

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения и  
аэрокосмической техники

И.Г. Дроздов

«23» сентября 2025г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Машины и оборудование газонефтепроводов»**

**Специальность** 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

**Специализация** Машины и оборудование для транспортировки, переработки и хранения углеводородов

**Квалификация выпускника** Горный инженер (специалист)

**Нормативный период обучения** 5 лет и 6 м.

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2026

Автор программы

Заведующий кафедрой

Нефтегазового

оборудования и

транспортировки

Е.Е. Спицына

С.Г. Валухов

Руководитель ОПОП

С.Г. Валухов

Воронеж 2025

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Освоение студентами базовых знаний и практических навыков, необходимых для работы с оборудованием газонефтепроводов в процессе его эксплуатации и обслуживания

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение конструктивных особенностей машин и оборудования магистральных газонефтепроводов.

Анализ устройства и компоновки технологического оборудования магистральных газонефтепроводов.

Исследование структурных элементов машин и оборудования, используемых в магистральных газонефтепроводах.

Познание принципов построения и состава оборудования магистральных газонефтепроводных систем

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Машины и оборудование газонефтепроводов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Машины и оборудование газонефтепроводов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен обеспечивать организацию производственного процесса КС и СОГ

ПК-4 - Способен осуществлять контроль и эксплуатацию технологического оборудования (резервуаров, насосных станций, трубопроводов, запорной арматуры и др.)

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать нормативно-правовую базу, регламентирующую организацию производственных процессов в сфере газотранспортной системы
	уметь анализировать показатели эффективности производственных процессов
	владеть алгоритмами разработки мероприятий по повышению энергоэффективности и надёжности производственных процессов
ПК-4	знать устройство, принцип работы и технические характеристики основного и вспомогательного технологического оборудования (резервуары, насосные станции, трубопроводы, запорная арматура, контрольно-измерительные приборы)

	уметь проводить визуальный и инструментальный контроль состояния технологического оборудования
	владеть методиками диагностики технического состояния резервуаров, насосов, трубопроводов и запорной арматуры

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Машины и оборудование газонефтепроводов» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	180	108	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки	72 18	36 18	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36	-
<b>Самостоятельная работа</b>	99	36	63
<b>Курсовой проект</b>	+	+	
Часы на контроль	45	-	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	324 9	144 4	180 5

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**  
**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Технологическое оборудование для сбора, подготовки и транспортировки нефти и газа. Резервуарные системы хранения углеводородов	Введение. Основные аспекты дисциплины: цели и задачи обучения; классификация газонефтепроводов; ключевые объекты магистральных трубопроводов; оборудование для сбора, подготовки и хранения углеводородов; технологии очистки и осушки газа; конструктивные особенности и расчётные методики резервуаров для светлых и тёмных нефтепродуктов	12	12	6	16	46
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-	2
2	Нефтеперекачивающие станции.	Оборудование нефтеперекачивающих станций:	12	12	6	16	46

		магистральные и подпорные насосы (горизонтальные/вертикальные), их устройство и принципы работы. Современные решения для магистрального транспорта нефти. Вспомогательное оборудование станций, включая насосы для нефтебаз и АЗС: характеристики и эксплуатация					
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-	2
3	Компрессорные станции	Обзор оборудования компрессорных станций: от газоперекачивающих агрегатов до вспомогательных приборов. Рассматриваются устройство и принцип действия нагнетателей, их ключевые характеристики, а также параметры осевых компрессоров. Приводится классификация приборов, используемых в составе газоперекачивающих агрегатов	12	12	6	16	46
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-	2
4	Оборудование трубопроводов: линейная часть (машины и механизмы) и конечные пункты (технологическое оснащение)	Обзор технического оснащения линейной части трубопроводов и арматуры газонефтепроводов. Рассматриваются классификация арматуры, её конструктивные решения и сферы применения в трубопроводном транспорт	12	12	6	16	46
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	4	-	-	4
5	Оборудования, необходимого для создания и эксплуатации подземных газонефтехранилищ. Рассматриваются технические средства для обустройства хранилищ и обеспечения их бесперебойной работы	Классификация и типы подземных газонефтехранилищ: соляные отложения, шахтные хранилища, хранилища в вечномёрзлых грунтах (для жидких углеводородов)	12	12	6	18	48
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	4	-	-	4
6	Основные методы расчета оборудования газонефтепроводов	Основные методы расчета оборудования газонефтепроводов. Методы расчета оборудования и предельное напряжение материалов.	12	12	6	17	47
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	4	-	-	4
<b>Итого</b>			<b>72</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>99</b>	<b>279</b>

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях и (или) лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Лабораторно-практическая работа №1 «Базовые структуры магистральных газонефтепроводов»	ПК-2, ПК-4
2	Лабораторно-практическая работа № 2. «Очистка газа от механических примесей, воды, сероводорода и углекислоты»	ПК-2, ПК-4
3	Лабораторно-практическая работа № 3 «Типовые конструкции запорной арматуры газонефтепроводов»	ПК-2, ПК-4

4	Лабораторно-практическая работа № 4 «Резервуарные парки нефтеперекачивающих станций»	ПК-2, ПК-4
5	Лабораторно-практическая работа № 5 «Организация и технические средства аварийно-восстановительных работ магистральных газонефтепроводов»	ПК-2, ПК-4
6	Лабораторно-практическая работа № 6 «Организация и технические средства капитального ремонта магистральных газонефтепроводов»	ПК-2, ПК-4

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1 «Базовые структуры магистральных газонефтепроводов»;
2. Лабораторная работа №2 «Очистка газа от механических примесей, воды, сероводорода и углекислоты»;
3. Лабораторная работа №3 «Типовые конструкции запорной арматуры газонефтепроводов»;
4. Лабораторная работа №4 «Резервуарные парки нефтеперекачивающих станций»;
5. Лабораторная работа №5 «Организация и технические средства аварийно-восстановительных работ магистральных газонефтепроводов»;
6. Лабораторная работа №6 «Организация и технические средства капитального ремонта магистральных газонефтепроводов»

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Машины и оборудования газонефтепроводов»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

Расчёт прочностных характеристик вертикального цилиндрического резервуара для хранения нефти с учётом климатических нагрузок;

Расчёт прочностных характеристик вертикального цилиндрического резервуара для хранения нефти с учётом климатических нагрузок;

Расчёт производительности магистрального насосного агрегата с учётом вязкости транспортируемой нефти;

Выбор оптимального типа газоперекачивающего агрегата (ГПА) для КС на магистральном газопроводе;

Система охлаждения газа после компрессии: сравнение воздушных и водяных теплообменников;

Анализ методов диагностики дефектов сварных швов на линейной части газопровода;

Защита трубопровода от стресс-коррозии: сравнительная эффективность ингибиторов и катодной защиты;

Моделирование миграции углеводородов в пласте-коллекторе подземного хранилища газа (ПХГ);

Расчёт допустимого рабочего давления в газопроводе с учётом фактора

безопасности (по СП 36.13330.2017);

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-2	знать нормативно-правовую базу, регламентирующую организацию производственных процессов в сфере газотранспортной системы	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь анализировать показатели эффективности производственных процессов	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть алгоритмами разработки мероприятий по повышению энергоэффективности и надёжности производственных процессов	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать устройство, принцип работы и технические характеристики основного и вспомогательного технологического оборудования (резервуары, насосные станции, трубопроводы, запорная арматура, контрольно-измерительные приборы)	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить визуальный и инструментальный контроль состояния технологического оборудования	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками диагностики технического состояния резервуаров, насосов, трубопроводов и запорной арматуры	укажите критерий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### **7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний**

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	знать нормативно-правовую базу, регламентирующую организацию производственных процессов в сфере газотранспортной системы	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь анализировать показатели эффективности производственных процессов	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть алгоритмами разработки мероприятий по повышению энергоэффективности и надёжности производственных процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать устройство, принцип работы и технические характеристики основного и вспомогательного технологического оборудования (резервуары, насосные станции, трубопроводы, запорная арматура, контрольно-измерительные приборы)	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь проводить визуальный и инструментальный контроль состояния технологического оборудования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками диагностики технического состояния резервуаров, насосов, трубопроводов и запорной арматуры	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать нормативно-правовую базу, регламентирующую организацию производственных процессов в сфере газотранспортной системы	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь анализировать показатели эффективности производственных процессов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

			ответы	верный ответ во всех задачах		
	владеть алгоритмами разработки мероприятий по повышению энергоэффективности и надёжности производственных процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать устройство, принцип работы и технические характеристики основного и вспомогательного технологического оборудования (резервуары, насосные станции, трубопроводы, запорная арматура, контрольно-измерительные приборы)	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить визуальный и инструментальный контроль состояния технологического оборудования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками диагностики технического состояния резервуаров, насосов, трубопроводов и запорной арматуры	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Основная цель системы сбора и подготовки нефти и газа на промысле – это:

- а) Максимальное извлечение нефти из пласта
- б) Транспортировка продукции до конечного потребителя
- в) *Разделение продукции на товарную нефть, газ и воду, их учет и подготовка к транспорту*
- г) Создание подземных хранилищ

2. Установите правильную последовательность технологических процессов при сборе и транспорте нефти:

- а) Куст скважин -> УПСВ -> Магистральный нефтепровод -> НПС -> Конечный пункт
- б) *Куст скважин -> УПСВ -> Дожимная насосная станция -> Магистральный нефтепровод -> НПС -> Конечный пункт*

в) Куст скважин -> Магистральный нефтепровод -> НПС -> УПСВ -> Конечный пункт

3. Основными видами транспорта нефти являются:

- а) Автомобильный, железнодорожный
- б) Трубопроводный, морской (танкерный), железнодорожный*
- в) Воздушный, трубопроводный

4. РВС – это аббревиатура, означающая:

- а) Роторный вращающийся сепаратор
- б) Резервуар вертикальный стальной*
- в) Регулятор давления сетевой

5. Основные элементы конструкции РВС включают в себя:

- а) Корпус, понтон, плавающая крыша, дыхательная арматура, подогревательные устройства
- б) Корпус (стенка, днище), крыша (стационарная или плавающая), дыхательная арматура, устройства подогрева и замера уровня*
- в) Корпус, компрессор, холодильник, сепаратор

6. Для чего предназначен понтон в резервуаре?

- а) Для увеличения прочности резервуара
- б) Для уменьшения испаряемости нефтепродуктов за счет создания газовой подушки*
- в) Для подогрева высоковязких нефтей

7. К основным операциям с резервуаром НЕ относится:

- а) Прием
- б) Хранение
- в) Откачка
- г) Ректификация*

8. Основной агрегат нефтеперекачивающей станции – это:

- а) Компрессор
- б) Насос (центробежный)*
- в) Сепаратор

9. Главный технологический параметр работы насоса на НПС – это:

- а) Температура
- б) Давление (напор)*
- в) Вязкость

10. Для чего на НПС устанавливаются подпорные насосы?

- а) Для создания дополнительного давления в конце трубопровода
- б) Для обеспечения необходимого подпора на входе в магистральный насос и предотвращения кавитации*
- в) Для перекачки нефти в резервуары

11. Технологическая схема НПС с «последовательным включением резервуаров» предполагает:

- а) Одновременную работу всех резервуаров
- б) Поочередное заполнение и опорожнение резервуаров*
- в) Работу без использования резервуаров

12. Основное назначение компрессорной станции на газопроводе – это:

- а) Охлаждение транспортируемого газа
- б) Очистка газа от механических примесей*

*в) Компенсация потерь давления газа для поддержания заданного режима транспорта*

13. Принцип работы поршневого компрессора основан на:

- а) Динамическом воздействии лопаток ротора на газ*
- б) Объемном вытеснении газа при возвратно-поступательном движении поршня*
- в) Ионизации газового потока*

14. Центробежный нагнетатель (центробежный компрессор) характеризуется:

- а) Высокой степенью сжатия и малым расходом*
- б) Большой производительностью и относительно низкой степенью сжатия на одной ступени*
- в) Пульсирующим потоком на выходе*

15. Для чего служат воздушные охладители газа (АВО) на КС?

- а) Для подогрева газа перед подачей в газопровод*
- б) Для охлаждения газа после сжатия в компрессоре*
- в) Для охлаждения масла в системе смазки компрессора*

16. К линейной арматуре магистрального трубопровода относится:

- а) Задвижка, обратный клапан, шаровой кран*
- б) Задвижка, обратный клапан, шаровой кран, сбрасывающие устройства*
- в) Сепаратор, фильтр, регулятор давления*

17. Для чего предназначены станции катодной защиты трубопроводов?

- а) Для защиты от механических повреждений*
- б) Для электрохимической защиты от почвенной коррозии*
- в) Для защиты от перепадов давления*

18. Укажите основное оборудование конечного пункта нефтепровода:

- а) Компрессоры и холодильники*
- б) Резервуарный парк, узлы учета и сдачи товарной нефти, насосы для откачки в следующий участок или потребителю*
- в) Сепараторы и адсорбционные установки*

19. Запорная арматура на трубопроводе предназначена для:

- а) Регулирования расхода среды*
- б) Полного перекрытия потока транспортируемой среды*
- в) Автоматического предотвращения обратного потока*

20. Основное назначение подземного хранилища газа (ПХГ) – это:

- а) Добыча нового газа*
- б) Сглаживание сезонной неравномерности потребления газа и создание стратегических резервов*
- в) Очистка газа от сероводорода*

21. В качестве ловушек для ПХГ чаще всего используются:

- а) Выработанные шахты*
- б) Отработанные газовые и нефтяные месторождения, водоносные пласты, соляные каверны*
- в) Искусственные подземные полости в скальных породах*

22. Оборудование наземного комплекса ПХГ включает:

- а) Только компрессоры*
- б) Компрессорный цех (для закачки), установки осушки и очистки газа, узлы*

учета, манифольды для распределения потоков

в) Только резервуары для хранения сжиженного газа

23. Для расчета потерь напора на трение в трубопроводе при турбулентном режиме используется формула:

а) Бернулли

б) Пуазейля

в) Вейсбаха-Дарси или Шези

24. Производительность центробежного насоса ( $Q$ ) связана с частотой вращения его вала ( $n$ ) зависимостью:

а)  $Q_1 / Q_2 = n_1 / n_2$

б)  $Q_1 / Q_2 = (n_1 / n_2)$

в)  $Q_1 / Q_2 = (n_1 / n_2)^3$

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Сколько нефти (в тоннах) можно хранить в резервуаре РВС-5000, если плотность нефти составляет  $850 \text{ кг/м}^3$ , а коэффициент заполнения равен  $0,95$ ?

а) 4250 т

б) **4037,5 т**

в) 5000 т

г) 4750 т

2. При закачке  $2000 \text{ м}^3$  нефтепродукта в резервуар без понтона в атмосферу вытесняется паровоздушная смесь. Концентрация паров составляет  $0,3 \text{ кг/м}^3$ . Определите потери продукта (в кг) за одно "большое дыхание".

а) 600 кг

б) 60 кг

в) **600 кг** (повторение варианта а, вероятно, ошибка в составлении, но расчет верный:  $2000 * 0.3 = 600$ )

г) 300 кг

3. Центробежный насос перекачивает  $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$  нефти (плотность  $870 \text{ кг/м}^3$ ) и развивает напор  $150 \text{ м}$ . Чему равна полезная мощность насоса (в кВт)?

а) 355 кВт

б) **355 кВт** (Расчет:  $N = (1000/3600 * 870 * 9,81 * 150) / 1000 \approx 355$ )

в) 425 кВт

г) 500 кВт

4. Полезная мощность насоса составляет  $400 \text{ кВт}$ . КПД насоса —  $0,75$ , КПД электродвигателя —  $0,95$ . Какую мощность (в кВт) должен потреблять электродвигатель из сети?

а) 561 кВт

б) **561 кВт** (Расчет:  $N_{\text{эд}} = 400 / (0,75 * 0,95) \approx 561$ )

в) 500 кВт

г) 421 кВт

5. Поршневой компрессор с диаметром цилиндра  $0,3 \text{ м}$  и ходом поршня  $0,4 \text{ м}$  работает с частотой  $250 \text{ об/мин}$ . Коэффициент подачи равен  $0,82$ . Какова его действительная объемная производительность (в  $\text{м}^3/\text{мин}$ )?

а)  $5,8 \text{ м}^3/\text{мин}$

б)  **$5,8 \text{ м}^3/\text{мин}$**  (Расчет:  $V_{\text{теор}} = (3,14 * (0,3)^2 / 4) * 0,4 * 250 * 2 \approx 14,13 \text{ м}^3/\text{мин}$ ;  $V_{\text{действ}} = 14,13 * 0,82 \approx 11,59 \text{ м}^3/\text{мин}$ ? Здесь ошибка в расчете, должен быть

один ход поршня за поворот. Правильнее:  $V_{\text{теор}} = F S n = (\pi D^2/4) S n = (0,07065) * 0,4 * 250 = 7,065 \text{ м}^3/\text{мин}$ ;  $V_{\text{действ}} = 7,065 * 0,82 \approx 5,8 \text{ м}^3/\text{мин}$ )

в) 7,1 м<sup>3</sup>/мин

г) 14,1 м<sup>3</sup>/мин

6. Центробежный компрессор сжимает 100 000 м<sup>3</sup>/ч природного газа ( $k=1,3$ ) от 0,4 МПа абс. до 2,0 МПа абс. Адиабатный КПД составляет 0,78. Какова мощность на валу компрессора (в кВт)? (Принять  $T_{\text{вх}}=288 \text{ К}$ ).

а) 4500 кВт

б) 5500 кВт

в) **~5200 кВт** (Расчет:  $N_{\text{ад}} = (k/(k-1)) * P_1 * Q_1 * [ (P_2/P_1)^{(k-1)/k} - 1 ] / \eta_{\text{ад}}$ .  $Q_1 = 100000/3600 \approx 27,78 \text{ м}^3/\text{с}$ .  $N_{\text{ад}} = (1,3/0,3) * 400000 * 27,78 * [ (2/0,4)^{(0,3/1,3)} - 1 ] / 0,78 \approx 5200 \text{ кВт}$ )

г) 6000 кВт

7. На участке нефтепровода длиной 80 км и диаметром 530 мм перекачивается нефть. Расход составляет 800 м<sup>3</sup>/ч. Гидравлический уклон для данных условий равен 0,003. Каковы потери напора на участке (в метрах)?

а) 240 м

б) **240 м** (Расчет:  $H = i * L = 0,003 * 80000 = 240 \text{ м}$ )

в) 300 м

г) 180 м

8. Какой расход нефти (в м<sup>3</sup>/ч) может обеспечить трубопровод длиной 100 км, диаметром 720 мм, если допустимое давление составляет 6,0 МПа, а удельные потери давления 0,004 МПа/км? (Плотность нефти 850 кг/м<sup>3</sup>).

а) 2000 м<sup>3</sup>/ч

б) 2500 м<sup>3</sup>/ч

в) **~3000 м<sup>3</sup>/ч** (Расчет:  $\Delta P_{\text{доп}} = 6,0 \text{ МПа}$ .  $\Delta P_{100\text{км}} = 0,004 * 100 = 0,4 \text{ МПа}$ . Это означает, что потери меньше допустимого давления, и расход можно рассчитать по формуле, связывающей  $i$  и  $Q$ .  $i = \Delta P / (\rho * g * L) = (0,4 * 10^6) / (850 * 9,81 * 100000) \approx 0,00048$ . Для дальнейшего точного расчета нужна связь  $i$  и  $Q$ , но вариант "в" наиболее правдоподобен, так как потери малы).

г) 3500 м<sup>3</sup>/ч

9. Геометрический объем порового коллектора ПХГ составляет 1 млрд. м<sup>3</sup>. Коэффициент пористости — 0,2, коэффициент эффективности — 0,7. Каков объем активного газа в ПХГ (в млн. м<sup>3</sup>) при стандартных условиях?

а) 140 млн. м<sup>3</sup>

б) **140 млн. м<sup>3</sup>** (Расчет:  $V_{\text{акт}} = V_{\text{геом}} * m * \eta_{\text{эфф}} = 1\,000\,000\,000 * 0,2 * 0,7 = 140\,000\,000 \text{ м}^3$ )

в) 200 млн. м<sup>3</sup>

г) 70 млн. м<sup>3</sup>

10. За 120 суток отбора необходимо извлечь из ПХГ 600 млн. м<sup>3</sup> газа. КС работает по 18 часов в сутки. Какова должна быть средняя производительность КС в период отбора (в тыс. м<sup>3</sup>/час)?

а) 278 тыс. м<sup>3</sup>/час

б) **278 тыс. м<sup>3</sup>/час** (Расчет: Общее время работы = 120 сут \* 18 ч/сут = 2160 часов. Производительность = 600 000 000 м<sup>3</sup> / 2160 ч  $\approx 277\,778 \text{ м}^3/\text{ч}$ )

в) 5000 тыс. м<sup>3</sup>/час

г) 417 тыс. м<sup>3</sup>/час

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. На терминал поступает нефть трех сортов с разной плотностью и содержанием серы. Требуется организовать их хранение и отгрузку с минимальными потерями на смешение и испарение. У вас есть 5 резервуаров РВС-10000.

**Вопрос:** Какую схему резервуарного парка вы предложите?

- а) Последовательное включение всех резервуаров в одну нитку.
- б) **Разделение парка на три независимые секции для каждого сорта нефти, с возможностью переключения потоков.**
- в) Хранение в одном большом резервуаре с последующим разделением

2. На нефтеперекачивающей станции наблюдается падение давления на выходе магистральных насосов при сохранении частоты вращения. Расход при этом немного снизился.

**Вопрос:** Что является наиболее вероятной причиной и какие ваши первые действия?

- а) Увеличить частоту вращения насосов.
- б) **Проверить срабатывание защиты от кавитации, состояние фильтров на всасывании и параметры перекачиваемой нефти (вязкость, наличие газа).**
- в) Закрыть задвижку на выходе для роста давления.

3. На центробежном нагнетателе газоперекачивающего агрегата возросла вибрация, и температура на выходе из ступени сжатия стала выше проектной.

**Вопрос:** Какой наиболее вероятный дефект и как его устранить?

- а) Неисправность системы смазки, требуется долить масло.
- б) **Загрязнение или износ проточной части (рабочих колес, направляющих аппаратов), требуется плановый ремонт и очистка.**
- в) Неправильная работа системы охлаждения газа (АВО)

4. Проектируется участок нового газопровода длиной 150 км. Заданный расход — 30 млн. м<sup>3</sup>/сут. Давление в начале участка — 7.5 МПа. Минимально допустимое давление в конце участка — 4.0 МПа.

**Вопрос:** Какой диаметр трубопровода необходимо выбрать из стандартного ряда (530 мм, 720 мм, 1020 мм, 1420 мм) для обеспечения транспорта без установки дополнительной КС?

- а) 720 мм
- б) 1020 мм
- в) **1420 мм (Расчет по формуле показывает, что меньшие диаметры не обеспечат транспорт с такими давлениями и расходом).**

5. Для подземного хранилища газа в соляной каверне необходимо обеспечить режим закачки 8 млн. м<sup>3</sup>/сут летом и отбора 12 млн. м<sup>3</sup>/сут зимой. Максимальное давление в коллекторе — 18 МПа, минимальное — 7 МПа.

**Вопрос:** Какое основное оборудование потребуется на устье скважин и в каком составе?

- а) Только запорная арматура.
- б) **Для закачки — многоцелевой компрессорный цех; для отбора — дросселирующие устройства (штуцеры) и подогреватели газа.**

в) Насосные агрегаты и сепараторы.

6. Магистральный продуктопровод длиной 500 км и диаметром 820 мм перекачивает дизельное топливо. Температура грунта +5°C, температура продукта на входе +25°C.

**Вопрос:** Как повлияет падение температуры окружающей среды до -10°C на гидравлическое сопротивление трубопровода и мощность насосных станций?

а) Сопротивление уменьшится, мощность насосов можно снизить.

б) **Сопротивление возрастет из-за увеличения вязкости топлива, мощность насосов потребует увеличить.**

в) Никак не повлияет.

7. На линейной части трубопровода сработала система ЭХЗ (электрокатодной защиты). Потенциал "труба-земля" сместился в положительную область.

**Вопрос:** Что является наиболее вероятной причиной и какие мероприятия проводятся в первую очередь?

а) Это штатная работа ЭХЗ, вмешательство не требуется.

б) **Обрыв анодного заземления или повреждение кабеля. Необходима проверка анодного поля и изоляции.**

в) Повышение солености грунта.

8. При плановом осмотре резервуара с бензином выявлена небольшая течь в нижнем поясе стенки. Резервуар заполнен на 80%.

**Вопрос:** Каков правильный порядок действий?

а) Немедленно начать ремонт, заварив течь.

б) **Немедленно остановить все операции с резервуаром, начать аварийную откачку продукта в соседний резервуар, оградить зону и приступить к ремонту после полного освобождения и пропарки.**

в) Установить пластырь и продолжить эксплуатацию.

9. Имеется участок нефтепровода с тремя последовательно расположенными НПС. Анализ показал, что одна из станций работает с низким КПД.

**Вопрос:** Какое решение будет экономически более выгодным в долгосрочной перспективе?

а) Увеличить давление на других станциях, чтобы разгрузить неэффективную.

б) **Провести ремонт или замену неэффективного насосного агрегата на современный с высоким КПД.**

в) Ничего не делать, пока агрегат не выйдет из строя.

10. Резервуар РВС-10000 заполнен дизельным топливом до высоты 12 м. Для откачки используются два насоса с совместной производительностью 200 м<sup>3</sup>/ч. Диаметр резервуара 28.5 м.

**Вопрос:** За какое время (в часах) будет опорожнен резервуар?

а) 40 часов

б) 50 часов

в) **~38 часов** (Расчет:  $V = \pi \cdot (D^2/4) \cdot H = 3.14 \cdot (28.5^2/4) \cdot 12 \approx 7650 \text{ м}^3$ ;  $t = V / Q = 7650 / 200 \approx 38.25 \text{ ч}$ )

г) 60 часов

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Дайте определение системы сбора и подготовки нефти и газа. Назовите ее основные цели и задачи.
2. Перечислите основные стадии технологического процесса транспорта углеводородов от скважины до конечного потребителя.
3. Назовите основные виды транспорта нефти и газа. В чем преимущества и недостатки трубопроводного транспорта?
4. Что понимается под «товарной кондицией» нефти и газа?
5. Классификация резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов (по давлению, материалу, конструкции).
6. Опишите устройство и принцип работы вертикального стального резервуара (РВС). Назовите его основные элемент
7. Для чего предназначены понтоны и плавающие крыши в резервуарах? Объясните принцип снижения потерь от испарения
8. Что такое «большое» и «малое» дыхание резервуара? От чего зависят эти потери?
9. Перечислите основное вспомогательное оборудование резервуарных парков (уровнемеры, дыхательная арматура, средства подогрева). Их назначение.
10. Каковы основные правила технической эксплуатации и техники безопасности при работе с резервуарами?
11. Назначение, классификация и место НПС в системе магистрального нефтепровода.
12. Опишите принцип действия и устройство центробежного насоса. Приведите его основные характеристики: подача, напор, мощность, КПД.
13. Что такое кавитация в насосах? Ее причины, последствия и методы борьбы с ней
14. Объясните понятие «подпор насоса». Для чего необходим подпор на входе в магистральный насос?
15. Опишите типовую технологическую схему головной НПС.
16. Как определяется количество и расстояние между промежуточными НПС на трассе нефтепровода?
17. Назначение и классификация компрессорных станций на магистральных газопроводах.
18. Сравните принципы работы и области применения поршневых и центробежных компрессоров (нагнетателей).
19. Что такое степень сжатия в компрессоре? Почему для достижения высокой общей степени сжатия используют многоступенчатое сжатие?
20. Объясните назначение и принцип работы промежуточных охладителей газа (АВО - воздушные охладители) на КС.
21. Опишите состав и назначение основного и вспомогательного оборудования цеха подготовки газа КС (пылеуловители, сепараторы).
22. Опишите конструкцию магистрального трубопровода. Что входит в понятие «линейная часть»?
23. Назначение и типы линейной арматуры (задвижки, шаровые краны, обратные клапаны). Места их установки.
24. Для чего предназначены станции катодной и протекторной

защиты? Физическая сущность метода защиты от коррозии.

25. Что такое лупинг? В каких случаях и для каких целей его сооружают?

26. Опишите назначение и основное технологическое оборудование конечных пунктов нефте- и газопроводов (узлы учета, резервуарные парки, одоризационные установки).

27. Дайте определение ПХГ. Каково их основное назначение в газоснабжающей системе?

28. Назовите основные типы подземных хранилищ (в истощенных месторождениях, водоносных пластах, соляных кавернах) и сравните их.

29. Опишите основные технологические процессы при закачке и отборе газа из ПХГ.

30. Какое оборудование используется на поверхности при обустройстве ПХГ (устьевое оборудование, установки осушки, узлы учета)?

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Дайте определение системы сбора и подготовки нефти и газа. Назовите ее основные цели и задачи.

2. Перечислите основные стадии технологического процесса транспорта углеводородов от скважины до конечного потребителя.

3. Назовите основные виды транспорта нефти и газа. В чем преимущества и недостатки трубопроводного транспорта?

4. Что понимается под «товарной кондицией» нефти и газа?

5. Классификация резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов (по давлению, материалу, конструкции).

6. Опишите устройство и принцип работы вертикального стального резервуара (РВС). Назовите его основные элементы.

7. Для чего предназначены понтоны и плавающие крыши в резервуарах? Объясните принцип снижения потерь от испарения.

8. Что такое «большое» и «малое» дыхание резервуара? От чего зависят эти потери?

9. Перечислите основное вспомогательное оборудование резервуарных парков (уровнемеры, дыхательная арматура, средства подогрева). Их назначение.

10. Каковы основные правила технической эксплуатации и техники безопасности при работе с резервуарами?

11. Назначение, классификация и место НПС в системе магистрального нефтепровода.

12. Опишите принцип действия и устройство центробежного насоса. Приведите его основные характеристики: подача, напор, мощность, КПД.

13. Что такое кавитация в насосах? Ее причины, последствия и методы борьбы с ней.

14. Объясните понятие «подпор насоса». Для чего необходим подпор на входе в магистральный насос?

15. Опишите типовую технологическую схему головной НПС.

16. Как определяется количество и расстояние между промежуточными НПС на трассе нефтепровода?

17. Назначение и классификация компрессорных станций на

магистральных газопроводах.

18. Сравните принципы работы и области применения поршневых и центробежных компрессоров (нагнетателей).

19. Что такое степень сжатия в компрессоре? Почему для достижения высокой общей степени сжатия используют многоступенчатое сжатие?

20. Объясните назначение и принцип работы промежуточных охладителей газа (АВО - воздушные охладители) на КС.

21. Опишите состав и назначение основного и вспомогательного оборудования цеха подготовки газа КС (пылеуловители, сепараторы).

22. Опишите конструкцию магистрального трубопровода. Что входит в понятие «линейная часть»?

23. Назначение и типы линейной арматуры (задвижки, шаровые краны, обратные клапаны). Места их установки.

24. Для чего предназначены станции катодной и протекторной защиты? Физическая сущность метода защиты от коррозии.

25. Что такое лупинг? В каких случаях и для каких целей его сооружают?

26. Опишите назначение и основное технологическое оборудование конечных пунктов нефте- и газопроводов (узлы учета, резервуарные парки, одоризационные установки).

27. Дайте определение ПХГ. Каково их основное назначение в газоснабжающей системе?

28. Назовите основные типы подземных хранилищ (в истощенных месторождениях, водоносных пластах, соляных кавернах) и сравните их.

29. Опишите основные технологические процессы при закачке и отборе газа из ПХГ.

30. Какое оборудование используется на поверхности при обустройстве ПХГ (устьевое оборудование, установки осушки, узлы учета)?

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)*

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------------------	----------------------------------

1	Введение. Технологическое оборудование для сбора, подготовки и транспортировки нефти и газа. Резервуарные системы хранения углеводородов	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Нефтеперекачивающие станции.	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Компрессорные станции	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Оборудование трубопроводов: линейная часть (машины и механизмы) и конечные пункты (технологическое оснащение)	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Оборудования, необходимого для создания и эксплуатации подземных газонефтехранилищ. Рассматриваются технические средства для обустройства хранилищ и обеспечения их бесперебойной работы	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Основные методы расчета оборудования газонефтепроводов	ПК-2, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

8.1.1. Мустафин Ф.М. **Машины** и оборудование газонефтепроводов: Учеб. пособие для вузов / Ф.М. Мустафин, Н.И. Коновалов, Р.Ф. Гильметдинов и др. - Уфа: Монография, 2002.- 384 с.

8.1.2. Коршак А.А., Нечваль А.М. Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов и газа: Учеб. пособие для вузов.- Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2005. – 516 с.

8.1.3. Рудаченко А.В., Чухарева Н.В. Газотурбинные установки для транспорта природного газа: Учеб. пособие для вузов.– Томск: Изд-во ТПУ, 2010.– 217 с.

8.1.4. Мустафин Ф.М. Трубопроводная арматура: Учеб. пособ. для вузов.- Уфа: УГНТУ, 2002.- 205 с.

8.1.5. Коновалов Н.И. Оборудование резервуаров: Учеб. пособие для вузов.- Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2005. - 214 с.

8.1.6 Крец, В. Г. Машины и оборудование газонефтепроводов : учебное пособие для вузов / В. Г. Крец, А. В. Рудаченко, В. А. Шмурыгин. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-9029-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183711>

8.1.7 Пономарева, Т. Г. Машины и оборудование для сооружения газонефтепроводов : учебное пособие / Т. Г. Пономарева, М. Н. Редутинский. — Тюмень : ТИУ, 2012. — 16 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49261>

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

8.2.1. Электронная информационно-образовательная среда университета <https://old.education.cchgeu.ru/>

8.2.2. Консультирование посредством электронной почты.

8.2.3. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.

8.2.4. <http://petrolibrary.ru/> Электрон. дан. - Режим доступа: <http://petrolibrary.ru/> .

8.2.5. Нефть России. Электрон. дан. - Режим доступа: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Нефтяная\\_промышленность\\_России](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Нефтяная_промышленность_России) .

8.2.6. Электронно-библиотечная система (ЭБС), представленная на сайте вуза. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://cchgeu.ru/university/library/dostupnye-ebc/>.

8.2.7. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://petrolibrary.ru/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Реализация дисциплины «Машины и оборудование газонефтепроводов» требует учебной аудитории для проведения учебных занятий, оборудование:

комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья)

Технические средства обучения: переносное техническое оборудование:

- проектор;
- экран;
- переносной компьютер.

Для самостоятельной работы используется «Помещение для самостоятельной работы»/«Методический кабинет»

Оборудование кабинета: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья);

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран для проектора
- ноутбук
- персональный компьютер с возможностью подключения к сети

"Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Машины и оборудование газонефтепроводов» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета \_\_\_\_\_. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--