

**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

В.И. Ряжских

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Газораспределительные системы»

Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Профиль Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / очно-заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

/А.И. Житенев/

Заведующий кафедрой
нефтегазового оборудования
и транспортировки

/С.Г. Валюхов/

Руководитель ОПОП

/ С.Г. Валюхов /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

приобретение знаний и навыков в изучении теории проектирования и эксплуатации распределительных систем газоснабжения городов, населенных пунктов и промышленных объектов.

Изучение дисциплины позволит овладеть необходимыми знаниями и умениями правильного выбора:

рациональных структурных схем газоснабжения;

методики решения задач проектирования и расчета городских распределительных и домовых газопроводов, а также систем газоснабжения среднего и высокого давления.

технологии эксплуатации распределительных газопроводов, а также газораспределительных станций и газорегуляторных пунктов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

владение теоретическими знаниями в области основных законов, позволяющих описывать газораспределительные системы;

теоретическое и практическое освоение методов расчета газовых сетей, методов проектирования и решения задач в области эксплуатации и обслуживания объектов газораспределительных систем;

формирование у студентов навыков самостоятельного изучения информации по проблемам транспорта газа и газораспределения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Газораспределительные системы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Газораспределительные системы» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен выполнять работы по эксплуатации и обслуживанию оборудования и объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

ПК-7 - Способен выполнять работы по составлению проектной, служебной документации в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать основные схемы, конструкции узлов и агрегатов оборудования газораспределительных систем
	Уметь планировать работы по эксплуатации и

ПК-7	обслуживанию оборудования газораспределительных систем
	Владеть методами расчета эксплуатационных показателей газораспределительных систем
	Знать нормативные документы, действующие инструкции, методики проектирования для проектирования объектов газораспределительных систем
ПК-7	Уметь выполнять типовые расчеты в рамках проектных и технологических работ при проектировании объектов газораспределительных систем
	Владеть современными методами для решения задач проектирования объектов газораспределительных систем

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Газораспределительные системы» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	24	24
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Самостоятельная работа	72	72
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	60	60
В том числе:		
Лекции	12	12
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	24	24

Самостоятельная работа	84	84
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	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	Основы функционирования систем доставки газа	Введение. Системы газоснабжения: высокого, среднего и низкого давления. Структура доставки газа от источника до потребителя: стандарты, требования безопасности, организация функционирования и управления	2	2	-	6	10
2	Проектирование систем газоснабжения	Классификация газопроводов, входящих в систему газоснабжения. Промышленные системы газоснабжения. Выбор и обоснование системы газоснабжения. Реконструкция (модификация) системы газоснабжения и определение её экономического эффекта. Определение оптимального радиуса действия ГРП. Выбор труб для систем газоснабжения.	4	4	6	12	26
3	Гидравлический расчет газовых сетей	Расчет тупиковых систем газоснабжения Расчет кольцевых газопроводов	4	4	6	12	26
4	Типовое оборудование газораспределительных сетей низкого и среднего давления	Предназначение, принцип работы, требования, выбор оборудования газовых сетей: регуляторы давления; предохранительные клапаны. Предназначение, принцип работы, требования, выбор оборудования газовых сетей: фильтры; контрольно-измерительные приборы и средства автоматики; сбросные трубопроводы.	4	4	4	12	24
5	Определение расхода газа в населенных пунктах по укрупненным показателям	Определение расхода газа населенным пунктом: по годовым нормам; по укрупненным показателям.	2	2	4	12	20
6	Поиск оптимальных схем газоснабжения	Основные принципы построения систем газоснабжения и поиска их оптимального расположения на местности. Математические методы поиска оптимальных систем газоснабжения в зависимости от критериев поиска. Программная реализация алгоритмов	6	6	4	12	28

		поиска оптимального расположения сетей с точки зрения различных критериев оптимизации					
7	Безопасность эксплуатации газовых сетей	Безопасность персонала при сооружении и эксплуатации и экологичность газораспределительных сетей.	2	2	-	6	10
Итого			24	24	24	72	144

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основы функционирования систем доставки газа	Введение. Системы газоснабжения: высокого, среднего и низкого давления. Структура доставки газа от источника до потребителя: стандарты, требования безопасности, организация функционирования и управления	2	2	-	8	12
2	Проектирование систем газоснабжения	Классификация газопроводов, входящих в систему газоснабжения. Промышленные системы газоснабжения. Выбор и обоснование системы газоснабжения. Реконструкция (модификация) системы газоснабжения и определение её экономического эффекта. Определение оптимального радиуса действия ГРП. Выбор труб для систем газоснабжения.	2	4	6	14	26
3	Гидравлический расчет газовых сетей	Расчет тупиковых систем газоснабжения Расчет кольцевых газопроводов	2	4	6	14	26
4	Типовое оборудование газораспределительных сетей низкого и среднего давления	Предназначение, принцип работы, требования, выбор оборудования газовых сетей: регуляторы давления; предохранительные клапаны. Предназначение, принцип работы, требования, выбор оборудования газовых сетей: фильтры; контрольно-измерительные приборы и средства автоматики; сбросные трубопроводы.	2	4	4	14	24
5	Определение расхода газа в населенных пунктах по укрупненным показателям	Определение расхода газа населенным пунктом: по годовым нормам; по укрупненным показателям.	1	2	4	14	21
6	Поиск оптимальных схем газоснабжения	Основные принципы построения систем газоснабжения и поиска их оптимального расположения на местности. Математические методы поиска оптимальных систем газоснабжения в зависимости от критериев поиска. Программная реализация алгоритмов поиска оптимального расположения сетей с точки зрения различных критериев оптимизации	2	6	4	14	26
	Безопасность эксплуатации газовых сетей	Безопасность персонала при сооружении и эксплуатации и экологичность газораспределительных сетей.	1	2	-	6	9
Итого			12	24	24	84	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1 - Газораспределительные сети древовидной структуры низкого давления

Лабораторная работа №2 - Газораспределительные сети древовидной структуры высокого (среднего) давления

Лабораторная работа №3 - Проектирование сети газоснабжения (гидравлический расчет)

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения, в 10 семестре для очно-заочной формы обучения

Примерная тематика курсового проекта: «Гидравлический расчет сложного газопровода» (по вариантам задания).

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- вывод формулы для расчета пропускной способности трубопроводной системы
- поверочный расчет, для определения фактических значений давлений и расходов во всех участках трубопроводной системы
- построение пьезометрического графика

Курсовой проект включают 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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать основные схемы, конструкции узлов и агрегатов оборудования газораспределительных систем	Тестирование, активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих

	Уметь планировать работы по эксплуатации и обслуживанию оборудования газораспределительных систем	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	программах Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами расчета эксплуатационных показателей газораспределительных систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	Знать нормативные документы, действующие инструкции, методики проектирования для проектирования объектов газораспределительных систем	Тестирование, активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять типовые расчеты в рамках проектных и технологических работ при проектировании объектов газораспределительных систем	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть современными методами для решения задач проектирования объектов газораспределительных систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	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 8 семестре для очной формы обучения, 10 семестре для очно-заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать основные схемы, конструкции узлов и агрегатов оборудования газораспределительных систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь планировать работы по эксплуатации и обслуживанию	Решение стандартных практических задач,	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены Лабораторная работа не

	оборудования газораспределительных систем	выполнение лабораторных работ, написание курсового проекта	Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний Все расчеты в курсовом проекте выполнены полностью, все графические и цифровые данные представлены полно и корректно	верный ответ во всех задачах Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, но отчет содержит незначительные логические погрешности, опiski, отступления от структуры отчета Все расчеты в курсовом проекте выполнены полностью, имеются небольшие погрешности	Лабораторная работа выполнена не самостоятельно -но, отчет соответствует требованиям методических указаний Расчеты в курсовом проекте выполнены не полностью, графические и цифровые данные представлены неполно или некорректно	выполнена или отчет не представлен Расчеты в курсовом проекте выполнены неполно или некорректно
	Владеть методами расчета эксплуатационных показателей газораспределительных систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ, выполнение курсового проекта	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний Все расчеты в курсовом проекте выполнены полностью, все графические и цифровые данные представлены полно и корректно	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, но отчет содержит незначительные логические погрешности, опiski, отступления от структуры отчета Все расчеты в курсовом проекте выполнены полностью, имеются небольшие погрешности	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач Лабораторная работа выполнена не самостоятельно -но, отчет соответствует требованиям методических указаний Расчеты в курсовом проекте выполнены не полностью, графические и цифровые данные представлены неполно или некорректно	Задачи не решены Лабораторная работа не выполнена или отчет не представлен Расчеты в курсовом проекте выполнены неполно или некорректно
ПК-7	Знать нормативные документы, действующие инструкции, методики проектирования для проектирования объектов газораспределительных систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь выполнять типовые расчеты в	Решение стандартных	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход решения	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	рамках проектных и технологических работ при проектировании объектов газораспределительных систем	практических задач, выполнение лабораторных работ, написание курсового проекта	получены верные ответы Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний Все расчеты в курсовом проекте выполнены полностью, все графические и цифровые данные представлены полно и корректно	всех, но не получен верный ответ во всех задачах Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, но отчет содержит незначительные логические погрешности, описки, отступления от структуры отчета Все расчеты в курсовом проекте выполнены полностью, имеются небольшие погрешности	большинстве задач Лабораторная работа выполнена не самостоятельно -но, отчет соответствует требованиям методических указаний Расчеты в курсовом проекте выполнены не полностью, графические и цифровые данные представлены неполно или некорректно	Лабораторная работа не выполнена или отчет не представлен Расчеты в курсовом проекте выполнены неполно или некорректно
	Владеть современными методами для решения задач проектирования объектов газораспределительных систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ, выполнение курсового проекта	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний Все расчеты в курсовом проекте выполнены полностью, все графические и цифровые данные представлены полно и корректно	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах Лабораторная работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, но отчет содержит незначительные логические погрешности, описки, отступления от структуры отчета Все расчеты в курсовом проекте выполнены полностью, имеются небольшие погрешности	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач Лабораторная работа выполнена не самостоятельно -но, отчет соответствует требованиям методических указаний Расчеты в курсовом проекте выполнены не полностью, графические и цифровые данные представлены неполно или некорректно	Задачи не решены Лабораторная работа не выполнена или отчет не представлен Расчеты в курсовом проекте выполнены неполно или некорректно

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. Система газоснабжения, представляющая собой систему замкнутых газопроводов, благодаря чему достигается более равномерный режим

давления газа у потребителей и облегчается проведение ремонтных и эксплуатационных работ, называется:

- 1) смешанной,
- 2) кольцевой,
- 3) многоступенчатой.

2. Имущественный производственный комплекс, состоящий из организационно и экономически взаимосвязанных объектов, предназначенных для транспортировки и подачи газа непосредственно потребителям – это:

- 1) сеть газораспределения,
- 2) газораспределительная система,
- 3) сеть газопотребления,
- 4) источник газа.

3. Выберите устройство, предназначенное для сбора и удаления жидкости из подземных газопроводов:

- 1) гидрозатвор;
- 2) конденсатосборник;
- 3) муфта;
- 4) колодец.

4. Газорегуляторные установки размещают:

- 1) в отдельно стоящих зданиях;
- 2) в газифицируемых помещениях;
- 3) снаружи газифицируемого объекта;
- 4) на кровле газифицируемого здания.

5. Укажите правильный вариант размещения предохранительно-запорного клапана в газорегуляторном пункте:

- 1) перед регулятором давления газа;
- 2) перед газовым фильтром;
- 3) перед предохранительно-сбросным клапаном;
- 4) перед входной задвижкой газорегуляторного пункта.

6. Давление срабатывания предохранительно-сбросного клапана, устанавливаемого в ГРП, составляет от величины выходного давления газа:

- 1) 5%;
- 2) 10%;
- 3) 15%;
- 4) 25%.

7. На маховиках запорной арматуры, применяемой в системах газоснабжения, должна быть указана следующая информация:

- 1) максимальное рабочее давление;
- 2) марка завода-изготовителя;
- 3) направление вращения при открытии и закрытии арматуры;
- 4) материал корпуса арматуры.

8. Контроль за давлением газа в газораспределительных сетях производится не реже:

- 1) одного раза в пол года;
- 2) одного раза в год;
- 3) одного раза в 2 года;
- 4) одного раза в 3 года.

9. Врезка и пуск газа в ГРП проводится:

- 1) по проекту;
- 2) по плану организации работ;
- 3) по технологическим инструкциям;
- 4) по письменному распоряжению начальника службы.

10. Укажите значения номинальной пропускной способности регулятора давления газа:

- 1) 10 - 80% от максимальной пропускной способности регулятора;
- 2) 10-50% от максимальной пропускной способности регулятора;
- 3) 10-80% от минимальной пропускной способности регулятора;
- 4) 10-50% от минимальной пропускной способности регулятора.

11. Масса механических примесей в 1м³ природного газа по ГОСТ 5542-87 НЕ должна превышать:

- 1) 0,001 г;
- 2) 0,01 г;
- 3) 0,1 г;
- 4) 1 г.

12. С какой целью проводится учет неравномерности газопотребления:

- 1) чтобы подавать газ потребителям в произвольных объемах;
- 2) чтобы не влиять на работу буферных потребителей;
- 3) чтобы не влиять на подачу газа от источников газоснабжения;
- 4) позволяет правильно планировать подачу газа от источников газоснабжения, определяет режим работы буферных потребителей.

13. Профилактический обход ШРП необходимо проводить не реже:

- 1) одного раза в неделю;
- 2) двух раз в неделю;
- 3) одного раза в месяц;
- 4) одного раза в три месяца.

14. Назначение предохранительно-запорного клапана

- 1) перекрывать подачу газа потребителю при аварийном повышении или понижении давления после регулятора,
- 2) перекрывать газ при номинальном давлении перед горелкой у потребителя,
- 3) осуществлять регулирование давления газа,
- 4) перекрывать подачу газа при аварийном повышении или понижении давления перед регулятором.

15. Текущий ремонт газопроводов и газооборудования котельных должен проводиться не реже:

- 1) одного раза в 3 месяца;
- 2) одного раза в 6 месяцев;
- 3) одного раза в 12 месяцев;

- 4) одного раза в 2 года.
16. Недостаток тупиковой газовой системы:
- 1) большая металлоемкость,
 - 2) при выходе из строя какого-либо газорегуляторного пункта нагрузку по снабжению потребителей газом принимают на себя другие ГРП,
 - 3) различная величина давлений газа у потребителей.
17. Недостатком кольцевой системы является:
- 1) большая металлоемкость;
 - 2) при выходе из строя какого-либо газорегуляторного пункта нагрузку по снабжению потребителей газом принимают на себя другие ГРП;
 - 3) различная величина давлений газа у потребителей.
18. Для строительства газопроводов применяют трубы:
- 1) стальные, медные и полиэтиленовые;
 - 2) стальные, чугунные и полиэтиленовые;
 - 3) стальные, алюминиевые и полиэтиленовые.
19. Прокладка в одной траншее двух газопроводов и более:
- 1) не допускается,
 - 2) допускается.
20. Составляющая скоростного напора в уравнении Бернулли:
- 1) $\frac{\rho \cdot V^2}{2}$,
 - 2) $\frac{p}{\rho \cdot g}$,
 - 3) $\frac{p}{\rho}$,
 - 4) z .

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Газовая смесь состоит из 99 % метана, 0,5 % этана и 0,5 % азота. Определить молярную массу газовой смеси и значение газовой постоянной. Ответ. 16,172 кг/кмоль; 514,1 Дж/(кг К).
2. Газовая смесь состоит из 88 % метана, 6 % этана, 4% пропана и 2 % азота. Определить молярную массу газовой смеси и значение ее газовой постоянной. Ответ. 18,243 кг/кмоль; 455,7 Дж/(кг К).
3. Определить массу 100 тыс. нормальных (то есть вычисленных при давлении $p = 0,1013$ МПа и температуре $T = 293$ К) кубометров природного газа ($\mu = 19,2$ кг/кмоль). Ответ. 79,842 т.
4. Объем природного газа ($\mu = 18,5$ кг/кмоль) в стандартных условиях составляет 250 тыс. м³. Какова его масса? Ответ. 192,328 т.

5. Объем природного газа, измеренный при стандартных условиях, составляет 10 тыс. м^3 . Каков объем этого газа при нормальных (то есть вычисленных при давлении $p = 0,1013 \text{ МПа}$ и температуре $T = 273 \text{ К}$) условиях? Ответ. $9317,4 \text{ м}^3$
6. Объем природного газа, измеренный при нормальных условиях, составляет 50 тыс. м^3 . Каков объем этого газа при стандартных условиях? Ответ. 53663 м^3 .
7. Природный газ, хранящийся в резервуаре емкостью 20 тыс. м^3 при среднем давлении $0,11 \text{ МПа}$, подвержен колебаниям суточной температуры от $+8 \text{ }^\circ\text{C}$ ночью до $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ днем. Определить амплитуду колебания давления в резервуаре. Ответ. $0,0023 \text{ МПа}$.
8. Давление в газовом резервуаре составляет $0,12 \text{ МПа}$, температура $+15 \text{ }^\circ\text{C}$. На сколько повысится давление в этом резервуаре, если температура в нем возрастет на $15 \text{ }^\circ\text{C}$? Ответ. $0,0063 \text{ МПа}$.
9. Газовую полость (или газовый пузырь) подземного хранилища газа (ПХГ) можно приближенно считать прямым цилиндром, имеющим в плане форму эллипса с полуосями $a = 3000 \text{ м}$, $b = 2000 \text{ м}$ и высотой $h = 15 \text{ м}$. Пористость m пласта (то есть объемная доля пустот в породах, составляющих пласт), составляет 30% ($0,3$), а насыщенность s пустот газом (то есть объемная доля этих пустот, заполненных газом), равна $0,65$; остальная часть пустот заполнена водой. Определить, какой объем газа в стандартных кубических метрах находится в ПХГ, если известны пластовое давление $p = 10 \text{ МПа}$ и температура $T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ газа. Известны также постоянные газа: $R = 470 \text{ Дж/(кг К)}$, $p_{\text{кр}} = 4,7 \text{ МПа}$, $T_{\text{кр}} = 200 \text{ К}$. Ответ. $6,554 \text{ млрд. м}^3$.
10. После того, как из подземного хранилища газа (ПХГ), параметры которого даны в условии предыдущей задачи 9, отобрали некоторое количество газа, давление в газовой полости уменьшилось до $8,5 \text{ МПа}$, а насыщенность s газа снизилась с $0,65$ до $0,35$. Определить, какое количество газа (в стандартных кубических метрах) извлечено из ПХГ за период отбора. Ответ. $3,661 \text{ млрд. м}^3$.
11. Природный газ ($\mu = 19,5 \text{ кг/кмоль}$) при давлении $1,5 \text{ МПа}$ и температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$ можно приближенно считать совершенным. Определить массу газа, если его объем при указанных условиях составляет 100 тыс. м^3 . Ответ. $1180,6 \text{ т}$.
12. Метан находится в контейнере при давлении 20 МПа и температуре $+100 \text{ }^\circ\text{C}$. В каком агрегатном состоянии находится газ? В каком агрегатном состоянии находился бы метан в том же контейнере, если бы его температуру снизили до $(-110) \text{ }^\circ\text{C}$? Ответ обосновать. Ответ. В газообразном. В жидком.
13. Газовая смесь состоит из 94% метана, 4% этана и 2% азота. Определить критические параметры смеси. Ответ. $4,627 \text{ МПа}$; $193,86 \text{ К}$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Природный газ ($\Delta = 0,62$; $p_{кр} = 4,75$ МПа; $T_{кр} = 194$ К) необходимо транспортировать по участку газопровода ($L = 120$ км, $D = 1020 \times 10$ мм, $k = 0,03$ мм) с коммерческим расходом 35 млн. m^3 /сутки в изотермическом режиме при средней температуре $+12$ °С. Какое давление следует ожидать в конце участка газопровода, если давление в его начале составляет $5,5$ МПа? Ответ. $3,14$ МПа.
2. При стационарной перекачке газа ($p_{кр} = 7,4$ МПа, $T_{кр} = 194$ К) давление и температура в начале участка газопровода составляют $5,2$ МПа и 35 °С, а в его конце – $3,5$ МПа и 10 °С, соответственно. Определить, во сколько раз скорость газа в конце участка превышает скорость газа в его начале. Ответ. В $1,375$ раза.
3. Давление в начале участка газопровода составляет $7,5$ МПа, а в конце участка – $4,0$ МПа. Найти давление в середине этого участка. Ответ. $6,0$ МПа.
4. Давление в начале участка газопровода составляет $7,50$ МПа, а в конце участка – $4,00$ МПа. Найти давление в сечении, отстоящим на $1/3$ протяженности участка от его начала. Ответ. $6,54$ МПа.
5. Определить среднее давление на участке газопровода при стационарном изотермическом режиме перекачки, если давление в начале участка составляет $5,2$ МПа, а в его конце – $3,5$ МПа. Ответ. $4,405$ МПа.
6. Коммерческий расход газа ($\mu = 17,1$ кг/кмоль, $p_{кр} = 4,7$ МПа; $T_{кр} = 194$ К) составляет 25 млн. m^3 /сутки. Найти объемный расход Q_v газа на входе в центробежный нагнетатель, если известно, что давление на входе в нагнетатель составляет $3,7$ МПа, а температура газа $+15$ °С . Ответ. 430 m^3 /мин.
7. Коммерческий расход газа ($\mu = 17,1$ кг/кмоль, $p_{кр} = 4,7$ МПа; $T_{кр} = 194$ К) составляет 25 млн. m^3 /сутки. Найти отношение объемного расхода Q_n газа на выходе нагнетателя к объемному расходу Q_v на входе в нагнетатель, если известны давление и температура газа $3,7$ МПа, $+15$ °С до нагнетателя, и $5,2$ МПа, $+35$ °С после нагнетателя. Ответ. $0,753$.
8. Доказать, что увеличение давления в начале участка газопровода на величину Δp (при неизменном давлении в его конце) приводит к большему увеличению коммерческого расхода газа, чем уменьшение давления в конце участка на ту же величину Δp (при неизменном давлении в его начале).
9. Уменьшится или увеличится коммерческий расход газа на участке газопровода, если давления в начале и в конце этого участка одновременно увеличить на одну и ту же величину Δp ? Температуру, коэффициент сжимаемости и коэффициент гидравлического сопротивления считать постоянными. Ответ. Увеличится.
10. Коммерческий расход газа, перекачиваемого по участку газопровода ($D = 1020 \times 10$ мм, $k = 0,03$ мм) равен 20 млн. m^3 /сутки. Какой расход газа

установился бы на участке такой же протяженности в газопроводе большего диаметра ($D = 1220 \times 12$ мм, $k = 0,03$ мм) при тех же давлениях в начале и конце участка. Среднюю температуру и коэффициент сжимаемости газа в сравниваемых вариантах считать одинаковыми. Ответ. 31,85 млн. м³ /сутки.

11. Компрессорная станция обеспечивает перекачку газа по участку газопровода постоянного диаметра, развивая при этом степень сжатия 1,56. Считая, что давления перед компрессорной станцией и в конце рассматриваемого участка равны друг другу, определить, на сколько нужно увеличить степень сжатия газа, чтобы расход перекачки возрос на 10 %. Давление в конце участка, среднюю температуру и коэффициент сжимаемости газа в сравниваемых вариантах считать одинаковыми. Ответ. 1,654 (то есть на 6 %).

12. Давление в начале 125-км участка газопровода ($D = 1020 \times 10$ мм, $k = 0,03$ мм) составляет 6,0 МПа, а в конце участка – 3,5 МПа. Определить коммерческий расход газа ($\Delta = 0,6$; $p_{кр} = 4,8$ МПа; $T_{кр} = 200$ К), перекачиваемого при постоянной температуре +15°C. Ответ. 37,64 млн. м³ /сутки.

13. Давление в начале 120-км участка газопровода ($D = 1220 \times 12$ мм, $k = 0,03$ мм) составляет 5,5 МПа, а в конце участка – 3,8 МПа. Определить коммерческий расход газа ($\Delta = 0,59$; $p_{кр} = 4,7$ МПа; $T_{кр} = 194$ К), перекачиваемого при постоянной температуре +10 °С. Ответ. 50,58 млн. м³ /сутки.

14. Природный газ ($\Delta = 0,59$; $p_{кр} = 4,7$ МПа; $T_{кр} = 194$ К) перекачивают по участку газопровода ($L = 100$ км, $D = 1020 \times 10$ мм, $k = 0,05$ мм) в изотермическом режиме ($T = +10$ °С) с коммерческим расходом 30 млн. м³ /сутки. Какое давление необходимо поддерживать в начале участка газопровода, чтобы давление в конце участка было не ниже 3,2 МПа? Ответ. Не ниже 4,83 МПа.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Формула расчета расхода для установившегося изотермического движения вязкого газа по трубопроводу?
2. Коэффициент гидравлического сопротивления газопровода?
3. Распределение давления газа в газопроводе?
4. Среднее и среднеинтегральное значение давления газа в трубопроводе?
5. Тепловое состояние газопровода (формула Шухова)?
6. Среднее и среднеинтегральное значение температуры газа в трубопроводе?
7. Тепловое взаимодействие трубопровода и грунта?
8. Расчет сложных газопроводов (основные понятия)?
9. Одноточные газопроводы с участками различного диаметра?
10. Параллельное соединение газопроводов?

11. Газопровод постоянного диаметра с путевыми отборами (подкачками) газа?
12. Понятие нормальных и стандартных условий?
13. Алгоритм расчета газовых сетей низкого давления?
14. Понятие основного направления?
15. Расчет удельной величины падения давления для распределительной сети?
16. Расчет теоретических давлений в сети?
17. Методика расчет газовой сети по СНиП 2.04.08-87 – "Газоснабжение"?
18. Методика расчет газовой сети СП 42-101-2003?
19. Режимы движения газа?
20. Понятие абсолютной, относительной и эквивалентной шероховатости?
21. Что такое гидравлически гладкая стенка, при каких условиях существуют такие режимы течения?
22. Что характеризует число Рейнольдса?
23. Классификация газовых сетей по рабочему давлению в сети?
24. Как влияет шероховатость трубопроводов на пропускную способность системы?
25. Какие ограничение на скорость движения газа по трубопроводам существуют?
26. Какая допустимая максимальная величина потери давления до самого удаленного абонента для сетей низкого давления установлена нормативными документами?
27. Методика расчета сети высокого (среднего) давления по СНиП 2.04.08-87?
28. Методика расчета сети высокого (среднего) давления по СП 42-101-2003?
29. Алгоритм расчета сети высокого (среднего) давления?
30. Алгоритм и методика расчета кольцевых газовых сетей?

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

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	Основы функционирования систем доставки газа	ПК-1, ПК-7	Тест, контрольная работа, требования к курсовому проекту
2	Проектирование систем газоснабжения	ПК-1, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
3	Гидравлический расчет газовых сетей	ПК-1, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
4	Типовое оборудование газораспределительных сетей низкого и среднего давления	ПК-1, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
5	Определение расхода газа в населенных пунктах по укрупненным показателям	ПК-1, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
6	Поиск оптимальных схем газоснабжения	ПК-1, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
7	Безопасность эксплуатации газовых сетей	ПК-1	Тест, 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 20 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

1. Медведева О.Н. Газоснабжение. Проектирование газораспределительных систем: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию / О. Н. Медведева. - Газоснабжение. Проектирование газораспределительных систем. - Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 378 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/101762.html>

2. Колпакова Н.В. Проектирование городских систем газоснабжения : учебно-методическое пособие / Н. В. Колпакова. - Проектирование городских систем газоснабжения; - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. - 68 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/106767.html>

3. Марон В.И. Гидравлика двухфазных потоков в трубопроводах [Электронный ресурс] / Марон В. И., - 1-е изд. - : Лань, 2012. - 256 с. - URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3189

4. Лурье М.В. Задачник по трубопроводному транспорту нефти, нефтепродуктов и газа : учеб. пособие. - 3-е изд. - М. : Центр "ЛитНефтегаз", 2004. - 349 с.

5. Колосов А.И. Расчет газовых сетей населенных пунктов: учебно-методическое пособие / А. И. Колосов, Г. Н. Мартыненко, С. В. Чуйкин. - Расчет газовых сетей населенных пунктов ; 2031-06-07. - Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 93 с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/108334.htm>

6. Колибаба О.Б. Основы проектирования и эксплуатации систем газораспределения и газопотребления [Электронный ресурс] / Колибаба О. Б., Никишов В. Ф., Ометова М. Ю. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 204 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167402>

7. Новопашина Н. А. Эксплуатация и реконструкция систем газоснабжения. Ч.1. Аварийно-диспетчерская служба : учебное пособие / Н. А. Новопашина, В. А. Едуков, Д. А. Едуков. - Эксплуатация и реконструкция систем газоснабжения. Ч.1. Аварийно-диспетчерская служба ; 2026-09-20. - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 174 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/111737.html>

8. Субханкулов Ф.Ф. Газоснабжение [Электронный ресурс]: практикум / Р.М. Галиев; М.Б. Хадиев; Ф.Ф. Субханкулов. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. - 95 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/61837.html>

9. Шибеко А. С. Газоснабжение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Шибеко А. С. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 520 с.

URL: <https://e.lanbook.com/book/125714>

10. А.И. Житенев, И.В. Рощупкина Методические указания по выполнению курсового проекта «Гидравлический расчет сложных газопроводов» по дисциплине «Газораспределительные системы» для студентов направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения (№205-2016)

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:

Лицензионное программное обеспечение: Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия), Microsoft Office Word 2013/2007, Microsoft Office Excel 2013/2007, Microsoft Office Power Point 2013/2007, ABBYY FineReader 9.0.

Свободное программное обеспечение: Adobe Acrobat Reader, PDF24 Creator, 7zip, LibreOffice, Google Chrome.

Ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет»:

1. Сайт Министерства энергетики РФ, разделы «Нефть», «Газ» (<http://minenergo.gov.ru>);

2. Официальные сайты предприятий газораспределения (<https://gazoraspredelenie.gazprom.ru/about/organization/>);

3. Официальный портал Единого оператора газификации РФ (<https://connectgas.ru>);

4. Сайт «Газификация России» (<https://www.gazprommap.ru>);

5. Сайты производителей газораспределительного оборудования (<https://gasdep.ru>, <https://o-zavodah.ru/zavody-proizvoditeli-grpsh/>, <https://gazovik-gaz.ru>)

Информационные справочные системы: Справочная система ВГТУ – <https://wiki.cchgeu.ru>); Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>); Информационная система нормативной документации (<https://meganorm.ru>); Информационно-правовой портал «Консультант плюс» (<http://www.consultant.ru>); Информационно-правовой портал Гарант» (<http://www.garant.ru/>); Электронно-библиотечная система IPRbooks (<https://iprbooks.ru>); Электронная библиотека диссертаций

Российской государственной библиотеки (<http://diss.rsl.ru>); Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>); Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/>).

Современные профессиональные базы данных: Нефтегаз.ру (<https://neftegaz.ru/>); СтартНефтьГаз (<https://startng.ru>)

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Компьютерный класс с доступом в Интернет

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

По дисциплине «Газораспределительные системы» 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 газовых сетей. 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 расчетных 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: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
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 экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.