

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Копыльцов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

« 26 » июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вакуумная техника»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	03.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладные математика и физика
Наименование направленности	Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

 17.06.24
(подпись, дата)

Ю.А. Новикова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3

« 18 » июня 2024 г, протокол № 15

Заведующий кафедрой № 3


д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

 18.06.24
(подпись, дата)

А.В. Копыльцов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПИ по методической работе

доц., к.ф.-м.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

 24.06.24
(подпись, дата)

Ю.А. Новикова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Вакуумная техника» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 03.03.01 «Прикладные математика и физика» направленности «Прикладная физика и информационные технологии в наноиндустрии». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

ПК-1 «Способен проектировать сложное вакуумное технологическое оборудование электровакуумного и полупроводникового производства»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с освоением теоретических основ и основных этапов проектирования вакуумного технологического оборудования для последующей реализации вакуумных технологических процессов электровакуумного и полупроводникового производства, изучением конструкций вакуумных камер, с практическими расчетами сложного вакуумного технологического оборудования, в том числе с использованием систем компьютерной алгебры и прикладных программ расчета вакуумных систем, САД-систем и графических редакторов, а также с получением навыков в области проектирования вакуумных систем для сложного вакуумного технологического оборудования.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области проектирования сложного вакуумного технологического оборудования электровакуумного и полупроводникового производства, с формированием навыков в поиске, анализе и в обработке информации, необходимой как для самостоятельного исследования части теоретического материала, так и для решения поставленных на практических занятиях задач.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3.1 знать методики поиска, сбора и обработки информации, в том числе с использованием информационных технологий, включая интеллектуальные
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен проектировать сложное вакуумное технологическое оборудование электровакуумного и полупроводникового производства	ПК-1.3.1 знать этапы проектирования вакуумного технологического оборудования для вакуумных технологических процессов электровакуумного и полупроводникового производства ПК-1.3.2 знать конструкции вакуумных камер и внутрикамерных устройств ПК-1.3.3 знать САД-системы: наименования, возможности и порядок работы с ними ПК-1.У.1 уметь выполнять вакуумные расчеты сложного вакуумного технологического оборудования с использованием систем компьютерной алгебры и прикладных программ расчета вакуумных систем ПК-1.У.2 уметь производить разработку технической документации на сложное вакуумное технологическое оборудование с использованием текстовых редакторов, САД-систем и графических редакторов ПК-1.В.1 владеть навыками проектирования вакуумной системы сложного вакуумного технологического оборудования

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Физика»,
- «Математический анализ»,
- «Информатика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Физические основы нанотехнологий»
- «Компьютерное моделирование физики тонких пленок и нанопроцессов».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	8	8
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Основы проектирование вакуумных устройств и систем. Физические основы и устройства вакуумной техники	7	10			10
Раздел 2. Расчет вакуумного оборудования и задачи вакуумной техники в формировании пленок и покрытий плазменными и смежными методами, изучение свойств покрытий.	7	7			24

Раздел 3. Материалы, используемые для формирования пленок и нано-покрытий вакуумными методами. Их физические и оптические параметры и зависимость от условий, создаваемых в вакуумной камере	3				40
Итого в семестре:	17	17			74
Итого	17	17	0	0	74

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Основы проектирование вакуумных устройств и систем. Физические основы и устройства вакуумной техники.</p> <p>Основные этапы НИР и ОКР, которые необходимы для разработки вакуумной техники или вакуумных покрытий</p> <p>Основы патентного поиска для проверки патентной частоты разрабатываемого оборудования, нового материала. Вакуум. Основные положения молекулярно-кинетической теории газов. Уравнение состояния идеального газа. Средняя арифметическая скорость и энергия молекул. Частота соударений молекул газа с поверхностью. Средняя длина свободного пробега молекул. Коэффициенты переноса в газах. Число Кнудсена. Основное уравнение вакуумной техники. Проводимость элементов вакуумных систем. Идеальный вакуумный насос. Жидкостные вакуумметры. Компрессионный вакуумметр. Деформационные вакуумметры. Тепловые вакуумметры. Ионизационные вакуумметры. Радиоизотопный вакуумметр. Классификация масс-спектрометров и принципы их действия. Механические вакуумные насосы. Жидкостно-кольцевые вакуумные насосы. Вихревые вакуумные насосы. Испарительные геттерные вакуумные насосы.</p>
2	<p>Расчет вакуумного оборудования и задачи вакуумной техники в формировании пленок и покрытий плазменными и смежными методами, изучение свойств покрытий.</p> <p>Определение быстроты действия насоса, обеспечивающего создание в объекте заданного вакуума в течение определенного времени. Расчет продолжительности откачки, оценка времени, необходимого для достижения заданного вакуума при известной скорости действия вакуумного</p>

	<p>насоса. Оценка величины натекания. Схема вакуумного напыления. Оборудование и технологии ионного распыления. Способы магнетронного осаждения покрытий. Анализ существующих средств автоматизации проектирования вакуумных покрытий и пленок. Проектирование как автоматизированный процесс. Базы данных, как основной источник информационного обеспечения. Вакуумные защитные покрытия. Тонкопленочные покрытия. Оптические отражающие, просветляющие интерференционные покрытия. Структура покрытий для отражения, пропускания с заданными пространственно-частотными параметрами. Ошибки в изготовлении многослойных покрытий вакуумными методами и их влияние на технические характеристики покрытий.</p>
3	<p>Материалы, используемые для формирования пленок и нано-покрытий вакуумными методами. Их физические и оптические параметры и зависимость от условий, создаваемых в вакуумной камере.</p> <p>Требования, которым должны удовлетворять материалы, используемые в вакуумной технике. Десорбция газов с поверхностей. Газовыделение конструкционных материалов. Соединения металлов и неметаллов в качестве пленкообразующих материалов. Плёнки некоторых окислов. Физические и механические параметры пленок. Влияние температуры подложки и скорости конденсации на величину показателя преломления плёнок. Влияние давления в вакуумной камере и скорости испарения. Исследование параметров осажденных пленок.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1	Задачи на основные положения молекулярно-кинетической теории газов. Уравнение состояния идеального газа. Оценка средняя	<i>решение ситуационных задач, решение физико-математических задач, постановка и реализация процессов моделирования реальных условий</i>	5	2	1

	арифметическая скорость и энергия молекул, частоты соударений молекул газа с поверхностью. Определение средняя длина свободного пробега молекул и коэффициентов переноса в газах.				
2	Решение задач на основное уравнение вакуумной техники. Оценка проводимость элементов вакуумных систем.	<i>решение ситуационных задач, решение физико-математических задач, постановка и реализация процессов моделирования реальных условий</i>	5	2	
3	Структура вакуумных покрытий интерференционного типа для отражения, пропускания с заданными пространственно-частотными параметрами. Моделирование интерференционных покрытий отражающего типа из материалов с заданными физическими параметрами	<i>решение ситуационных задач, решение физико-математических задач, постановка и реализация процессов моделирования реальных условий</i>	5	2	
4	Сравнительный анализ известных пленок окислов, влияния условий их изготовления на оптические и механические свойства, сравнение диапазонов прозрачности	<i>решение ситуационных задач, решение физико-математических задач, постановка и реализация процессов моделирования реальных условий</i>	2		
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	60
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	7	7
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7
Всего:	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
681.7 Л 65	Прикладная оптика. Спектральные приборы. Геометрическая оптика. Оптические системы : учебное пособие / С. В. Лихоманова ; С.-	40

	Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2023. - 128 с.	
https://znanium.ru/catalog/product/1852833	Вакуумная ионно-плазменная обработка : учебное пособие / А.А. Ильин, В.В. Плихунов, Л.М. Петров, В.С. Спектор. — Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2022. — 160 с	
https://znanium.com/catalog/product/1972682	Шашин, Д. Е. Вакуумные тонкопленочные технологии в приборостроении : лабораторный практикум / Д. Е. Шашин. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2022. - 60 с	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://znanium.ru	Электронно-библиотечная система Znanium

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Основные этапы НИР и ОКР, которые необходимы для разработки вакуумной техники или вакуумных покрытий	ПК-1.3.1
2	Основы патентного поиска для проверки патентной частоты разрабатываемого оборудования, нового материала	УК-1.3.1
3	Источники информации о параметрах материалов, используемых при создании вакуумных покрытий	УК-1.3.1
4	Основные положения молекулярно-кинетической теории газов. Уравнение состояния идеального газа.	ПК-1.У.1
5	Основное уравнение вакуумной техники. Проводимость элементов вакуумных систем.	ПК-1.У.1
6	Идеальный вакуумный насос. Жидкостные вакуумметры	ПК-1.3.2
7	Компрессионный вакуумметр. Деформационные вакуумметры.	ПК-1.3.2
8	Тепловые вакуумметры. Ионизационные вакуумметры.	ПК-1.3.2
9	Классификация масс-спектрометров и принципы их действия.	ПК-1.В.1
10	Механические вакуумные насосы. Жидкостно-кольцевые вакуумные насосы.	ПК-1.3.2
11	Вихревые вакуумные насосы. Испарительные геттерные вакуумные насосы	ПК-1.3.2
12	Определение быстроты действия насоса, обеспечивающего создание в объекте заданного вакуума в течение определенного времени.	ПК-1.У.1
13	Расчет продолжительности откачки, оценка времени, необходимого для достижения заданного вакуума при известной быстроте действия вакуумного насоса. Оценка	ПК-1.У.1

	величины натекания.	
14	Оборудование и технологии ионного распыления.	ПК-1.В.1
15	Способы магнетронного осаждения покрытий.	ПК-1.В.1
16	Анализ существующих средств автоматизации проектирования вакуумных покрытий и пленок	ПК-1.3.3
17	Проектирование как автоматизированный процесс.	ПК-1.У.2
18	Базы данных, как основной источник информационного обеспечения.	ПК-1.У.2
19	Структура покрытий для отражения, пропускания с заданными пространственно-частотными параметрами.	ПК-1.В.1
20	Ошибки в изготовлении многослойных покрытий вакуумными методами и их влияние на технические характеристики покрытий.	ПК-1.3.3
21	Требования, которым должны удовлетворять материалы, используемые в вакуумной технике.	ПК-1.В.1
22	Десорбция газов с поверхностей. Газовыделение конструкционных материалов.	ПК-1.В.1
23	Соединения металлов и неметаллов в качестве пленкообразующих материалов.	ПК-1. В.1
24	Плётки некоторых окислов. Физические и механические параметры пленок.	ПК-1. В.1
25	Влияние температуры подложки и скорости конденсации на величину показателя преломления плёнок.	ПК-1. В.1
26	Влияние давления в вакуумной камере и скорости испарения.	ПК-1. В.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Прочитайте текст, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа: Увеличение средней арифметической скорости и энергия молекул газа сопровождается ростом 1) массы 2) температуры 3) степени ионизации 4) коэффициент теплового расширения	ПК-1.3.1
2	Прочитайте текст, выберите несколько правильных ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов: Уравнение состояния идеального газа включает в себя	ПК-1.3.1

	<p>следующие физический параметры</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) масса 2) температура 3) давление 4) коэффициент теплового расширения 	
3	<p>Опишите правильную последовательность этапов разработки сложного образца вакуумной техники</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) эскизный проект 2) техническое предложение 3) рабочий проект 4) технический проект 5) предварительные испытания 6) приемные испытания <p>Ответ: 2), 1), 4), 3), 5), 6)</p>	ПК-1.У.1
4	<p>Проанализируйте режим течения воздуха по трубопроводу диаметром $d=0,1$ м, если его среднее давление значение 10^{-2} Па. Температура T 290 К.</p> <p>Ответ: Режим молекулярный</p>	ПК-1.У.1
5	<p>Проанализируйте, если в камеру поступает поток воздуха $Q= 3$ м³·Па/с. Какова должна быть площадь входного отверстия идеального вакуумного насоса, чтобы поддерживать в камере давление $p=5 \cdot 10^{-2}$ Па, если температура в камере $T=290$ К.</p> <p>Ответ: 0,521 м²</p>	ПК-1.У.1
6	<p>Оцените быстроту действия диффузионного вакуумного насоса, имеющего диаметр входного отверстия D 0,5 м, а диаметр сопла первой ступени d 0,2 м. Откачиваемый газ – воздух при температуре $T= 290$ К. КПД насоса – 0,35.</p> <p>Ответ: 6,6 м³ /с</p>	ПК-1.В.1
7	<p>Оцените вакуум-фактор диффузионного насоса $H=0,5$, у которого диаметр входного отверстия насоса D 0,16 м, диаметр сопла первой ступени d 0,06 м; быстрота действия по воздуху S_n 0,5 м³ /с при температуре газа T 293 К.</p> <p>Ответ: 0,25</p>	ПК-1.В.1
8	Выбрать правильно соответствие между вопросами и ответами	ПК-1.В.1
	Явление, позволяющие получить отражающие или просветляющие многослойные покрытия	Десорбция
	Процесс выделения газа с поверхности	Интерференция
	Метод низкотемпературного получения покрытия на подложке	Ионное распыление
	Эмиссия атомов с поверхности твёрдого тела при его бомбардировке тяжёлыми	Реактивное магнетронное осаждение

	заряженными или нейтральными частицами	
9	Оцените U-образный вакуумметр с открытым коленом заполнен ртутью. Каково давление в объекте, если перепад уровней ртути в коленях $h=0,1$ м, если барометрическое давление $p_b=750$ мм рт.ст. Ответ: 650 мм рт.ст.	ПК-1.В.1
10	Оцените вакуум-фактор насоса (К.П.Д.) Диаметр входного патрубка крионасоса $D=0,6$ м. Быстрота действия $S_n= 80$ м ³ /с при откачке водорода с температурой $T=290$ К. Ответ: 0,646	ПК-1.В.1

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

В структуре каждой лекции выделяется три части: введение, основное содержание и заключение. Во введении устанавливается связь темы с пройденным материалом, определяются цели, задачи лекции, формулируется план лекции. Список информационных источников можно предложить во введении, а можно представить в конце лекции. На введение отводится 5–8 минут. В основном содержании отражаются ключевые идеи, теория вопроса. По возможности излагаются различные точки зрения. Представляются оценочные суждения лектора. Формулируются выводы после каждой логической части. В третьей части лекции – заключении – делаются обобщения и выводы в целом по теме. Идет презентация будущего лекционного материала. Преподаватель определяет направления самостоятельной работы студентов.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах)

Учебным планом не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия по дисциплине состоят из трех структурных единиц:

- вводная часть,
- основная часть,
- заключительная часть.

Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению заданий работы.

В ее состав входят:

- формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов;
- рассмотрение связей данной темы с другими темами курса;
- изложение теоретических основ работы;
- характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение подходов (методов, способов, приемов) к их выполнению;
- характеристика требований к результату работы;
- вводный инструктаж по технике безопасности при эксплуатации технических средств;
- проверка готовности студентов к выполнению заданий работы;
- пробное выполнение заданий под руководством преподавателя.

Основная часть предполагает самостоятельное выполнение заданий студентами.

Может сопровождаться:

- дополнительными разъяснениями по ходу работы;
- текущим контролем и оценкой результатов работы;
- ответами на вопросы студентов.

Заключительная часть содержит:

- подведение общих итогов (позитивных, негативных) занятия;
- оценку результатов работы отдельных студентов;
- ответы на вопросы студентов;
- выдачу рекомендаций по улучшению показателей работы и устранению пробелов в системе знаний и умений студентов;
- сбор отчетов студентов по выполненной работе для проверки преподавателем;
- изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы, в частности, о подлежащей изучению учебной литературе.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрено

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Основными методами текущего контроля успеваемости являются:

- устный опрос по отдельным темам, разделам дисциплин (модулей);
- проверка выполнения письменных домашних и лабораторных заданий, практических и расчетно-графических работ;
- тестирование, контроль самостоятельной работы (в письменной или устной форме);
- проверка типовых расчетов, рефератов.

Требования к текущему контролю успеваемости:

- преподаватель информирует обучающихся о применяемой системе текущего контроля успеваемости на первом занятии.
- текущий контроль успеваемости по дисциплине проводится не менее двух раз в семестр.

При проведении промежуточной аттестации будут учитываться:

- посещаемость занятия студентами;
- подготовленность студентов к занятию;
- наличие в необходимом количестве защищенных отчетов по лабораторным и практическим работам;
- наличие отчетов по домашним заданиям, выполненным в ходе самостоятельной работы;
- число баллов, набранных обучающимся по дисциплине на момент реализации текущего контроля успеваемости.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Учебным планом предусмотрено проведение аттестации в форме зачета.

Допуск к сдаче зачета обучающийся получает при условии:

- наличия в необходимом количестве отсчетов по практическим работам;
- подготовленного конспекта лекций, выполненного в ходе самостоятельной работы. Экзаменационная оценка выставляется с учетом итогового количества баллов, набранных в ходе текущего контроля по дисциплине, а также результата аттестации письменных и устных ответов на два вопроса из перечня вопросов к экзамену по дисциплине.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой