

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ  
КАФЕДРА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 2

от 26.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНИКУ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

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
5	3	108	0	16	48		44	0	3 КР
Итого	3	108	0	16	48	0	44	0	

## АННОТАЦИЯ

Курс посвящен ознакомлению студентов с современным состоянием науки о функциональных и конструкционных материалах, в том числе наноматериалах. Особое внимание уделяется материалам, конструкциям и приборам, предназначенным для обеспечения, создания, поддержания и измерения вакуума, а также ознакомление с приборной составляющей постановки эксперимента в молекулярной физике.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются: ознакомление студентов с современным состоянием науки о функциональных и конструкционных материалах, в том числе наноматериалах. Особое внимание уделяется материалам, конструкциям и приборам, предназначенным для обеспечения, создания, поддержания и измерения вакуума, а также ознакомление с приборной составляющей постановки эксперимента в молекулярной физике.

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

Изучение данной дисциплины предшествует научно-исследовательской работе студентов, и обеспечивает проработку теоретических вопросов в рамках выбранного профиля подготовки, изучение современных методов исследования физических свойств материалов, участие в научных исследованиях. В рамках курса наряду со знаниями теоретических основ вакуумной техники, конструкционных и функциональных материалов, студенты получают практические навыки: расчета сложных вакуумных конструкций, постановки физических экспериментов в области молекулярной физики и наноматериалов.

Уровень сложности теоретических и практических заданий полностью соответствует требованиям государственного образовательного стандарта по курсам «Уравнения математической физики», цикла курсов «Общая физика», курсов «Теоретическая механика», «Статистическая физика», «Экспериментальная физика твердого тела», «Техника физического эксперимента».

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере	В-ОПК-1 [1] – Владеть навыками обобщения, синтеза и анализа фундаментальных знаний, полученные в области информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, владеть научным мировоззрением У-ОПК-1 [1] – Уметь использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных и гуманитарных наук.

педагогической деятельности	З-ОПК-1 [1] – Знать фундаментальные основы, полученные в области информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, знать методы анализа информации.
ОПК-3 [1] – Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	В-ОПК-3 [1] – Владеть навыками представления результатов научно-технической деятельности с использованием современных средств, ориентируясь на потребности аудитории, в том числе в форме отчетов, публикаций. У-ОПК-3 [1] – Уметь использовать современные средства для представления результатов деятельности, составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты). З-ОПК-3 [1] – Знать современные средства представления результатов научно-технической деятельности, в том числе в форме отчетов, публикаций, презентаций, докладов.
ОПК-5 [1] – Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе математические, методы исследований и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	В-ОПК-5 [1] – Владеть навыками проведения фундаментальных и прикладных исследований и разработок, работы на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре У-ОПК-5 [1] – Уметь применять знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности, в том числе для проведения научных и прикладных исследований, их экспериментального и теоретического изучения, уметь самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе математические, методы исследований. З-ОПК-5 [1] – Знать современные теоретические, в том числе математические, и экспериментальные методы исследований для решения профессиональных задач.

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

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
научно-исследовательский			
Выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка	Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и	ПК-1 [1] - Способен проводить сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и	З-ПК-1[1] - Знать способы сбора, анализа научно-технической информации,

<p>математической модели явления, аналитические и численные расчеты</p>	<p>разработок в области математики, физики и других естественных и социально - экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса</p>	<p>зарубежного опыта по тематике исследования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.044, 40.104</p>	<p>отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования. ; У-ПК-1[1] - Уметь синтезировать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования. ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками сбора, синтеза и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.</p>
<p>Участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации</p>	<p>Природные и социальные явления и процессы</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен выбирать и применять необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.044</p>	<p>3-ПК-2[1] - Знать современное оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. ; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в избранной предметной области ; В-ПК-2[1] - Владеть навыками выбора и применения оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.</p>
<p><b>инновационный</b></p>			
<p>Проведение фундаментальных и прикладных математических и физических исследований,</p>	<p>Природные и социальные явления и процессы</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен управлять программами освоения новой продукции и технологии, разрабатывать</p>	<p>3-ПК-5[1] - Знать основные методы и принципы управления программами освоения новой продукции и</p>

<p>направленных на решение инженерных, технических и информационных задач</p>		<p>эффективную стратегию</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.034</p>	<p>технологии, разрабатывать эффективную стратегию в сфере своей профессиональной деятельности. ; У-ПК-5[1] - Уметь находить оптимальные решения при освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию. ; В-ПК-5[1] - Владеть навыками нахождения оптимальных решений для освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию</p>
<p>конструкторско-технологический</p>			
<p>Контроль соответствия выполненных работ требованиям технического задания и соотношения получаемых результатов с известными мировыми разработками и образцами в данной области исследований</p>	<p>Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально - экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса</p>	<p>ПК-7 [1] - Способен к разработке прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.075, 24.078</p>	<p>З-ПК-7[1] - Знать текущее положение современных научных достижений, современные методы и алгоритмы для разработки и адаптации прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований. ; У-ПК-7[1] - Уметь применять современные методы и алгоритмы для разработки наукоемкого программного обеспечения.; В-ПК-7[1] - Владеть навыками разработки и адаптации прикладного программного</p>

			обеспечения для проведения научных исследований.
		ПК-12 [1] - Способен преподавать специальные предметы в области прикладной и фундаментальной физики.  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.003	
		ПК-13 [1] - Способен организовывать лабораторные занятия со студентами в области электрофизики, измерительной техники, лазерных технологий и импульсных процессов.  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.003	

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.

		<p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)</p>	<p>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</p>

		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 творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности и аккуратности в работе с опасными веществами и	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность»,

	<p>при требованиях к нормам высокого класса чистоты (B35)</p>	<p>«Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и наноэлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> </ul>
--	---	--

		<p>(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.</p>
--	--	---

## 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>5 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	0/8/24		25	УО-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-5, У-ПК-5,

							В-ПК-5, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
2	Часть 2	9-16	0/8/24		25	УО-16	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-

							1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 7, У- ПК-7, В- ПК-7, 3-ПК- 12, У- ПК- 12, В- ПК- 12, 3-ПК- 13, У- ПК- 13, В- ПК- 13
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		0/16/48		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				50	КР, 3	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 3,

							У- ОПК- 3, В- ОПК- 3, 3- ОПК- 5, У- ОПК- 5, В- ОПК- 5, 3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 7, У- ПК-7, В- ПК-7, 3-ПК- 12, У- ПК- 12, В- ПК- 12, 3-ПК- 13, У- ПК- 13,
--	--	--	--	--	--	--	--

							В- ПК- 13, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 3, У- ОПК- 3, В- ОПК- 3, 3- ОПК- 5, У- ОПК- 5, В- ОПК- 5, 3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 7, У- ПК-7,
--	--	--	--	--	--	--	---

							В-ПК-7, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
--	--	--	--	--	--	--	--

\* – 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
УО	Устный опрос
З	Зачет
КР	Курсовая работа

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	0	16	48
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	0	8	24
1 - 4	<b>Введение</b> Инженерные основы материаловедения. Методы исследования и физических и структурных характеристик материалов Углеродные и полимерные композитные материалы Органические и неорганические сорбенты. Органические и неорганические мембранные материалы Наноструктурированные функциональные материалы. Современные методы моделирования свойств наноструктурированных материалов	Всего аудиторных часов		
		0	4	12
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	<b>Постановка физического эксперимента. Вакуумные насосы</b> Постановка эксперимента в молекулярной физике. Алгоритм решения экспериментальной задачи.	Всего аудиторных часов		
		0	4	12
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>Планирование эксперимента. Разделительные приборы. Масс-спектрометрические приборы. Электромагнитные установки. Рабочая модель. Технический прототип. Опытный образец. Автоматизация измерений в экспериментальной физике. Виды измерений и погрешностей. Оценка систематической и случайной погрешностей. Характеристики точности средств измерений. Основные задачи, решаемые при обработке опытных данных.</p> <p>Области применения вакуумной техники. Методы получения вакуума. Классификация средств получения вакуума. Области действия вакуумных насосов. Сравнение различных типов насосов и критерии выбора. Основные характеристики насосов. Форвакуумные насосы: пластинчато-роторные, двухроторные, др. насосы. Принципы действия, параметры и конструктивные особенности форвакуумных насосов. Масла. Турбомолекулярные насосы. пароструйные насосы. Принципы действия, характеристики и конструктивные особенности высоковакуумных насосов. Цеолитовые, ионно-сорбционные, криогенные и другие насосы, применяемые в масс-спектрометрах. Ловушки. Геттеры.</p>			
<b>9-16</b>	<b>Часть 2</b>	0	8	24
9 - 12	<p><b>Расчет вакуумных систем экспериментальных установок</b></p> <p>Понятие о вакуумных системах. Быстрота откачки насоса и объекта. Производительность. Законы Кнудсена и Пуазейля. Соппротивление и пропускная способность трубопроводов в вязкостном, молекулярно-вязкостном и молекулярном режимах течения газа. Проводимость элементов вакуумных систем. Уравнение Геде. Изменение состояния газа в вакуумной системе. Расчет диафрагм. Пропускная способность отверстия и капилляра. Критерии определения границ режимов течения в трубопроводах. Кинетика процесса откачки. Инерционные и безинерционные методы определения быстроты откачки. Время откачки элементов вакуумных систем. Методика расчета вакуумных систем. Примеры расчета.</p>	Всего аудиторных часов		
		0	4	12
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	<p><b>Измерение давления. Поиск течи. Элементы вакуумных систем</b></p> <p>Статические, теплоэлектрические, ионизационные, электроразрядные и др. вакуумметры. Характеристики и режимы работы вакуумметров. Измерение парциальных давлений. Интерпретация спектра масс остаточного газа. Приборы для измерения парциальных давлений: магнитный статический масс-спектрометр, времяпролетный масс-спектрометр, омегатрон, фарвитрон, квадрупольный масс спектрометр.</p> <p>Испытание вакуумных систем на герметичность. Течи. Методы локализации течей. Масс-спектрометрические течеискатели.</p> <p>Напуск газов в вакуумные системы. Газовый поток через</p>	Всего аудиторных часов		
		0	4	12
		Онлайн		
		0	0	0

<p>масс-спектрометр. Напускные системы масс-спектрометров. Напуск газов в периодическом и непрерывном режимах. Мембранный ввод. Дифференциальные системы откачки масс-спектрометров. Электрораспыление жидкостей. Ионизация в коронном разряде. Фотоионизация. Ввод твердых образцов в вакуум. Системы шлюзования твердых образцов в вакуум. Вакуумная арматура. Материалы элементов вакуумных систем. Уплотнения. Регулировочные вентили для масс-спектрометров. Натекатели. Электрические вводы.</p>			
--	--	--	--

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

Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий с применением электронных ресурсов, LMS, информационно-коммуникационных технологий, а также проведение занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков 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)
ОПК-1	З-ОПК-1	З, КР, УО-8, УО-16
	У-ОПК-1	З, КР, УО-8, УО-16
	В-ОПК-1	З, КР, УО-8, УО-16
ОПК-3	З-ОПК-3	З, КР, УО-8, УО-16
	У-ОПК-3	З, КР, УО-8, УО-16
	В-ОПК-3	З, КР, УО-8, УО-16
ОПК-5	З-ОПК-5	З, КР, УО-8, УО-16

	У-ОПК-5	3, КР, УО-8, УО-16
	В-ОПК-5	3, КР, УО-8, УО-16
ПК-1	3-ПК-1	3, КР, УО-8, УО-16
	У-ПК-1	3, КР, УО-8, УО-16
	В-ПК-1	3, КР, УО-8, УО-16
ПК-12	3-ПК-12	3, КР, УО-8, УО-16
	У-ПК-12	3, КР, УО-8, УО-16
	В-ПК-12	3, КР, УО-8, УО-16
ПК-13	3-ПК-13	3, КР, УО-8, УО-16
	У-ПК-13	3, КР, УО-8, УО-16
	В-ПК-13	3, КР, УО-8, УО-16
ПК-2	3-ПК-2	3, КР, УО-8, УО-16
	У-ПК-2	3, КР, УО-8, УО-16
	В-ПК-2	3, КР, УО-8, УО-16
ПК-5	3-ПК-5	3, КР, УО-8, УО-16
	У-ПК-5	3, КР, УО-8, УО-16
	В-ПК-5	3, КР, УО-8, УО-16
ПК-7	3-ПК-7	3, КР, УО-8, УО-16
	У-ПК-7	3, КР, УО-8, УО-16
	В-ПК-7	3, КР, УО-8, УО-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 – «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, недостаточно правильные
60-64			

			формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
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 Д 30 Вакуумные системы : учеб. Пособие : , Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010
2. ЭИ Ш 59 Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ С 34 Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов, Москва: Юрайт, 2022
4. ЭИ Б 20 Экспериментальные методы исследования в технологии машиностроения : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. 53 Ф91 Введение в технику физического эксперимента : лабораторный практикум, А. С. Фролов, Т. Г. Моисеева, А. А. Сысоев, Москва: МИФИ, 2009
6. ЭИ Ш28 Вакуумная техника : лабораторный практикум, В. Л. Шатохин, В. П. Шестак, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
7. 621.5 Р64 Вакуумная техника : учебник для вузов, Л. Н. Розанов, Москва: Высшая школа, 2007

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : учебное пособие, В. Л. Шатохин, Москва: МИФИ, 2011

### 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**

Курс разбит на 2 раздела, включающие в себя такие темы, как: Постановка физического эксперимента Методы и средства получения вакуума. Теоретические основы процесса откачки. Течеискание. Измерение давления и состава остаточного газа. Элементы вакуумных систем спектрометров и их назначение.

Аттестация разделов представлен следующими формами контроля:

– Устный опрос (8 неделя обучения).

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а также роль и активность отдельных студентов.

– Устный опрос (16 неделя обучения).

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а также роль и активность отдельных студентов.

Студенту после 4 недели выдается задание по курсовому проекту по теме курса.

Успешное прохождение студентом аттестации отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого раздела.

Литература:

а) ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Ш 59 Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : , Москва: Лань, 2013
2. 53 Ф91 Введение в технику физического эксперимента : лабораторный практикум, А. С. Фролов, Т. Г. Моисеева, А. А. Сысоев, Москва: МИФИ, 2009
3. ЭИ Ш28 Вакуумная техника : лабораторный практикум, В. Л. Шатохин, В. П. Шестак, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
4. 621.5 Р64 Вакуумная техника : учебник для вузов, Л. Н. Розанов, Москва: Высшая школа, 2007

б) ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : учебное пособие, В. Л. Шатохин, Москва: МИФИ, 2011

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

Курс разбит на 2 раздела, включающие в себя такие темы, как: Постановка физического эксперимента Методы и средства получения вакуума. Теоретические основы процесса откачки. Течеискание. Измерение давления и состава остаточного газа. Элементы вакуумных систем спектрометров и их назначение.

Аттестация разделов представлен следующими формами контроля:

– Устный опрос (8 неделя обучения).

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

– Устный опрос (16 неделя обучения).

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Студенту после 4 недели выдается задание по курсовому проекту по теме курса.

Успешное прохождение студентом аттестации отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого раздела.

Литература:

а) ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Ш 59 Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : , Москва: Лань, 2013
2. 53 Ф91 Введение в технику физического эксперимента : лабораторный практикум, А. С. Фролов, Т. Г. Моисеева, А. А. Сысоев, Москва: МИФИ, 2009
3. ЭИ Ш28 Вакуумная техника : лабораторный практикум, В. Л. Шатохин, В. П. Шестак, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
4. 621.5 Р64 Вакуумная техника : учебник для вузов, Л. Н. Розанов, Москва: Высшая школа, 2007

б) ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : учебное пособие, В. Л. Шатохин, Москва: МИФИ, 2011

Автор(ы):

Сысоев Алексей Александрович, д.ф.-м.н.

Грехов Алексей Михайлович, к.ф.-м.н.

Рецензент(ы):

Ю.П. Нецименко, А.А. Сысоев