

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы вакуумной техники»**

Направление **03.03.02 Физика**

Профиль **«Физика конденсированного состояния»**

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Год начала подготовки – 2026

Утверждена в составе ОПОП

Составитель: доцент кафедры физики и астрономии Силаев И.В.

Владикавказ 2026

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Форма промежуточной аттестации – зачет

	Очная форма обучения
Курс	2
Семестр	3
Лекции	36
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	34
Консультации	-
Итого аудиторных занятий	70
Самостоятельная работа	74
Курсовая работа	-
Экзамен	-
Общее количество часов	144

2. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Основы вакуумной техники» является самостоятельной научной и учебной дисциплиной теоретического и практического профилей в системе изучения физики.

В рамках дисциплины «Основы вакуумной техники» формируются представления об общих физико-химических закономерностях, лежащих в основе вакуумных технологических процессов получения материалов и структур микро и наноэлектроники.

Целью преподавания дисциплины «Основы вакуумной техники» является дать студентам достаточно глубокие знания данной технической науки, изучающей способы создания устройств для получения и измерения вакуума, поскольку вакуумная техника очень широко используется в различных современных высоких и классических технологиях.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП: Базовая часть. Б1.В.07

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1.В.07 «Общепрофессиональный» основной образовательной программы 03.03.02 Физика. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр. Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины «Основы вакуумной техники» являются:

- изучить свойства газов при низких давлениях и физико-химические процессы на поверхности твердых тел, течение газов при низких давлениях;
- познакомиться с методами объемной, ионной и сорбционной откачки;
- рассмотреть принципы действия и конструктивные особенности различных типов вакуумных насосов;
- познакомиться с методами измерения общих и парциальных давлений;
- познакомиться с методами течеискания;
- познакомиться с конструкциями элементов вакуумных систем;
- рассмотреть расчет и проектирование вакуумных систем;
- получение навыков использования электронных баз данных;

Основные навыки, которыми должен обладать студент:

- навык поиска информации о технических параметрах высоковакуумного оборудования для использования в технологии производства микроэлектронных изделий;
- методики расчета и проектирования вакуумных систем

При освоении данной дисциплины обучающийся сможет продемонстрировать (частично) следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ) и трудовые функции (ТФ):

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенная трудовая функция (ОТФ)			Трудовая функция (ТФ)	
	Код	Наименование ОТФ	Уровень квалификации	Наименование ТФ	Код
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования (воспитатель, учитель). Наименование вида профессиональной деятельности: Дошкольное образование. Начальное общее образование. Основное общее образование. Среднее общее образование	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	A/01.6
				Воспитательная деятельность	A/02.6
				Развивающая деятельность	A/03.6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего, общего образования	В/03.6
40.011 Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».	А	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы	5	Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	A/01.5
				Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок	A/02.5

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

1. Универсальные компетенции (УК):

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и педагогический	
УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1: участвует в межличностном и групповом взаимодействии, используя инклюзивный подход, эффективную коммуникацию, методы командообразования и командного взаимодействия при совместной работе в рамках поставленной задачи; УК-3.2: обеспечивает работу команды для получения оптимальных результатов совместной работы, с учетом индивидуальных возможностей её членов, использования методологии достижения успеха, методов, информационных технологий и технологий форсайта; УК-3.3: обеспечивает выполнение поставленных задач на основе мониторинга командной работы и своевременного реагирования на существенные отклонения

2. Профессиональные компетенции (ПК):

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский и педагогический	
ПК-5 - Способен к эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения	ПК-5.1. Выполняет обработку результатов экспериментальных исследований на стендах и установках с учетом погрешностей измерительных систем ПК-5.2. Проводит первичный анализ полученных расчетных и экспериментальных данных. ПК-5.3. Выполняет подготовку отчетов по результатам исследований, использует современные методы статической обработки результатов измерений.

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Коды компетенций ОПОП	Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
	Знать	Уметь	Владеть
УК-3	-базовую терминологию, относящуюся к вакуумной технике, основные понятия, законы для газов и их математическое выражение; фундаментальные опыты, лежащие в основе процессов получения вакуума;	-самостоятельно определять цели, задачи и методы исследования каждого из разделов курса, всего предмета в целом; -обладать целостной системой знаний, формирующих у них физическую картину окружающего мира; -на основе метода системного анализа проводить аналогию между различными физическими процессами, протекающими в природе; -знать истоки современных научных гипотез и теорий, видеть их противоречивость по мере накопления их знаний в области физики; -последовательно излагать изученный материал, двигаясь от рассмотрения более элементарных форм движения материи к более сложным;	-при работе в лабораторном практикуме строго соблюдать правила охраны труда и технику безопасности; -самостоятельно добывать необходимые знания, работая с учебной и справочной литературой;
ПК-5	логику построения теории газовых законов на основе фундаментальных опытов; основные методы исследования процессов от качки.	формулировать физические законы и теории с применением адекватного математического аппарата; -количественно описывать свойства применяемых модельных схем; -видеть проявление изучаемых физических законов как в живой, так и не живой природе, связь физики с другими науками; -измерять с определенной точностью различные физические величины, иметь представления о прямых и косвенных измерениях, подсчитывать погрешности в том и другом случаях; -проводить физический эксперимент, анализировать полученные данные.	-владеть основными приемами выполнения эксперимента в практикуме; -четко и последовательно формулировать и решать поставленные перед ними задачи, как теоретического, так и прикладного характера.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей и профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей)

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

№	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литера тура
		лекц	практ	Содержание	Часы		
1	Основы вакуумной техники и физики поверхности	4	4			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
2	Физическая сущность вакуума и его свойства	2	2	Объемная откачка	10	Устный опрос, доклад, конспект,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
3	Режимы течения газа. Проводимость. Расчет параметров потока газа	2	4	Вакуумметрические приборы		Устный опрос, доклад, конспект, коллоквиум	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
4	Приложение законов физики поверхности в вакуумной технике	2	2	Насос Рут2са	10	Устный опрос, конспект, доклад,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
5	Получение вакуума	4	4	Паромасляные насосы	10	Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
6	Создание вакуумной среды и общие сведения о вакуумных насосах	4	2		10	Устный опрос, конспект, доклад,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
7	Низковакуумные средства откачки	2	4	Получение низких и сверхнизких температур. Термометрия. Первичные и вторичные термометры.	10	Устный опрос, конспект, доклад, презентация	[1], [2], [3], [4], [5], [6]

8	Высоковакуумные средства откачки	2	2		2	Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
9	Вакуумные измерения	4		Турбомолекулярные насосы			
10	Средства измерения вакуума. Измерение низких давлений	2					
11	Масс-анализ и измерение парциального давления	2	3			Устный опрос, конспект, доклад,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
12	Конструкция и элементы вакуумной системы	4		Свойства твердых тел при низких температурах.			
13	Конструкция и элементы вакуумной системы	2					
	ИТОГО	36	34		74		

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

Практические занятия

№ работы	Название работы	Объем часов		Литература
		Аудиторные работы	Самостоятельные работы	
1	Основы вакуумной техники и физики поверхности Расчет кинетических коэффициентов газовых смесей Расчет режимов течения газа и пограничных слоев Расчет параметров молекулярного потока Расчет газовых потоков вакуумной системы		13	(1,7,11)
2	Получение вакуума Выбор коэффициента использования насоса при стационарном режиме работы Расчеты быстроты действия двухроторного вакуумного насоса Расчеты быстроты действия пароструйного (диффузионного) насоса		14	(1,5,11)
3	Вакуумные измерения Взаимодействие газов с твердыми телами Растворимость, газосодержание, диффузия, проницаемость Оценка комбинированных насосных систем		10	(1,5,6,11)
		34	37	

6. Образовательные технологии

Интерактивные технологии. Методы обучения: «мозговой штурм», дебаты, презентационный метод, работа в парах, работа в группах, деловая игра. Формы обучения: семинар-беседа.

Технологии контекстного обучения – система дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование Контекстно-научная с информационно-содержания будущей профессиональной деятельности специалиста. Методы обучения: анализ конкретных ситуаций, методы работы с информационными базами данных, деловая игра и др. Формы обучения: семинар-беседа, проблемный семинар, семинар «круглый стол», семинар-дебаты.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основе локальных нормативных актов.

- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, реализующих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием платформ дистанционного обучения, входящих в ЭИОС

СОГУ.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относится:

- подготовка презентаций;
- подготовка информационных сообщений;
- составление схемы;
- самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов;
- работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5.

Для подготовки к занятиям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями, указанными в списке рекомендованной литературы, а также интернет-источниками. Все методические материалы представлены в системе дистанционного обучения СОГУ на платформе Moodle (<http://lms.nosu.ru>).

Критерии формирования оценок при представлении конспектов

1. Конспект соответствует предложенной теме, имеет вступление, основную часть и заключение; в лабораторной работе представлены цель работы, ее ход с описанием экспериментальной работы, сделаны выводы по работе – 2 б.
2. Тема раскрыта полностью, студент продемонстрировал способность анализировать разные представленные результаты теоретических и экспериментальных исследований, правильно выполнены все расчеты и приведены уравнения реакций, дана полная характеристика полученных химических соединений – 2 б.

Максимальное количество баллов – 4.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Критерии оценки контрольной работы могут быть как общие, так и частные. К общим критериям можно отнести следующие:

- соответствие контрольной работы теме;
- глубина и полнота раскрытия темы;
- адекватность передачи содержания первоисточника; логичность, связность; доказательность;
- структурная упорядоченность (наличие введения, основной части, заключения, их оптимальное соотношение);
- оформление (наличие плана, списка литературы, культура цитирования, сноски и т. д.); языковая правильность.

Частные критерии относятся к конкретным структурным частям контрольной работы: введению, основной части, заключению.

1. Критерии оценки введения: наличие обоснования выбора темы, ее актуальности; наличие сформулированных целей и задач работы; наличие краткой характеристики первоисточников.

2. Критерии оценки основной части: структурирование материала по разделам, параграфам, абзацам; наличие заголовков к частям текста и их соответствие содержанию; проблемность и разносторонность в изложении материала; выделение в тексте основных понятий и терминов, их толкование; наличие примеров, иллюстрирующих теоретические положения.

3. Критерии оценки заключения: наличие выводов по результатам анализа; выражение своего мнения по проблеме; наличие приложения: рисунков и схем (при необходимости).

Все требования к контрольной работе сообщаются задолго до его написания. Общая оценка за контрольную работу выставляется следующим образом: от 65% до 80% - «удовлетворительно»; 80-90% - «хорошо»; 90-100% - «отлично».

Методические указания для преподавателей по проведению практических занятий по дисциплине

В начале занятия рекомендуется рассмотреть соответствующий теоретический материал. Затем идет практический разбор изучаемого материала, решаются задачи из сборников по введению в языкознание, разбирается каждый конкретный пример.

В начале практического занятия следует обратить на теоретические вопросы по теме занятия. Первоначально идет изложение теоретического материала темы занятия. Затем в ряде вопросов преподавателя следует сконцентрировать внимание на основных идеях темы занятия. Вопросы должны включать в себя различные вариации элементарных ситуаций, отображающих основные идеи темы занятия в их взаимной взаимосвязи. Задаваемые вопросы должны быть конкретными и максимально проявлять в студентах их сообразительность.

После предварительной части следует начинать разбирать вопросы, имеющие более длинные сценарии взаимодействия основных идей темы занятия.

Устный опрос требует от преподавателя большой предварительной подготовки: тщательного отбора содержания, всестороннего продумывания вопросов, задач и примеров, которые будут предложены, путей активизации деятельности всех студентов группы в процессе проверки, создания на занятии деловой и доброжелательной обстановки.

Различают фронтальный, индивидуальный и комбинированный опрос.

Фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. Он органически сочетается с повторением пройденного, являясь средством для закрепления знаний и умений. Его достоинство в том, что на активную умственную работу можно вовлечь всех студентов группы. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть лаконичными, логически взаимосвязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы студентов в совокупности могли раскрыть содержание раздела, темы. С помощью фронтального опроса преподаватель имеет возможность проверить выполнение студентами домашнего задания, выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала, который был только что разобран на занятии.

Индивидуальный опрос предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому он служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления студентов. Чтобы сделать такую

проверку более глубокой, необходимо ставить перед студентами вопросы, требующие развернутого ответа.

Вопросы для индивидуального опроса должны быть четкими, ясными, конкретными, емкими, иметь прикладной характер, охватывать основной, ранее пройденный материал программы. Их содержание должно стимулировать студентов логически мыслить, сравнивать, анализировать, доказывать, подбирать убедительные примеры, устанавливать причинно-следственные связи, делать обоснованные выводы и этим способствовать объективному выявлению знаний студентов.

Вопросы обычно задают всей группе и после небольшой паузы, необходимой для того, чтобы студенты поняли его и приготовились к ответу, вызывают для ответа конкретного студента.

Письменная проверка, наряду с устной, является важнейшим методом контроля знаний, умений и навыков студентов. Однородность работ, выполняемых студентами, позволяет предъявлять ко всем одинаковые требования, попытаться объективности оценки результатов обучения. Применение этого метода дает возможность в наиболее короткий срок одновременно проверить усвоение учебного материала всеми студентами группы, определить направления для индивидуальной работы с каждым.

Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе (выполнение домашних заданий).

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов и эссе, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на семинарских и практических занятиях, а также короткие (до 15 мин.) задания, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1) Типовые задания для практических занятий

Тема № 1. Введение.

Форма проведения – семинарское занятие (2 ч.)

Вопросы к теме:

1. Области применения вакуумного оборудования.
2. Элементы вакуумных систем.

Тема № 2. Средства откачки. Форма проведения – тематическая дискуссия (2ч.)

Вопросы к теме:

1. Основные характеристики вакуумных насосов.
2. Классификация вакуумных насосов.

Тема № 3. Средства контроля остаточной атмосферы вакуумных установок.

Форма проведения – семинарское занятие (4 ч.)

Вопросы к теме:

1. Классификация средств контроля.
2. Типы вакуумметров.

Тема № 4. Общие принципы конструирования и эксплуатации вакуумных систем.

Форма проведения – семинарское занятие (1 ч.)

Вопросы к теме:

1. Система на основе диффузионного насоса.
2. Система на основе ионного насоса.

Тема № 5. Терморезистивное напыление тонких пленок.

Форма проведения – тематическая дискуссия (2ч.)

Вопросы к теме:

1. Виды испарителей.
2. Закон Рауля.

Тема № 6. Вакуумные затворы.

Форма проведения – семинарское занятие (2 ч.)

Вопросы к теме:

1. Виды затворов.
2. Передача вращения в вакуум.

Тема № 7. Вакуумные уплотнения. Форма проведения- семинарское занятие (2 ч.)

Вопросы к теме:

1. Эластичные уплотнения.
2. Жесткие соединения.

Оценка	Критерий оценки устного и письменного ответа на практическом занятии
5	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, ответ структурирован, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
4	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом ответ неструктурирован и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
3	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.
2	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.

2) Тематика самостоятельной работы (для формирования компетенций УК-3; ПК-5)

- Тема 1. Определение парциальных давлений газов в вакуумной камере.
Тема 2. Методы измерения газовых потоков.
Тема 3. Тепловые методы измерения вакуума.
Тема 4. Магнитные электроразрядные методы измерения высоковакуумных систем.
Тема 5. Методы течеискания.
Тема 6. Принципы работы азотной ловушки.
Тема 7. Конструирование вакуумных систем.

Оценочный лист защиты рефератов (докладов)

Оценка	Критерий оценки краткого сообщения
5	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема полностью раскрыта, сообщение структурировано, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
4	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема полностью раскрыта, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом сообщение не структурировано и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
3	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия.
2	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия.

За выполнение данного вида работы максимальное количество баллов составляет 5 баллов, из них:

4) Вопросы к рубежным контрольным работам (УК-3; ПК-5): Вопросы к 1 рубежной работе

Блок 1

1. Понятие об идеальном газе. Давление и плотность газа. Законы идеальных газов. Уравнение состояния идеального и реального газа.
2. Распределение молекул газа по скоростям.
3. Средняя длина свободного пути молекул газа. Понятие о степенях вакуума.
4. Расчет длины свободного пробега при заданном давлении и размере d .
5. Число молекул, ударяющихся о поверхность, их средняя энергия и занимаемый ими объем.
6. Вязкость газов.
7. Диффузия в газах.
8. Теплопроводность газов.
9. Границы режимов течения газа.
10. Проводимость трубопровода при различных режимах течения газа.
11. Проводимость отверстия при вязкостном и молекулярном течении газа.

12. Основное уравнение вакуумной техники.
13. Сорбционные явления.
14. Испарение и конденсация.
15. Адсорбция газов и паров.
16. Растворимость газов и газосодержание в твердых телах.
17. Диффузия газов в твердых телах и газопроницаемость материалов.
18. Расчет длительности откачки при квазистационарном течении газа и постоянных газовыделении и натекании.

Блок 2

1. Методы измерения полного давления разреженного газа. Жидкостные и деформационные вакуумметры.
2. Тепловые вакуумметры.
3. Электронные ионизационные вакуумметры.
4. Магнитные электроразрядные вакуумметры.
5. Методы измерения потока разреженного газа.
6. Методы течеискания. Галогенный и пузырьковый методы.
7. Масс-спектрометрический метод течеискания.
8. Основные параметры и характеристики вакуумных насосов. Классификация вакуумных насосов по принципу и области действия.
9. Механические вакуумные насосы с масляным уплотнением.
10. Механические безмасляные вакуумные насосы.
11. Вакуумные ловушки: механические, низкотемпературные, адсорбционные.
12. Электрофизические средства откачки.
13. Криогенные средства откачки.
14. Материалы для вакуумных систем: металлы, стекла, керамика, органические материалы.
15. Способы очистки деталей вакуумных систем и особенности неразъемных вакуумных соединений: паяные и сварные соединения; согласование разнородных материалов; уплотнители.
16. Вакуумные системы: основные требования и типовые схемы. Принцип построения.
17. Согласование насосов. Расчет характеристик вспомогательных насосов.
18. Расчет характеристик и выбор основного насоса при заданных предельном давлении и суммарном газовом потоке.

Вопросы ко 2 рубежной работе

Блок 1

1. Методика расчета суммарного газового потока.
2. Методика расчета объема форвакуумного баллона.
3. Проверить согласование высоковакуумного и механического насосов (по заданию), соединенных последовательно, при максимальном газовом потоке в основном насосе $3 \cdot 10^{-3}$; $5 \cdot 10^{-4}$ ПамЗ/с.
4. Рассчитать потоки газа, протекающего через резиновый, фторопластовый уплотнители толщиной d .
5. Рассчитать поток газов, диффундирующих в вакуумный объем через пластину из нержавеющей стали толщиной d мм, нагретую до 1000°C .
6. Вакуумные системы термовакуумного напыления тонких пленок.
7. Испарители.

8. Откачанная система. Выбор материалов.
9. Многослойные пленки. Расчет толщины и разброса толщины пленок.
10. Магнетронные распылительные системы напыления пленок.
11. Напыление многокомпонентных пленок.
12. Оценка чистоты напыления слоев. Расчет концентрации частиц остаточного газа, адсорбированных поверхностью и внедрившихся в процессе напыления.
13. Понятия физический и технический вакуум. Универсальный газовый закон.
14. Методы создания форвакуума. Пластинчато-роторные механические насосы.
15. Методы получения высокого вакуума. Диффузионные насосы. Турбомолекулярные насосы.
16. Физико-химические методы создания высокого вакуума. Сорбционные вакуумные насосы.
17. Безмаслянные вакуумные насосы.
18. Методы измерения форвакуума. Тепловые вакуумметры. Вакуумметры прямого действия.

Блок 2

1. Методы измерения высокого вакуума. Ионизационные вакуумметры.
2. Запорная вакуумная аппаратура. Затворы и вентили с электромеханическим приводом.
3. Разъёмные высоковакуумные соединения. Требования к материалам в высоковакуумном оборудовании.
4. Методы построения и обозначения в вакуумных системах. Обозначения в принципиальных вакуумных схемах по ГОСТ 2.797-81.
5. Понятие об идеальном газе. Давление и плотность газа. Законы идеальных газов. Уравнение состояния идеального и реального газа.
6. Распределение молекул газа по скоростям.
7. Средняя длина свободного пути молекул газа. Понятие о степенях вакуума.
8. Расчет длины свободного пробега при заданном давлении и размере d .
9. Число молекул, ударяющихся о поверхность, их средняя энергия и занимаемый ими объем.
10. Вязкость газов.
11. Диффузия в газах.
12. Теплопроводность газов.
13. Границы режимов течения газа.
14. Проводимость трубопровода при различных режимах течения газа.
15. Проводимость отверстия при вязкостном и молекулярном течении газа.
16. Основное уравнение вакуумной техники.
17. Сорбционные явления.
18. Испарение и конденсация.

5) Примеры тестовых заданий по дисциплине (УК-3; ПК-5):

Тестовые задания не предусмотрены

Методика формирования результирующей оценки:

В ходе текущего, рубежного и промежуточного контроля студенты могут набрать 0-100 баллов:

1. Текущая работа: от 0 до 40 баллов – активная работа за данный период на лекциях, лабораторных и практических занятиях.

2. Рубежная аттестация: от 0 до 30 баллов – компьютерное тестирование или письменная контрольная работа.

3. Промежуточный контроль: зачет или экзамен

За ответ на зачете или экзамене студент получает 0-30 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов, автоматически получают зачет или «удовлетворительно» на экзамене. Если студент не набирает 50 баллов для зачета или экзамена, то он может сдавать зачет или экзамен в период экзаменационной сессии. Для получения оценок «хорошо» и «отлично» студент должен сдавать экзамен в период экзаменационной сессии.

**Шкала итоговой академической успеваемости студентов
по дисциплине**

Система оценок СОГУ		
Форма контроля	Сумма баллов	Название
Зачет	86 - 100	отлично
	71-85	хорошо
	56-70	удовлетворительно

Вопросы для подготовки к зачету (УК-3; ПК-5):

1. Понятие различных степеней вакуума и критерий для их определения.
2. Понятие эффективного размера вакуумной камеры.
3. Характерные режимы течения газа в вакуумных системах.
4. Понятие быстроты действия насоса.
5. Понятие проводимости трубопровода.
6. Основное уравнение вакуумной техники.
7. Различие между абсолютными и косвенными методами измерения давлений.
8. Принцип работы деформационных преобразователей.
9. Принцип работы тепловых преобразователей.
10. Принцип работы ионизационных преобразователей.
11. Основные методы для определения быстроты откачки вакуумных насосов.
12. Принцип работы объемных насосов.
13. Принцип действия турбомолекулярного насоса.
14. Принцип действия пароструйных насосов.
15. Основные требования к рабочим жидкостям вакуумных насосов.
16. Способы откачки паров рабочих жидкостей с помощью вакуумных ловушек.
17. Принцип действия ионной откачки.
18. Принцип действия сорбционной откачки
19. Требования к материалам вакуумных систем.
20. Основные типы вакуумных соединений.
21. Основные типы вакуумных затворов

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71-85%	60-70%	Менее 60%
1. Текущий контроль (max. 20 баллов за 1 модуль)					
		4 балла	3 балла	2 балла	1 баллов
	Посещение занятий (max 4 б.)	Студент посетил более 85% занятий	Студент посетил 71-85% занятий	Студент посетил 56-70% занятий	Студент посетил менее 55% занятий
		11-13 баллов	8-10 баллов	6-7 баллов	0-5 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 13 б.)	Студент активно работает на занятиях, отлично выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Доклад, презентация (max 3 б.) / опорный конспект (max 3 б.)	Тема полностью раскрыта. Основательное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Академический стиль изложения.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (15 б. за 1 модуль)					
		14-15 баллов	11-13 балл	08-10 баллов	0-7 баллов
	Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Студент способен на практике применять знания и умения в ходе выполнения конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
3. Итоговый контроль по дисциплине					
		26-30 баллов	20-25 балла	15-19 баллов	0-14 баллов
	Экзамен/	Дан полный.	Дан полный ответ	Дан недостаточно	Не получены ответы

	зачет	развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.
--	-------	--	---	---	---

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Розанов, Л.Н. Вакуумная техника: учеб. для вузов / Л.Н. Розанов – М.: Высш. шк. 1982. – 480 с.
2. Механические вакуумные насосы / Е.С. Фролов, И.В. Автономова, В.И. Васильев, Н.К. Никулин, П.И. Пластинин. М.: Машиностроение, 1989. 288 с.
3. Вакуумная техника: справочник / Е.С Фролов, В.Е Минайчев, А.Т. Александрова и др.; под общ. ред. Е.С Фролова, В.Е. Минайчева. – М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.
4. Молекулярные потоки в сложных вакуумных структурах / Саксаганский Г.Л. – М.: Атомиздат, 1980. – 216 с.
5. Установки, машины и аппараты криогенной техники / И.П. Усюкин, Е.С. Фролов и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 296 с.
6. Вакуумметрическая аппаратура техники высокого вакуума и течеискания / Кузьмин В.В., Левина Л.Е., Творогов И.В. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
7. Хаблянян М.Х. , Саксаганский Г.Л., Бурмистров А.В. Вакуумная техника: оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч. 1. Инженерно-физические основы. Учебное пособие. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 233 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258831>
8. Шмидберский, П. А. Вакуумная техника и технологии: учеб.-метод. пособие/ П. А. Шмидберский; Тюм. гос. ун-т. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 144 с.; 20 см. - Библиогр.: с. 143. - ISBN 978-5-88081-986-7

Дополнительная литература:

1. Иванов И.Г. Вакуумный практикум. Учебно-методическое пособие. –Ростов на Дону: Издательство Южного федерального университета, 2009. - 56 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240988>
2. Вакуумная техника: Учебное пособие / А.Н. Попов. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 167 с. ISBN 978-5-16-006031-6 [Электронный ресурс]. - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=317368>
3. Панфилович К.Б., Бударин П.И., А.Х. , Садыков А.Х. Физические основы вакуумной техники. Учебное пособие - Казань : Издательство КНИТУ, 2008. - 136 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259035>

4. Шешин, Е. П.. Вакуумные технологии: учеб. пособие/ Е. П. Шешин. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 504 с.; - ISBN 978-5-91559-012-9

Для усвоения учебного материала используются следующие образовательные ресурсы:

1. Сайт электронных учебников и пособий по химии, в том числе, физико-химическим методам анализа органических веществ:
<http://www.rushim.ru/books/books.htm>
2. Образовательный портал, где освещены теоретические и прикладные аспекты основных физико-химических методов исследования <http://www.orgchemlab.com>
3. Поисковая база спектральных данных органических веществ:
<http://organicworldwide.net>
4. Сайт кафедры БИОХ ТПУ, где размещены электронные электронные лекции и учебное пособие, разработанные автором курса: www.orgchem.chjtj.tpu.ru

в) программное обеспечение, ЭБС, профессиональные базы и Интернет-ресурсы:

- необходимый для обеспечения данной дисциплины комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, а также электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор:

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)	Страна-производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
2.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
3.	OfficeStandard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
4.	Система тестирования SunravWEBClass	№468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т.(бессрочно)	Россия
5.	Программное обеспечение 1С:Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 (максимум-софт) бессрочно	Россия
6.	Система компьютерной верстки MikTex	Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) (бессрочно)	
7.	KasperksyEndpoint Security	До 22.01.2024	Россия
8.	Программное обеспечение для редактирования химических формул IsisDraw	Свободное программное обеспечение (бессрочно)	США
9.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№ 6262 от 09.01.2023 (действителен до 31.12.2023г) с ОАО «Анти-Плагат»	Россия
10.	Программное обеспечение 1С:Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно)	Россия
11.	Программное обеспечение 1С:зарплата и кадры	№СД./ №126., 01.07.2020г. «МАКСИМУМ-	Россия

	гос.учреждения8	СОФТ» бессрочно	
12.	Программное обеспечение 1С:бюджет.	№СД/76 01.03.2017г. «максимум-софт» (бессрочно)	Россия
13.	Автоматизированная система «Управление –Деканат БРС»	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611830 от 06.02.2015г. (бессрочно)	СОГУ
14.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015г. (бессрочно)	СОГУ
15.	Планы	№8867, от09.01.2023г. (09.01.2023г. до 31.12.2023г.) ООО ЛММИС	Россия
16.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И,А.Сергеевич Тех.под. 07.04.2022	Россия
17.	«Галактика»	от 14.03.2022г (примерная дата)	Россия
18.	DIRECTUMRX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022(примерная дата)	Россия
19.	Услуги связи (доступ к сети интернет)	ООО Алком № AL-0044 от 01.02.2022г -31.12.2022г	Россия
20.	MOODLE	Бесплатное российское	США (бесплатное российское)
21.	«Галактика РУЗ»	Лицензия бессрочная Тех.сопровождение от 14.03.2022 г	Россия
22.	Личный кабинет абитуриента	Лицензия бессрочная Тех.сопровождение от 14.03.2022 г	Россия
23.	Личный кабинет студента/сотрудника	Лицензия бессрочная Тех.сопровождение от 14.03.2022 г	Россия
24.	Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ(ЭБД РГБ)	https://dvs.rsl.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
25.	ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"	https://biblioclub.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
26.	ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	http://elibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
27.	Универсальная баз данных EastView	https://dlib.eastview.com	США
28.	ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом.	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
29.	ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и	www.biblio-online.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия

	учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям		
30.	КЭП (домен на Яндексе)	бесплатное	Россия
31.	РусГард	бесплатное	Россия
32.	ViPNet	бесплатное	Россия

Профессиональные базы данных и Интернет-ресурсы:

- Библиотека Гумер: Языкознание. URL: http://www.gumer.info/bibliotek/Buks/Linguist/Index_Ling.php;
- Интерактивные словари русского языка на сайте ИРЯ им. В.Виноградова. URL: <http://www.slovari.ru/lang/ru/>;
- Национальный корпус русского языка. URL: <http://ruscorpora.ru>;
- Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru/>;
- Российская национальная библиотека. URL: <http://www.nlr.ru/>;
- Русский филологический портал "Philology.Ru". URL: <http://www.philology.ru>;
- Университетская информационная система РОССИЯ. URL: <http://www.cir.ru/>;
- Филологические науки (сообщество). URL: <http://blogs.mail.ru/community/philology>;
- Языковая энциклопедия «Lingvisto». URL: www.lingvisto.org <http://www.gumer.info>;
- Словари русского языка: <http://www.slovari.ru>.

Материально-техническое оснащение дисциплины:

Проведение дисциплины обеспечено всем необходимым: лабораторным оборудованием, приборами, материалами, оперативным доступом к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Университет обеспечивает возможность свободного использования компьютерных технологий. Все компьютерные классы университета объединены в локальную сеть, со всех учебных компьютеров имеется выход в Интернет.

Обеспечивается доступ к информационным ресурсам, к базам данных, в читальных залах к справочной и научной литературе, к периодическим изданиям в соответствии с направлением подготовки. Компьютеры оснащены необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

Ауд. 19 Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска, Флип-чарт, Компьютер, Интерактивная доска Сетевое подключение Антивирус Касперского (Сетевые лицензии); media player (Бесплатное ПО); Acrobat Reader DC (Свободное ПО); Flash Player (Свободное ПО); Chrome (Бесплатное ПО); K-Lite Codec Pack (Бесплатное ПО);

Ауд. 19 Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Ауд. 8а Лаборатория : Оборудование для проведения лабораторных работ по курсу «Физические и химические основы методов анализа веществ и материалов». ИК-Фурье

спектрометр ФСМ-1202, УФ- спектрометр «Эволюшен 3000», Растровый микроскоп МРЭМ-200.

компьютерные классы: преподавательский стол, преподавательский стул, столы обучающихся, стулья, классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), колонки, ПК преподавателя, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Kaspersky Endpoint Security

Библиотека, в том числе читальный зал: столы , стулья, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Microsoft Visual studio; Kaspersky Endpoint Security для бизнеса; Консультант плюс