компьютерной фотоники		У-ПК-5.3[1] - Уметь грамотно составить технологический маршрут, учитывающий все необходимые операции и процессы, а также задать требуемые параметры на каждом этапе; В-ПК-5.3[1] - Владеть основными технологическими операциями, необходимыми для изготовления компонентов радиофотонных устройств на основе полупроводников и полупроводниковых гетероструктур
Осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики в процессе НИОКР и опытного производства	Прикладные и опытно-конструкторские разработки в области фотоники и оптоинформатики	ПК-7 [1] - способен к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-7[1] - Знать требования, предъявляемые к технической документации при конструировании отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструмента; У-ПК-7[1] - Уметь анализировать исходные данные и технические требования, предъявляемые к конструируемым узлам приспособлений, оснастки и специального инструмента; формулировать и обосновывать требования к разрабатываемым узлам и элементам; В-ПК-7[1] - Владеть знаниями по вопросам

			стандартизации, метрологии, технике измерений и контроля качества навыками разработки проектной и рабочей технической документации
Осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики в процессе НИОКР и опытного производства	Прикладные и опытно-конструкторские разработки в области фотоники и оптоинформатики	ПК-8 [1] - способен разрабатывать оптимальные решения при создании продукции приборостроения с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности, а также экологической безопасности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.037	З-ПК-8[1] - Знать опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельнодопустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации техники и технологий профессиональной деятельности; элементную базу, используемую в изделиях фотоники и оптоинформатики основные области применения устройств фотоники и оптоинформатики ; У-ПК-8[1] - Уметь анализировать технические решения при создании продукции приборостроения с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности, а также экологической безопасности обосновывать предлагаемые технические решения при создании продукции приборостроения подбирать по заданным параметрам и характеристикам элементную базу ; В-ПК-8[1] - Владеть

			методами работы с научнотехнической литературой и информацией
научно-исследовательский			
Анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	элементная база, системы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, а также микрооптики элементная база полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров элементная база, системы, материалы, методы и технологии, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации элементная база и системы преобразования и отображения информации элементная база и системы на основе наноразмерных и фотоннокристаллических структур системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры оптические системы искусственного интеллекта устройства и системы компьютерной фотоники	ПК-4.1 [1] - Способен применять фундаментальные знания из областей физики конденсированного состояния, физики полупроводников и физики наносистем для анализа принципов функционирования оптоэлектронных и электронно-оптических твердотельных устройств радиофотоники, с учетом актуальных мировых научных результатов. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-4.1[1] - Знать фундаментальные основы физики конденсированного состояния, физики полупроводников и физики наносистем в объеме программы академического бакалавриата, необходимые для анализа принципов функционирования радиофотонных устройств; У-ПК-4.1[1] - Уметь применять полученные знания, а также проводить научный поиск актуальных опубликованных результатов и последних достижений в области твердотельной радиофотоники.; В-ПК-4.1[1] - Владеть навыками анализа и синтеза устройств радиофотоники с целью выделить их наиболее существенные электронные, оптические и иные функциональные характеристики, и сделать вывод о влияющих на них физических процессах.
Анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и	элементная база, системы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, а также микрооптики;	ПК-5.1 [1] - Способен применять современные фундаментальные знания из областей физики	З-ПК-5.1[1] - Знать фундаментальные основы физики конденсированного состояния, физики полупроводников и

оптоинформатики на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	элементная база полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров; элементная база, системы, материалы, методы и технологии, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации; элементная база и системы преобразования и отображения информации; элементная база и системы на основе наноразмерных и фотоннокристаллических структур; системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры; оптические системы искусственного интеллекта; устройства и системы компьютерной фотоники	конденсированного состояния, физики полупроводников и физики наносистем для анализа принципов функционирования радиофотонных и электронно-оптических устройств <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	физики наносистем в объеме программы академического бакалавриата, необходимые для анализа принципов функционирования радиофотонных и электронно-оптических устройств; У-ПК-5.1[1] - Уметь применять полученные знания, а также проводить научный поиск актуальных опубликованных результатов и последних достижений в области радиофотонных технологий и систем; В-ПК-5.1[1] - Владеть навыками анализа и синтеза устройств радиофотоники с целью выделить их наиболее существенные электронные, оптические и иные функциональные характеристики, и сделать вывод о влияющих на них физических процессах
Экспериментальные исследования в области фотоники и оптоинформатики новых явлений, материалов, систем и устройств	Прикладные и опытно-конструкторские разработки в области фотоники и оптоинформатики	ПК-3 [1] - способен к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.037	З-ПК-3[1] - знать основы теории измерений основы работы с измерительной аппаратурой основы оптикофизических измерений; ; У-ПК-3[1] - Уметь пользоваться основными измерительными и сервисными приборами юстировать оптические установки

			; В-ПК-3[1] - Владеть методами и приемами наладки, настройки, юстировки и опытной проверки приборов и систем
проектно-конструкторский			
Составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и другой технической документации в области радиофотонных технологий и систем	элементная база, системы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, а также микрооптики; элементная база полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров; элементная база, системы, материалы, методы и технологии, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации; элементная база и системы преобразования и отображения информации; элементная база и системы на основе наноразмерных и фотоннокристаллических структур; системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры; оптические системы искусственного интеллекта; устройства и системы компьютерной фотоники	ПК-5.2 [1] - Способен использовать и осваивать программное обеспечение, необходимое для проектирования, моделирования, а также обработки результатов измерений характеристик оптоэлектронных устройств радиофотоники и интегральных схем на их основе <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.002	З-ПК-5.2[1] - Знать основные программно-технические средства, которые могут быть использованы для проектирования и моделирования устройств радиофотоники и интегральных схем на их основе; У-ПК-5.2[1] - Уметь осваивать новое программное обеспечение и другие методы анализа в области радиофотоники, а также комбинировать и интегрировать проекты, результаты моделирования и данные измерений при необходимости одновременного использования нескольких программно-технических средств; В-ПК-5.2[1] - Владеть основными методами измерений электронных, оптических и иных характеристик устройств радиофотоники, уметь грамотно представлять результаты измерений, а также проводить сравнение с результатами моделирования с

			учетом погрешностей и допусков
Разработка отдельных блоков программ, их отладка и настройка для решения задач фотоники и оптоинформатики, включая типовые задачи проектирования, исследования и контроля элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики	Создание и разработка новых приборов, элементной базы, систем и технологий фотоники и оптоинформатики	ПК-6 [1] - способен проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки приборной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-6[1] - Знать общие принципы, правила и методы поверки, наладки и регулировки оборудования, настройки программных средств ; У-ПК-6[1] - Уметь подготавливать испытательное оборудование и измерительную аппаратуру, выбрать метод поверки, наладки и регулировки оборудования, настройки программных средств ; В-ПК-6[1] - Владеть навыками тестирования оборудования, настройки программных средств

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа",

		"Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности и аккуратности в работе с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты (B35)	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и наноэлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием современных САПРов для моделирования компонентной базы электроники,

		измерительного и технологического оборудования на кафедрах, лабораториях и центрах ИНТЭЛ; 2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур (спецсеминар)», для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистом для разработок новых материалов и устройств по направлениям, связанным с СВЧ электроникой, микро- и нанопроцессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в нанoeлектронных компонентах через организацию практикумов в организациях по разработке и производству полупроводниковых изделий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование коммуникативных навыков в	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в

	области разработки и производства полупроводниковых изделий (В36)	технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и наноэлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием современных САПРов для моделирования компонентной базы электроники, измерительного и технологического оборудования на кафедрах, лабораториях и центрах ИНТЭЛ; 2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур (спецсеминар)», для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки
--	--	--

		готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистам для разработок новых материалов и устройств по направлениям, связанным с СВЧ электроникой, микро- и нанопроцессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в нанoeлектронных компонентах через организацию практикумов в организациях по разработке и производству полупроводниковых изделий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (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	8/0/16		25	Кл-8	3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-6, У-ПК-6, У-ПК-7, В-ПК-7

2	Второй раздел	9-16	8/0/16		25	УО-16	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/0/32		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	6/0/24		25	Кл-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-3.2, У-ПК-3.2
2	Второй раздел	9-15	6/0/24		25	УО-15	У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/0/48		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2,

							3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1, 3-ПК-5.2, У-ПК-5.2, В-ПК-5.2, 3-ПК-5.3, У-ПК-5.3, В-ПК-5.3, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, В-ПК-8
--	--	--	--	--	--	--	---

* – 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
Кл	Коллоквиум
УО	Устный опрос
З	Зачет
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	0	32
1-8	Первый раздел	8	0	16
1 - 2	Основные понятия. Виды физических экспериментов. Рассматриваются понятия «учебное исследование», «учебно-исследовательская деятельность», «исследовательские умения», «проектная деятельность». Приводится классификация видов физических экспериментов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Планирование эксперимента. Рассматриваются задачи, для которых может использоваться планирование эксперимента. Поиск оптимальных условий или значений некоторых параметров объекта исследования. Математическая модель. Постановка задачи оптимизационного	Всего аудиторных часов		
		2	0	4
		Онлайн		
		0	0	0

	эксперимента. Параметры оптимизации. Требования к параметру оптимизации.			
5 - 8	Полный факторный эксперимент. Рассматривается метод, обеспечивающий логическое описание и объяснение протекающих процессов с точки зрения объективных физических законов с последующим получением математических уравнений (интегральных, дифференциальных или алгебраических) составляющих математическую модель объекта. Математические основы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент и математическая модель.	Всего аудиторных часов		
		4	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	8	0	16
9 - 10	Дробный факторный эксперимент. Избыточность числа опытов. Дробные реплики ПФЭ. Генерирующие соотношения. Коэффициенты регрессии.	Всего аудиторных часов		
		2	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 14	Крутое восхождение по поверхности отклика. Вычисление коэффициентов регрессии и шагов крутого восхождения. Алгоритм крутого восхождения. Принятие решения после крутого восхождения. Оценка адекватности модели.	Всего аудиторных часов		
		4	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Пример решения задачи оптимизации. Постановка задачи. Критерий оптимальности. Постановка задачи и выбор метода оптимизации. Построение матрицы факторного эксперимента и вычисление оценки градиента. Движение по линии кратчайшего спуска.	Всего аудиторных часов		
		2	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>8 Семестр</i>	12	0	48
1-8	Первый раздел	6	0	24
1 - 2	Измерения и погрешности. Результат измерения. Многократные измерения. Классификация погрешностей.	Всего аудиторных часов		
		2	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 8	Элементы теории ошибок. Случайная величина. Нормальное распределение. Независимые величины. Погрешность среднего. Результирующая погрешность опыта. Обработка косвенных измерений.	Всего аудиторных часов		
		4	0	16
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Второй раздел	6	0	24
	Рекомендации по выполнению и представлению результатов работы. Проведение измерений. Анализ инструментальных погрешностей. Отчёт о работе. Построение графиков. Некоторые типичные ошибки обработки данных.	Всего аудиторных часов		
		4	0	16
		Онлайн		
		0	0	0
	Выполнение оценки параметров. Метод минимума хи-квадрат. Метод максимального правдоподобия. Метод наименьших квадратов. Проверка качества аппроксимации. Оценка погрешности параметров. Недостатки и условия применимости методов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	8
		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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы используются следующие технологии:

- лекции по курсу традиционного типа, с применением проектора и презентаций по избранным темам;
- лабораторные работы;
- самостоятельная работа студентов.

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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-3	З-ПК-3	З, УО-16	Э, Кл-8
	У-ПК-3	З, УО-16	Э, Кл-8
	В-ПК-3	З, УО-16	Э, Кл-8
ПК-3.2	З-ПК-3.2	З, УО-16	Э, Кл-8
	У-ПК-3.2	З, УО-16	Э, Кл-8, УО-15
	В-ПК-3.2	З, УО-16	Э, УО-15
ПК-6	З-ПК-6	З, Кл-8	Э, УО-15
	У-ПК-6	З, Кл-8	Э, УО-15
	В-ПК-6	З	Э, УО-15
ПК-7	З-ПК-7	З	Э, УО-15
	У-ПК-7	З, Кл-8	Э, УО-15
	В-ПК-7	З, Кл-8	Э, УО-15
ПК-8	З-ПК-8	З, Кл-8	Э, УО-15
	У-ПК-8	З, Кл-8	УО-15
	В-ПК-8	З, Кл-8	Э, УО-15
ПК-4.1	З-ПК-4.1	З, УО-16	Э
	У-ПК-4.1	З, УО-16	Э
	В-ПК-4.1	З, УО-16	Э
ПК-5.1	З-ПК-5.1		Э
	У-ПК-5.1		Э

	В-ПК-5.1		Э
ПК-5.2	З-ПК-5.2		Э
	У-ПК-5.2		Э
	В-ПК-5.2		Э
ПК-5.3	З-ПК-5.3		Э
	У-ПК-5.3		Э
	В-ПК-5.3		Э

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-х 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	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	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 Г 85 Лабораторный практикум по физике : учебное пособие, Гринкруг М. С., Вакулюк А. А., Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ К 85 Основы учебно-исследовательской работы для студентов технических вузов. Основные термины и понятия : Учебное пособие для вузов, Крюков С. А. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Г 85 Лабораторный практикум по физике : учебное пособие, Гринкруг М. С., Вакулюк А. А., Санкт-Петербург: Лань, 2022

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

Основное внимание студентов должно быть сосредоточено на методах статистической оценки экспериментальных данных и применении математической теории планирования эксперимента в учебно-исследовательской работе, рекомендуется самостоятельное повторение материалов курса по математической статистике. Кроме того, рекомендуется материал каждой лекции прорабатывать непосредственно в день, когда она была прочтена, и в случае наличия вопросов обращаться к преподавателю.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Занятия по дисциплине «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» стоят из трех частей:

- лекции;
- лабораторные работы;
- самостоятельная работа студентов.

В ходе преподавания дисциплины решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков предусмотренных в рамках данного курса;

- контроль и оценка степени освоения общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

Автор(ы):

Рындя Сергей Михайлович