

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



Декан факультета **С. А. Яременко**
«25» ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Проектирование и строительство нефтепроводов»

Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Профиль "Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ"

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / очно-заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

/Кочегаров А.В. /

И.о. заведующего кафедрой
Теплогасоснабжения и
нефтегазового дела

/Китаев Д.Н./

Руководитель ОПОП

/Тульская С.Г./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Освоение основных приемов решения практических задач по проектированию и строительству нефтепроводов.

Приобретение опыта работы в области расчета и проектирования трубопроводного транспорта нефти.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение сведений о структуре и основном оборудовании магистральных нефтепроводов.

Изучение основ проектирования нефтепроводов.

Знакомство с процессами, происходящими в нефтепроводах при перекачке высоковязких нефтей, последовательной перекачке нефтепродуктов, при сезонном изменении вязкости жидкости.

Знакомство с методиками оптимизации параметров нефтепроводов, а также их технологического расчета.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Проектирование и строительство нефтепроводов» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Проектирование и строительство нефтепроводов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-15 - способность использовать стандартные программные средства при проектировании

ПК-12 - способность использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

ПК-11 - способность планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать выводы

ПК-5 - готовность решать технические задачи по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-15	знать методы подготовки и решения задач на персональном компьютере; методы программирования в средах проектирования

	<p>уметь представлять полученную информацию в удобном для анализа и принятия решения виде</p> <p>владеть основными методами работы на ПК с использованием универсальных прикладных программ, поиска, хранения и обработки информации</p>
ПК-12	<p>знать основные понятия физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>
	<p>уметь использовать основные понятия физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>
	<p>владеть методами физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>
ПК-11	<p>знать планирование, необходимые эксперименты, прикладные программные продукты</p>
	<p>уметь планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать выводы</p>
	<p>владеть навыками проведения необходимых экспериментов, обрабатывать их, в том числе с использованием прикладных программных продуктов</p>
ПК-5	<p>знать алгоритм решения технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и</p>

	подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья
	уметь принимать решения по выполнению технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья
	владеть навыками по решению технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование и строительство нефтепроводов» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	100	36	64
В том числе:			
Лекции	50	18	32
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки	50	18	32
Самостоятельная работа	80	36	44
Курсовая работа	+	-	+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	216	72	144
зач.ед.	6	2	4

очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего	Семестры
---------------------	-------	----------

	часов	6	7
Аудиторные занятия (всего)	82	32	50
В том числе:			
Лекции	34	16	18
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки	48	16	32
Самостоятельная работа	107	40	67
Курсовая работа	+	-	+
Часы на контроль	27	-	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	72	144
зач.ед.	6	2	4

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.	СРС	Всего, час
1	Состав сооружений магистральных нефтепроводов	Классификация магистральных нефтепроводов. Состав сооружения магистральных нефтепроводов. Сооружение линейной части МН. Виды стальных труб. Их свойства и применение. Оборудование линейной части трубопроводов. Трубопроводная арматура. Подводные переходы трубопроводов. Надземные переходы трубопроводов. Переходы под автомобильными и железными дорогами. Очистка и испытание нефтепроводов.	6	6	10	22
2	Системы перекачки нефти	Эксплуатационные участки. Системы перекачки. Рабочие характеристики магистральных и подпорных насосов. Исходные данные для технологического расчета магистральных нефтепроводов. Определение потерь напора. Гидравлический уклон. Определение расчетной длины и перевалочной точки. Уравнение баланса напоров. Определение необходимого числа перекачивающих станций. Расстановка перекачивающих станций и лупингов по трассе магистрального нефтепровода. Расчет нефтепроводов при заданном положении перекачивающих станций. Расчет коротких нефтепроводов. Коэффициент гидравлического сопротивления. Противокоррозионная защита объектов трубопроводного транспорта нефти.	6	6	10	22
3	Особенности технологии перекачки нефти	Целесообразность последовательной перекачки. Структура современного нефтепродуктопровода. Особенности технологии последовательной перекачки. Механизм смесеобразования при ламинарном и турбулентном режимах перекачки. Влияние различных факторов на объем образующейся	6	6	10	22

		смеси и пути его уменьшения. Приближенная теория смесеобразования. Применение разделителей. Понятие о допустимых концентрациях. Раскладка смеси на конечном пункте. Контроль за последовательной перекачкой. Особенности расчета трубопроводов при последовательной перекачке. Изменение давления и расхода в трубопроводе при вытеснении одной жидкости другой.				
		практическая подготовка обучающихся	-	4	-	-
4	Перекачка высоковязких нефти	Реологические свойства высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктов. Способы перекачки высоковязких нефтей. Техника, технология и расчет трубопроводов для «горячей» перекачки высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктов.	6	6	10	22
5	Перекачка подогретой нефти	Оборудование насосных и тепловых станций. Тепловой режим «горячих» трубопроводов. Потери напора в горячем трубопроводе и его характеристика. Определение числа и расстановка станций по трассе «горячего» трубопровода. Применение тепловой изоляции. Оптимальные параметры «горячих» трубопроводов. Особые режимы работы «горячих» трубопроводов.	6	6	10	22
6	Двухфазный транспорт нефти	Двухфазный транспорт нефти (газового конденсата) и газа. Основные характеристики и структурные формы двухфазного потока. Характеристика трубопровода при перекачке газожидкостных смесей.	6	6	10	22
7	Перекачка газонасыщенных нефти	Перекачка газонасыщенных нефтей. Влияние растворенного газа на свойства нефтей. Особенности перекачки газонасыщенных нефтей. Изменение параметров работы трубопровода при переводе на перекачку нефтей с растворенным газом. Новая техника и технологии в трубопроводном транспорте.	6	6	10	22
8	Проектирование и строительство нефтепроводов	Состав проектной документации для нефтепровода. Порядок проектирования нефтепроводов. Характеристика местности и условий прокладки трубопровода; название нефтепродукта для транспортировки по проектируемому трубопроводу, сведения о качестве этого продукта; проектные объемы перекачки, сведения о потребителях продукта; режим работы нефтепровода; список материальных ресурсов для обеспечения строительных работ; список требуемых для строительства технических сооружений; плановые сроки на проектные и строительные работы; мощностные и прочие характеристики подрядной строительной организации. Проектирования трубной системы для нефтепровода. Подбор оборудования для нефтепровода.	8	8	10	26
		практическая подготовка обучающихся	-	10	-	-
Итого практическая подготовка			-	14	-	-
Итого			50	50	80	180

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Состав сооружений магистральных нефтепроводов	Классификация магистральных нефтепроводов. Состав сооружения магистральных нефтепроводов. Сооружение линейной части МН. Виды стальных труб. Их	4	6	13	23

		свойства и применение. Оборудование линейной части трубопроводов. Трубопроводная арматура. Подводные переходы трубопроводов. Надземные переходы трубопроводов. Переходы под автомобильными и железными дорогами. Очистка и испытание нефтепроводов.				
2	Системы перекачки нефти	Эксплуатационные участки. Системы перекачки. Рабочие характеристики магистральных и подпорных насосов. Исходные данные для технологического расчета магистральных нефтепроводов. Определение потерь напора. Гидравлический уклон. Определение расчетной длины и перевалочной точки. Уравнение баланса напоров. Определение необходимого числа перекачивающих станций. Расстановка перекачивающих станций и лупингов по трассе магистрального нефтепровода. Расчет нефтепроводов при заданном положении перекачивающих станций. Расчет коротких нефтепроводов. Коэффициент гидравлического сопротивления. Противокоррозионная защита объектов трубопроводного транспорта нефти.	4	6	13	23
3	Особенности технологии перекачки нефти	Целесообразность последовательной перекачки. Структура современного нефтепродуктопровода. Особенности технологии последовательной перекачки. Механизм смесеобразования при ламинарном и турбулентном режимах перекачки. Влияние различных факторов на объем образующейся смеси и пути его уменьшения. Приближенная теория смесеобразования. Применение разделителей. Понятие о допустимых концентрациях. Раскладка смеси на конечном пункте. Контроль за последовательной перекачкой. Особенности расчета трубопроводов при последовательной перекачке. Изменение давления и расхода в трубопроводе при вытеснении одной жидкости другой.	4	6	13	23
		практическая подготовка обучающихся	-	4	-	-
4	Перекачка высоковязких нефти	Реологические свойства высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктопроводов. Способы перекачки высоковязких нефтей. Техника, технология и расчет трубопроводов для «горячей» перекачки высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктов.	4	6	13	23
5	Перекачка подогретой нефти	Оборудование насосных и тепловых станций. Тепловой режим «горячих» трубопроводов. Потери напора в горячем трубопроводе и его характеристика. Определение числа и расстановка станций по трассе «горячего» трубопровода. Применение тепловой изоляции. Оптимальные параметры «горячих» трубопроводов. Особые режимы работы «горячих» трубопроводов.	4	6	13	23
6	Двухфазный транспорт нефти	Двухфазный транспорт нефти (газового конденсата) и газа. Основные характеристики и структурные формы двухфазного потока. Характеристика трубопровода при перекачке газожидкостных смесей.	4	6	13	23
7	Перекачка газонасыщенных нефти	Перекачка газонасыщенных нефтей. Влияние растворенного газа на свойства нефтей. Особенности перекачки газонасыщенных	4	6	13	23

		нефтей. Изменение параметров работы трубопровода при переводе на перекачку нефтей с растворенным газом. Новая техника и технологии в трубопроводном транспорте.				
8	Проектирование и строительство нефтепроводов	Состав проектной документации для нефтепровода. Порядок проектирования нефтепроводов. Характеристика местности и условий прокладки трубопровода; название нефтепродукта для транспортировки по проектируемому трубопроводу, сведения о качестве этого продукта; проектные объемы перекачки, сведения о потребителях продукта; режим работы нефтепровода; список материальных ресурсов для обеспечения строительных работ; список требуемых для строительства технических сооружений; плановые сроки на проектные и строительные работы; мощностные и прочие характеристики подрядной строительной организации. Проектирования трубной системы для нефтепровода. Подбор оборудования для нефтепровода.	6	6	16	28
		практическая подготовка обучающихся	-	10	-	-
		Итого практическая подготовка	-	14	-	-
		Итого	34	48	107	189

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	Принятие мер по устранению причин отклонений технологических параметров от заданных значений	ПК-5
2	Расчет точности и погрешности обработки при проектировании и строительстве нефтепровода	ПК-11, ПК-12
3	Диагностические обследования основного и вспомогательного оборудования объектов приема, хранения и отгрузки нефтепродуктов в соответствии руководящими документами и регламентами	ПК-15

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре и курсового

проекта в 7 семестре для очной формы обучения, курсовой работы в 6 семестре и курсового проекта в 7 семестре для очно-заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Проектирование магистрального нефтепровода» и курсового проекта «Строительство магистрального нефтепровода».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы и проекта:

- изучить планировку участка с указанием зон подключения и перекачки нефти;
- изучить архитектурные, строительные, инженерные и иные решения, позволяющие определить расположение начальных и конечных точек нефтепровода;
- проанализировать описание технологии для обустройства элементов инженерной инфраструктуры на промышленном участке;
- изучить и рассчитать проект организации строительства с указанием всех этапов запланированных работ;
- проанализировать список противопожарных и природоохранных мероприятий;
- выполнить сметную документацию по строительным работам.

Курсовая работа и 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-15	знать методы подготовки и решения задач на персональном компьютере; методы программирования в средах проектирования	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь представлять полученную информацию в удобном для анализа и принятия решения виде	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть основными методами работы на ПК с использованием универсальных прикладных программ, поиска, хранения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	и обработки информации			
ПК-12	знать основные понятия физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать основные понятия физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-11	знать планирование, необходимые эксперименты, прикладные программные продукты	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать выводы	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками проведения необходимых экспериментов, обрабатывать их, в том числе с использованием прикладных программных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	продуктов			
ПК-5	знать алгоритм решения технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь принимать решения по выполнению технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками по решению технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	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 6, 7 семестре для очной формы обучения, 6, 7 семестре для очно-заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-15	знать методы подготовки и решения задач на	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	персональном компьютере; методы программирования в средах проектирования			
	уметь представлять полученную информацию в удобном для анализа и принятия решения виде	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть основными методами работы на ПК с использованием универсальных прикладных программ, поиска, хранения и обработки информации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-12	знать основные понятия физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать основные понятия физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-11	знать планирование, необходимые эксперименты, прикладные программные продукты	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь планировать и проводить необходимые эксперименты,	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать выводы			
	владеть навыками проведения необходимых экспериментов, обрабатывать их, в том числе с использованием прикладных программных продуктов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать алгоритм решения технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь принимать решения по выполнению технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками по решению технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	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-15	знать методы подготовки и решения задач на персональном компьютере; методы программирования в средах проектирования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь представлять полученную информацию в удобном для анализа и принятия решения виде	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 основными методами работы на ПК с использованием универсальных прикладных программ, поиска, хранения и обработки информации	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-12	знать основные понятия физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать основные понятия физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	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 методами физико-математического анализа; численных методов; теории вероятностей и математической статистики для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	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-11	знать планирование, необходимые эксперименты, прикладные программные продукты	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать выводы	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 навыками проведения необходимых экспериментов, обрабатывать их, в том числе с использованием прикладных программных продуктов	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-5	знать алгоритм решения технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь принимать решения по выполнению технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений	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

и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья		ответы	верный ответ во всех задачах		
владеть навыками по решению технических задач по предотвращению и ликвидации осложнений и аварийных ситуаций при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	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. Трубопроводы какого диаметра используются в трубопроводном транспорте нефти?
 - а) 210 – 1600;
 - б) 50 – 1000;
 - в) 219 – 1220;
 - г) 27-1400

2. Марка центробежного насоса НМ 1250-230. Что означает число 1250?
 - а)напор
 - б)мощность
 - в)подача

3. Какие двигатели считаются наиболее экономичными
 - а)синхронные
 - б)асинхронные

4. При укладке недопустимо касание трубопровода
 - а) дна траншеи
 - б) стенок траншеи
 - в) одного из стенок траншеи

- г) варианты ответов а) и б)
- д) нет правильного варианта ответа

5. Ко второму классу относятся магистральные нефтепроводы с рабочим давлением:

- а) от 0,3 до 0,7 МПа;
- б) от 0,7 до 1,2 МПа;
- в) от 1,2 до 2,5 МПа;
- г) от 2,5 до 10 МПа;
- д) нет правильного варианта ответа

6. Защита МГ от коррозии включает в себя:

- а) пассивную защиту;
- б) активную защиту;
- в) воздействие на окружающую среду;
- г) верны ответы а) и б);
- д) комплексная защита с использованием а, б и в;

7. Какие вы знаете системы перекачки нефти

- а) постанционная
- б) «из насоса в насос»
- в) через резервуар станции
- г) существуют все вышеперечисленные системы
- д) с подключенными резервуарами

8. На какую глубину в грунт обычно заглубляют магистральные трубопроводы, если нет особых геологических условий?

- а) 0,5 м;
- б) 0,6 м;
- в) 1 м;
- г) 0,8 м;
- д) 1,2 м.

9. Самая распространенная схема укладки трубопроводов:

- а) наземная;
- б) полуподземная;
- в) подземная;
- г) надземная;
- д) нет правильного ответа

10. Через какое расстояние обычно размещают промежуточные НПС

- а) 100-200 км
- б) 50-200 км
- в) 50-100 км
- г) 100-350 км

д) нет правильного ответа.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задача 1. Определить, пренебрегая потерями напора, скорость течения нефти на расстоянии r от оси трубопровода радиусом R при помощи устройства (трубка Пито), показанного на рис. 1. Уровень жидкости в трубке A $h_1 = 1,2$ м, в трубке B $h_2 = 1,35$ м.

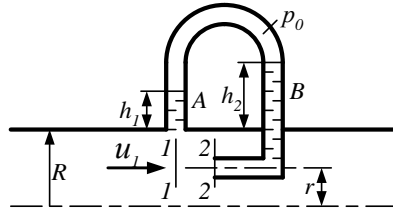


Рис. 1. Трубка Пито

Решение

Учитывая, что $h_{1,2} = 0$ по условию, из уравнения Бернулли для струйки, проходящей на расстоянии r от оси трубы имеем:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g}.$$

Так как трубопровод расположен горизонтально, то $z_1 = z_2$. Скорость в сечении 2 — $u_2 = 0$, поскольку жидкость в трубке B находится в состоянии покоя. Тогда

$$\frac{u_1^2}{2g} = \frac{p_2 - p_1}{\rho g}.$$

С учетом того, что давление в трубках и живых сечениях потока распределено по гидростатическому закону, получим:

С учетом того, что давление в трубках и живых сечениях потока распределено по гидростатическому закону, получим:

$$p_1 = p_0 + \rho g(h_1 + R - r), \quad p_2 = p_0 + \rho g(h_2 + R - r)$$

и

$$\frac{u_1^2}{2g} = h_2 - h_1,$$

откуда

$$u_1 = \sqrt{2g(h_2 - h_1)} = \sqrt{2 \cdot 9,8(1,35 - 1,20)} = 1,71 \text{ м/с}.$$

Задача 2. Найти при помощи устройства (расходомер Вентури), объемный расход керосина ($\rho = 850 \text{ кг/м}^3$). Диаметр трубопровода $D = 0,3$ м; диаметр узкого сечения расходомера $d = 0,1$ м. Разность уровней ртути в дифманометре $\Delta h = 0,025$ м. Режим течения турбулентный. Потерями напора можно пренебречь.

Решение

Проведем живые сечения 1-1 и 2-2 и запишем для них уравнение неразрывности и уравнение Бернулли:

$$v_1 s_1 = v_2 s_2;$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + h_{1-2}.$$

Так как труба горизонтальная, а потерями можно пренебречь, то $z_1=z_2$, $h_{1,2}=0$. Приняв, кроме того $\alpha_1=\alpha_2=1$ и исключив из этих уравнений v_2 , получим:

$$\left(\frac{s_1^2}{s_2^2}-1\right)\frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_1-p_2}{\rho g},$$

откуда

$$v_1 = \sqrt{r \frac{p_1-p_2}{\rho\left(\frac{s_1^2}{s_2^2}-1\right)}}.$$

Разность давлений, измеренная дифманометром:

$$p_1-p_2 = (\rho_{PT} - \rho)g\Delta h,$$

где ρ_{PT} - плотность ртути.

Следовательно

$$\begin{aligned} Q &= v_1 s_1 = s_1 \sqrt{2g \frac{(\rho_{PT} - \rho)\Delta h}{\rho\left(\frac{s_1^2}{s_2^2}-1\right)}} = \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{2g \frac{(\rho_{PT} - \rho)\Delta h}{\rho(D/d)^4 - 1}} = \\ &= \frac{\pi}{4} 0,3^2 \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{13,6-1}{3^4-1}} 0,025 = 0,0196 \end{aligned}$$

Задача 3. Определить полезную мощность насоса (рис. 2.), перекачивающего бензин ($\rho = 750 \text{ кг/м}^3$) из резервуара А в резервуар В, если $h_1 = 1 \text{ м}$, $h_3 = 5 \text{ м}$, расход бензина $Q = 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, $D = 0,1 \text{ м}$; $d = 0,05$. Потери во всасывающей линии равны 2 м, а в нагнетательной 5 м. Оба резервуара открытые.

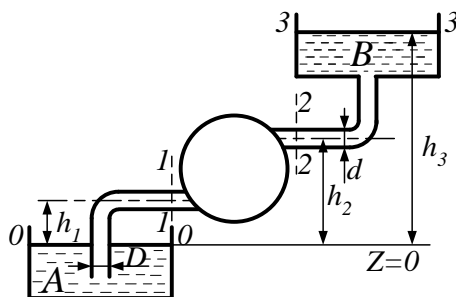


Рис. 2. Схема насосной установки

Решение

Разность полных удельных энергий в сечениях непосредственно за насосом (2 - 2) и передним (1 - 1) представляет собой удельную энергию H_H , сообщенную насосом жидкости, т.е.

$$H_H = H_2 - H_1.$$

Тогда полезная мощность насоса N_H :

$$N_H = H_H \frac{\Delta G}{\Delta t} = (H_2 - H_1) \frac{\Delta G}{\Delta t},$$

где ΔG - вес перекачанной жидкости за время Δt .

Поскольку очевидно, что

$$\Delta G = Q_G \Delta t = \rho g Q \Delta t,$$

то

$$N_{II} = (H_2 - H_1) \rho_g Q,$$

где $H_1 - H_2$ - напор создаваемый насосом $H_{нас}$.

Для определения полных напоров H_1 и H_2 рассмотрим участки трубопровода между сечениями 0 - 0 и 1 - 1 (всасывающая линия), а также 2 - 2 и 3 - 3 (нагнетательная линия). Записав для каждого из этих участков

уравнение Бернулли, имеем соответственно:

$$z_0 + \frac{p_0}{\rho g} + \alpha_0 \frac{v_0^2}{2g} = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} + h_{0-1},$$

$$z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} = z_3 + \frac{p_3}{\rho g} + \alpha_3 \frac{v_3^2}{2g} + h_{2-3},$$

где $z_0 = 0$, $z_1 = h_1$, $z_3 = h_3$.

Так как резервуары открыты, то $p_0 = p_3 = p_a$. Площади свободных поверхностей резервуаров А и В велики по сравнению с площадями живых сечений труб. Поэтому можно принять $v_0 = v_3 = 0$.

Тогда

$$H_1 = \frac{P_{AT}}{\rho g} - h_{0-1}, \quad H_2 = h_3 + \frac{P_{AT}}{\rho g} + p_{2-3},$$

$$N_{II} = (h_3 + h_{0-1} + h_{2-3}) \rho g Q = (5 + 2 + 5) 750 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 88,2 \text{ Вт.}$$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача. Сделать гидравлический расчет нефтепровода, если длина его $L = 600$ км, производительность $G = 34$ млн./год. Заданы вязкость и плотность нефти: $\rho_{20} = 852$ кг/м³; $\nu_{20} = 48$ сСт; $\nu_{50} = 22$ сСт.

Расчетная температура нефти $t = 7$ °С, минимальная температура нефти в трубопроводе.

Сделать механический расчет нефтепровода, подобрать насосно- силовое оборудование, определить число НС, расставить их по трассе с округлением в большую сторону. Сделать аналитическую проверку работы НПС и построить график Q-Н работы НПС и МН. Рассчитать режим работы трубопровода и НПС.

Решение

1. Определение плотности нефти при заданной температуре

$$\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \beta_p (t - 20^\circ)} = \frac{852}{1 + 0,000818(7 - 20)} = 861,16 \text{ кг/м}^3.$$

2. Определение вязкости нефти при t_p

$$\nu_t = \nu_{*} e^{-u(t-t_*)} = 48 e^{-0,026(7-20)} = 67,3 \text{ сСт},$$

$$u = \frac{1}{t_1 - t_2} \ln \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{1}{50 - 20} \ln \frac{48}{22} = 0,026.$$

3. Определение расчетной производительности

$$Q_{расч} = \frac{G}{\rho_t N 24} = Q, \text{ м}^3/\text{час},$$

т.к. $G = 34$ млн. т/год, тогда $D = 1020$ мм (прил. 18).

Число рабочих дней $N_p = 349$ (прил. 17).

$$Q_{расч} = \frac{34 \cdot 10^9}{861,16 \cdot 349 \cdot 24} = 4713,66 \text{ м}^3/\text{час} = 1,31 \text{ м}^3/\text{с}.$$

4. Определение толщины стенки

$$\delta = \frac{n_1 P D_n}{2(n_1 P + R_1)},$$

где $n_1 = 1,15$.

5. Определяем марку насоса и найдем напор насоса при верхнем и нижнем роторе, приняв число рабочих насосов равным 3. Напор основных насосов $3H_{осн}$

$$R_1 = R_{н1} \frac{m_0}{K_1 K_n} = 530 \cdot \frac{0,9}{1,47 \cdot 1} = 324,5,$$

$m_0=1,47$; $K_n=1$; $R_{н1}=530$ МПа. Сталь 13Г2АФ, ТУ 14-3-1424-86. Изготовитель – Новомосковский трубный завод.

Выбираем насос НМ 5000-210 по $Q_{раб}$ ($\text{м}^3/\text{час}$).

Характеристика работы насоса

При

$$Q=4713,66 \text{ м}^3/\text{час} \approx 4714 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$H_1=220 \text{ м (ротор верхний)},$$

$$H_2=160 \text{ м (ротор нижний)}.$$

Подпорный: НПВ 5000-120

При

$$Q=4714 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$H_1=123 \text{ м (ротор верхний)},$$

$$H_2=92 \text{ м (ротор нижний)}.$$

Считаем, что у нас 3 основных и 1 подпорный насос.

Найдем рабочее давление в трубопроводе

$$P_{раб} = (H_n + 3H_{осн}) \rho_t g ;$$

$$\text{а) } P_{раб1} = (123 + 3 \cdot 220) \cdot 861,16 \cdot 9,81 = 6,6 \text{ МПа};$$

$$\text{б) } P_{раб2} = (92 + 3 \cdot 160) \cdot 861,16 \cdot 9,81 = 4,8 \text{ МПа};$$

$$\text{в) } P_{раб} = (123 + 3 \cdot 160) \cdot 861,16 \cdot 9,81 = 5,1 \text{ МПа}.$$

Выбираем вариант в), т.е. нижний ротор как $H_{осн}$.

6. Определим толщину стенки трубы при $P_{раб}=5,1$ МПа

$$\delta = \frac{1,15 \cdot 5,1 \cdot 1020}{2(1,15 \cdot 5,1 + 324,5)} = 9,05 \text{ мм},$$

принимаем $\delta=9,2$ мм, как ближайшую большую по сортаменту, сталь 13Г2АФ, Новомосковский трубный завод.

$$D_{вн} = D_n - 2\delta;$$

$$D_{вн} = 1020 - 2 \cdot 9,2 = 1001,6 \text{ мм}.$$

7. Режим течения нефти в нефтепроводе

$$\text{Re} = \frac{4Q}{\pi D_{вн} v_t}$$
$$\text{Re} = \frac{4 \cdot 1,31}{3,14 \cdot 1,0016 \cdot 67,3 \cdot 10^{-6}} = 24757$$

8. Определяем число Рейнольдса

$$\text{Re}_I = \frac{10D}{e} = \frac{10 \cdot 1001,6}{0,15} = 66773;$$
$$\text{Re}_{II} = \frac{500D}{e} = \frac{500 \cdot 1001,6}{0,15} = 3338666;$$
$$2320 < 24757 < \text{Re}_I .$$

турбулентный режим, зона Блазеуса

$$m=0,25; \beta=0,0246;$$

$$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} = \frac{0,3164}{24757^{0,25}} = 0,02522 .$$

9. Гидравлический уклон

$$i = \lambda \frac{1}{D} \frac{v^2}{2g} = \frac{0,02522 \cdot 1,66^2}{1,0016 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,0035 ;$$

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 1,31}{3,14 \cdot 1,0016^2} = 1,66 \text{ м/с};$$

$$i = \beta \frac{Q^{2-m} v^m}{D^{5-m}} = \frac{0,0246 \cdot 1,31^{2-0,25} \cdot (67,3 \cdot 10^{-6})^{0,25}}{1,0016^{5-0,25}} = \frac{0,003574075}{1,0076} = 0,0035 .$$

10. Потери напора на трение в нефтепроводе по формуле Дарси-Вейсбаха

$$h_l = \lambda \frac{LV^2}{D2g} = i \cdot L = 0,0035 \cdot 600000 = 2121,9 \text{ м}.$$

11. Полные потери напора в нефтепроводе

$$H = 1,01h_l + \Delta Z + H_k, H_k=30 \text{ м};$$

$$H = 1,01 \cdot 2121,87 + 100 + 30 = 2273,09 \approx 2273 \text{ м, при } \Delta Z=100 \text{ м.}$$

12. Напор одной станции.

$$H_{cm} = \kappa \cdot H_{осн} - h_{вн}.$$

$h_{вн}=15$ м внутростанционные потери.

$$H_{cm} = 3 \cdot 160 - 15 = 465 \text{ м.}$$

13. Определяем число станций.

$$n = \frac{1,01 \cdot i \cdot l + \Delta Z + H_k - H_n}{\kappa H_{осн} - h_{вн}} = \frac{1,01 \cdot 0,0035 \cdot 600000 + 100 + 30 - 123}{3 \cdot 160 - 15} = 4,6.$$

а) округляем в большую сторону $n_1 > n$, $n_1=5$ станций.

Действительно необходимый напор одной станции:

$$H'_{cm} = \frac{1,01 \cdot i \cdot l + \Delta Z + H_k - H_n}{n_1} = \frac{1,01 \cdot 0,0035 \cdot 600000 + 100 + 30 - 123}{5} = 425,6 \text{ м.}$$

Действительный напор одного насоса

$$H'_{нас} = \frac{H'_{cm} + h_{вн}}{\kappa} = \frac{425,6 + 15}{3} = 146,87 \text{ м.}$$

Производим обрезку рабочего колеса

$$\frac{D'_2}{D_2} = \sqrt{\frac{H'_{нас} + 6Q^2}{a}} = \sqrt{\frac{H'_{нас}(Q_2^2 - Q_1^2) + (H_1 - H_2)Q_2^2}{H_1Q_2^2 - H_2Q_1^2}}.$$

$$Q_2=4800 \text{ м}^3/\text{час}=1,33 \text{ м}^3/\text{с}, H_2=157 \text{ м}, Q_1=3200 \text{ м}^3/\text{час}=0,89 \text{ м}^3/\text{с}, H_1=207 \text{ м.}$$

$$\frac{D'_2}{D_2} = \sqrt{\frac{146,87(1,33^2 - 0,89^2) + (207 - 157)1,31^2}{207 \cdot 1,33^2 - 157 \cdot 0,89^2}} = \frac{229,68}{241,8} = 0,948.$$

т.е. обрезаем на 5,2%

$$D'_2 = D_2 \cdot 0,948 = 405 \cdot 0,948 = 384 \text{ мм} - \text{новый диаметр ротора.}$$

Расстановка НПС по трассе при $n_1 > n$. Необходимо вычислить масштаб по вертикали и отложить $\Delta Z, H_k$ в масштабе напоров станций. Затем откладывают величину напора подпорного насоса и напор станции n_1 раз и соединяют суммарный напор станций с H_k , получают линию гидравлического уклона i . Месторасположение станций определяют пересечением линии гидравлического уклона с линией, отстающей от профиля на величину подпора. Эти точки переносят на профиль трассы.

14. Проверка режима работы всех НПС.

$$[P_{дон}] = \frac{2\delta R_1}{n_1(D_n - 2\delta)} = \frac{2 \cdot 9,2 \cdot 324,5}{1,15 \cdot 1001,6} = 5,18 \text{ МПа};$$

$$[H_{дон}] = \frac{[P_{дон}]}{\rho_t g} = \frac{5,18 \cdot 10^{-6}}{861,16 \cdot 9,81} = 613,6 \text{ м};$$

$$H_s = \frac{P_a - P_y}{\rho_t} - \Delta h_{\text{проткав.}}$$

$P_a=760$ мм рт. ст., $P_y=500$ мм рт. ст., по $Q-H$ характеристике насоса $\Delta h_{\text{прот.кав.}}=38$ м

$$H_s = \frac{(760 - 500) \cdot 133,3}{861,16 \cdot 9,81} - 38 = -33,9 \text{ м.}$$

Насос не обладает самовсасывающей способностью, нужен подпор, величиной

$$[\Delta H_{\text{дон}}] = |-33,9| + 10 = 43,9 \text{ м.}$$

Проверяем режим работы станций из условий:

$$\begin{aligned} H_{cm} &\leq [H_{\text{дон}}] \\ \Delta H_{cm} &\geq [\Delta H_{\text{дон}}] \end{aligned}, \text{ при } H_k=30 \text{ м;}$$

$$H_{cm1} = H_n + kH_{\text{очн}} - h_{\text{вн}} \leq [H_{\text{дон}}];$$

$$H_{cm1} = 123 + 3 \cdot 146,87 - 15 = 548,61 \leq 613,6 \text{ м;}$$

$$\Delta H_{cm2} = H_{cm1} - 1,01 \cdot i \cdot l_{1-2} - \Delta Z_{2-1} \geq [H_{\text{дон}}];$$

$$\Delta H_{cm2} = 548,61 - 1,01 \cdot 0,0035 \cdot 111000 - 18 = 138,2 \geq 43,9 \text{ м;}$$

$$H_{cm2} = \Delta H_{cm2} + \kappa H_{\text{очн}} - h_{\text{вн}} \leq [\Delta H_{\text{дон}}]; \text{ м;}$$

$$\Delta H_{cm3} = 563,8 - 1,01 \cdot 0,0035 \cdot 116100 - 19 = 134,39 \geq 43,9 \text{ м;}$$

$$H_{cm3} = 134,39 + 3 \cdot 146,87 - 15 = 560 \leq 613,6 \text{ м;}$$

$$\Delta H_{cm4} = 560 - 1,01 \cdot 0,0035 \cdot 111900 - 20 = 144,4 \geq 43,9 \text{ м;}$$

$$H_{cm4} = 144,4 + 3 \cdot 146,87 - 15 = 570,04 \leq 613,6 \text{ м;}$$

$$\Delta H_{cm5} = 570,04 - 1,01 \cdot 0,0035 \cdot 113400 - 17 = 152,17 \geq 43,9 \text{ м;}$$

$$H_{cm5} = 152,17 + 3 \cdot 146,87 - 15 = 577,8 \leq 613,6 \text{ м;}$$

$$H_k = H_{cm5} - 1,01 \cdot i \cdot l_{5-k} - \Delta Z_{k-5} \geq H_k;$$

$$H_k = 577,8 - 1,01 \cdot 0,0035 \cdot 147600 - 26 = 30,034 \geq 30 \text{ м.}$$

Проверка сошлась, следовательно, станции расставлены правильно.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Современное состояние и перспективы развития трубопроводного транспорта нефти.
2. Классификация нефтепроводов.
3. Выбор трассы магистрального нефтепровода.
4. Факторы, влияющие на стоимость строительства и эксплуатации магистрального нефтепровода.
5. Состав сооружения магистральных нефтепроводов.

6. Структура и основные характеристики линейной части магистральных нефтепроводов.
7. Трубы для нефтепроводов. Их свойства и применение.
8. Оборудование линейной части трубопроводов. Трубопроводная арматура.
9. Конструктивные решения магистральных нефтепроводов.
10. Очистка и испытание нефтепроводов.
11. Нефтяные центробежные насосы.
12. Гидравлические характеристики центробежных насосов.
13. Последовательное и параллельное соединение насосов.
14. Характеристики перекачивающей станции.
15. Подпорные насосы.
16. Изменение насосных характеристик.
17. Эксплуатационные участки. Системы перекачки.
18. Рабочие характеристики магистральных и подпорных насосов.
19. Исходные данные для технологического расчета магистральных нефтепроводов.
20. Определение потерь напора.
21. Коэффициент гидравлического сопротивления.
22. Гидравлический уклон.
23. Определение расчетной длины и перевалочной точки.
24. Уравнение баланса напоров.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Определение необходимого числа перекачивающих станций.
2. Расстановка перекачивающих станций и лупингов по трассе магистрального нефтепровода.
3. Расчет нефтепроводов при заданном положении перекачивающих станций.
4. Расчет коротких нефтепроводов.
5. Целесообразность последовательной перекачки.
6. Структура современного нефтепродуктопровода.
7. Особенности технологии последовательной перекачки.
8. Механизм смесеобразования при ламинарном режиме перекачки.
9. Механизм смесеобразования при турбулентном режиме перекачки.
10. Влияние различных факторов на объем образующейся смеси и пути его уменьшения.
11. Теория смесеобразования.
12. Применение разделителей.
13. Понятие о допустимых концентрациях.
14. Раскладка смеси на конечном пункте.
15. Контроль за последовательной перекачкой.
16. Особенности расчета трубопроводов при последовательной перекачке.
17. Изменение давления и расхода в трубопроводе при вытеснении одной жидкостью другой.

18. Перекачка высоковязких и высокозастывающих нефтей.
19. Свойства высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктопроводов.
20. Способы перекачки высоковязких нефтей.
21. Расчет трубопроводов для «горячей» перекачки высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктов.
22. Оборудование насосных и тепловых станций.
23. Тепловой режим «горячих» трубопроводов.
24. Потери напора в горячем трубопроводе и его характеристика.
25. Определение числа и расстановка станций по трассе «горячего» трубопровода.
26. Применение тепловой изоляции.
27. Оптимальные параметры «горячих» трубопроводов.
28. Режимы работы «горячих» трубопроводов.
29. Двухфазный транспорт нефти.
30. Основные характеристики и структурные формы двухфазного потока.
31. Характеристика трубопровода при перекачке газожидкостных смесей.
32. Перекачка газонасыщенных нефтей.
33. Влияние растворенного газа на свойства нефтей.
34. Особенности перекачки газонасыщенных нефтей.
35. Изменение параметров работы трубопровода при переводе на перекачку нефтей с растворенным газом.
36. Основные способы защиты трубопроводов от коррозии.
37. Новая техника и технологии в трубопроводном транспорте.

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.

Зачет 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 «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 10 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Состав сооружений магистральных нефтепроводов	ПК-15, ПК-12, ПК- 11, ПК-5	Тест, требования к курсовой работе и проекту
2	Системы перекачки нефти	ПК-15, ПК-12, ПК- 11, ПК-5	Тест, требования к курсовой работе и проекту
3	Особенности технологии перекачки нефти	ПК-15, ПК-12, ПК- 11, ПК-5	Тест, требования к курсовой работе и проекту
4	Перекачка высоковязких нефти	ПК-15, ПК-12, ПК- 11, ПК-5	Тест, требования к курсовой работе и проекту
5	Перекачка подогретой нефти	ПК-15, ПК-12, ПК- 11, ПК-5	Тест, требования к курсовой работе и проекту
6	Двухфазный транспорт нефти	ПК-15, ПК-12, ПК- 11, ПК-5	Тест, требования к курсовой работе и проекту
7	Перекачка газонасыщенных нефти	ПК-15, ПК-12, ПК- 11, ПК-5	Тест, требования к курсовой работе и проекту
8	Проектирование и строительство нефтепроводов	ПК-15, ПК-12, ПК- 11, ПК-5	Тест, требования к курсовой работе и 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

Основная литература

1. Расчет линейной части магистрального нефтепровода : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / Г.М. Гаджиев,; М. Г.; Ю.А. Горинев; А.М. Кайдаков. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 56 с. - ISBN 978-5-8158-1876-7.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=476177>

2. Гаджиев, Г. М. Расчет резервуарного парка нефтебаз и нефтеперекачивающих станций в системе магистрального нефтепровода: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию : учебно-методическое пособие / Г.М. Гаджиев, Ю.А. Горинев, А.М. Кайдаков; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2019. - 56 с. : схем., табл. - Библиогр.: с. 37. - ISBN 978-5-8158-2079-1.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=562243>

3. Коршак, А. А. Технологический расчет магистрального нефтепродуктопровода [Электронный ресурс] : учебное пособие / Коршак А. А., Николаев А. К., Зарипова Н. А. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 92 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3848-8.

URL: <https://e.lanbook.com/book/116367>

4. Строительство нефтепроводов [Текст] : методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Проектирование и строительство нефтепроводов" для студентов направления 21.03.01 "Нефтегазовое дело" (профиль "Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ") всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела ; сост. : С. Н. Кузнецов, Г. А. Кузнецова. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2021. - 18 с. : ил. - Библиогр.: с. 17 (7 назв.).

Дополнительная литература

1. Кашкинбаев, И.З. Основы проектирования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т.И. Кашкинбаев; И.З. Кашкинбаев. - Алматы : Нур-Принт, 2016. - 42 с. - ISBN 978-601-78-69-04-9.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/67116.html>

2. Кашкинбаев, И.З. Сооружение газонефтепроводов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.И. Кашкинбаев; И.З. Кашкинбаев. - Алматы : Нур-Принт, 2016. - 307 с. - ISBN 978-601-7869-007.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/67141.html>

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

- Microsoft Office Word 2013/2007;
- Microsoft Office Excel 2013/2007;
- Microsoft Office Power Point 2013/2007;
- Гранд-Смета;
- Acrobat Professional 11.0 MLP;
- Maple v18;
- AutoCAD;
- 7zip;
- PDF24 Creator;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, Вузы, ... код доступа: <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ, код доступа: <https://old.education.cchgeu.ru>

Информационные справочные системы

- Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам», код доступа: <http://window.edu.ru/>;
- ВГТУ: wiki, код доступа: <https://wiki.cchgeu.ru/>;
- Университетская библиотека онлайн, код доступа: <http://biblioclub.ru/>;
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;
- ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>

Современные профессиональные базы данных

- East View, код доступа: <https://dlib.eastview.com/>
- Academic Search Complete, код доступа: <http://search.ebscohost.com/>
- Нефтегаз.ру, код доступа: <https://neftegaz.ru/>
- «Геологическая библиотека» – интернет-портал специализированной литературы, код доступа: <http://www.geokniga.org/maps/1296>
- Электронная библиотека «Горное дело», код доступа: <http://www.bibl.gorobr.ru/>
- «ГОРНОПРОМЫШЛЕННИК» – международный отраслевой ресурс, код доступа: <http://www.gornoprom.ru/>
- MINING INTELLIGENCE & TECHNOLOGY – Информационно-аналитический портал, код доступа: <http://www.infomine.com/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Материально-техническая база включает:

- Специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном.
- Учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием. Аудитории для проведения практических занятий, оборудованные проекторами, стационарными экранами и интерактивными досками.
- Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет".
- Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в образовательный портал ВГТУ.

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

По дисциплине «Проектирование и строительство нефтепроводов» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа и 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 по проектированию и строительству нефтепроводов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой

курсовой работы, защитой курсовой работы.

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.
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">- 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 зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.