

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
и аэрокосмической техники

Ряжских В.И.

19 июня 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Технологические процессы трубопроводного транспорта»

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело

Программа Моделирование и оптимизация рабочих процессов
в энергетических системах газонефтепроводов

Квалификация (степень) выпускника магистр

Нормативный срок обучения 2 года / 2 года 4 мес.

Форма обучения очная/заочная

Автор программы к.т.н., доц.

/ А.И. Житенев /

Программа обсуждена на заседании кафедры нефтегазового оборудования
и транспортировки
«15» июня 2018 года Протокол № 18

Зав. кафедрой НГОТ,
д.т.н., профессор

/ С.Г. Валюхов /

Руководитель ОПОП,
д.т.н., профессор

/ С.Г. Валюхов /

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины:

формирование знаний о современных технологиях и процессах трубопроводного транспорта углеводородов, а также приобретение навыков решения производственных задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

изучить технологию трубопроводного транспорта углеводородов предприятий нефтегазового комплекса;

изучить особенности технологии транспорта нефти, нефтепродуктов, ШФЛУ по трубопроводным системам;

изучить особенности технологии транспорта газа по трубопроводным системам;

приобрести практические навыки решения производственных задач, возникающих при эксплуатации, обслуживании, модернизации, ремонте трубопроводных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технологические процессы трубопроводного транспорта» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технологические процессы трубопроводного транспорта» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности

ОПК-4 - способностью разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований

ПК-1 - способностью оценивать перспективы и возможности использования достижений научно-технического прогресса в инновационном развитии отрасли, предлагать способы их реализации

ПК-5 - способностью проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать конструкцию основного и вспомогательного оборудования и технологию передачи продукта на линейной части газо- и нефтепроводов;

	особенности технологических процессов транспорта и хранения жидких углеводородов; особенности технологических процессов транспорта и хранения газообразных углеводородов;
	уметь разрабатывать мероприятия по совершенствованию процессов эксплуатации энергетического оборудования, используемого на объектах транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа для повышения эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем;
ОПК-4	уметь документально оформлять результаты проведенных расчетов;
	владеть методами проектных расчетов параметров основного технологического оборудования в системах трубопроводного транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа;
ПК-1	знать передовой технический опыт по осуществлению технологических процессов трубопроводного транспорта;
	уметь разрабатывать предложения по использованию достижений научно-технического прогресса и инновационных методов в области технологических процессов трубопроводного транспорта для повышения эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем;
ПК-5	уметь подготавливать данные для расчета режимов транспорта продукта на линейной части газо- и нефтепроводов;
	проводить расчеты, возникающие в процессе эксплуатации газотранспортных систем, связанных с режимами работы, пуска и остановки перекачки транспорта газа;
	проводить расчеты, возникающие в процессе эксплуатации нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, связанных с режимами работы, пуска и остановки транспорта продуктов;
	владеть методиками расчета режимов транспорта продукта на линейной части газо- и нефтепроводов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологические процессы трубопроводного транспорта» составляет 5 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	42	42
В том числе:		
Лекции	14	14
Практические занятия (ПЗ)	28	28
Самостоятельная работа	111	111
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	22	22
В том числе:		
Лекции	10	10
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Самостоятельная работа	149	149
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	0	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.	СРС	Всего, час
1	Трубопроводные системы в России и мире: передовой отечественный и зарубежный опыт	История развития технологий трубопроводного транспорта в России. История развития технологий трубопроводного транспорта в мире. Современные технологии трубопроводного транспорта в России и за рубежом.	2	-	22	24
2	Технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов	Основные технологические процессы на НПС. Технологические схемы НПС. Трубопроводная арматура. Размещение запорной и другой арматуры на нефтепроводах и нефтепродуктопроводах. Технологические схемы перекачки нефти и нефтепродуктов. Последовательная перекачка	4	8	22	34

		нефтепродуктов. Типовые расчеты параметров технологических процессов в энергетических системах нефтепроводов				
3	Технологии хранения нефти и нефтепродуктов	Резервуары хранения – технологии хранения. Технологические потери нефти. Технологические расчеты при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах.	4	6	22	32
4	Технологии трубопроводного транспорта газа	Основные технологические процессы на компрессорной станции. Режим работы магистрального газопровода. Особенности осуществления технологических процессов на КС. Построение технологической схемы магистрального газопровода. Размещение запорной и другой арматуры на магистральных газопроводах. Типовые расчеты параметров технологических процессов в энергетических системах газопроводов.	2	8	22	32
5	Технологии хранения газа	Основные технологии хранения газа. Подземные хранилища газа (ПХГ). Технологический режим работы подземного хранилища газа.	2	6	23	32
Итого			14	28	111	153

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Трубопроводные системы в России и мире: передовой отечественный и зарубежный опыт	История развития технологий трубопроводного транспорта в России. История развития технологий трубопроводного транспорта в мире. Современные технологии трубопроводного транспорта в России и за рубежом.	2	2	29	33
2	Технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов	Основные технологические процессы на НПС. Технологические схемы НПС. Трубопроводная арматура. Размещение запорной и другой арматуры на нефтепроводах и нефтепродуктопроводах. Технологические схемы перекачки нефти и нефтепродуктов. Последовательная перекачка нефти и нефтепродуктов. Типовые расчеты параметров технологических процессов в энергетических системах нефтепроводов.	2	4	29	35
3	Технологии хранения нефти и нефтепродуктов	Резервуары хранения – технологии хранения. Технологические потери нефти. Технологические расчеты при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах.	2	2	29	33
4	Технологии трубопроводного транспорта газа	Основные технологические процессы на компрессорной станции. Режим работы магистрального газопровода. Особенности осуществления технологических процессов на КС. Построение технологической схемы магистрального газопровода. Размещение запорной и другой арматуры на магистральных газопроводах. Типовые расчеты параметров технологических процессов в энергетических системах газопроводов..	2	2	31	36
5	Технологии хранения газа	Основные технологии хранения газа. Подземные хранилища газа (ПХГ). Технологический режим работы подземного хранилища газа.	2	2	31	35
Итого			10	12	149	171

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 курсового проекта в 1 семестре для очной формы обучения, в 2 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Расчет тарельчатого осушителя природного газа».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Рассмотреть и описать технологические процессы осушки газа на КС, их характерные особенности, методы осушки, применяемое оборудование и материалы.
- Определить часовой расход потребляемого ДЭГ в зависимости от начальной и конечной концентрации осушителя.
- Рассчитать количество тарелок в поглотителе с помощью графоаналитического метода и построить зависимости на миллиметровой бумаге: кривую равновесия парциальных давлений водяного пара в растворе; оперативную линию; ступенчатую линию.
- Построить зависимость приведенной величины концентрации раствора ДЭГ и количества тарелок в осушителе.
- Определить скорости течения газа в осушителе, основные геометрические размеры колонны осушителя и количество колон, необходимых для осушки газа при заданном расходе.
- Оформить курсовой проект в соответствии с требованиями.
- Подготовиться к защите курсового проекта.

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

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать конструкцию основного и	Тест	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	вспомогательного оборудования и технологию передачи продукта на линейной части газо- и нефтепроводов; особенности технологических процессов транспорта и хранения жидких углеводородов; особенности технологических процессов транспорта и хранения газообразных углеводородов		предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать мероприятия по совершенствованию процессов эксплуатации энергетического оборудования, используемого на объектах транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа для повышения эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-4	уметь документально оформлять результаты проведенных расчетов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами проектных расчетов параметров основного технологического оборудования в системах трубопроводного транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать передовой технический опыт по осуществлению технологических процессов трубопроводного транспорта;	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать предложения по использованию достижений научно-технического прогресса и инновационных методов в области технологических процессов трубопроводного транспорта для повышения эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	уметь подготавливать	Решение стандартных	Выполнение работ	Невыполнение

	данные для расчета режимов транспорта продукта на линейной части газо- и нефтепроводов; проводить расчеты, возникающие в процессе эксплуатации газотранспортных систем, связанных с режимами работы, пуска и остановки перекачки транспорта газа; проводить расчеты, возникающие в процессе эксплуатации нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, связанных с режимами работы, пуска и остановки транспорта продуктов	практических задач	в срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками расчета режимов транспорта продукта на линейной части газо- и нефтепроводов	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 1 семестре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать конструкцию основного и вспомогательного оборудования и технологию передачи продукта на линейной части газо- и нефтепроводов; особенности технологических процессов транспорта и хранения жидких углеводородов; особенности технологических процессов транспорта и хранения газообразных углеводородов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь разрабатывать мероприятия по совершенствованию процессов эксплуатации энергетического оборудования,	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

	используемого на объектах транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа для повышения эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем		ответы	верный ответ во всех задачах		
ОПК-4	уметь документально оформлять результаты проведенных расчетов	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 проектных расчетов параметров основного оборудования в системах трубопроводного транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа	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-1	знать передовой технический опыт по осуществлению технологических процессов трубопроводного транспорта;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь разрабатывать предложения по использованию достижений научно-технического прогресса и инновационных методов в области технологических процессов трубопроводного транспорта для повышения эффективности эксплуатации объектов нефтегазотранспортных систем	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	уметь подготавливать данные для расчета режимов транспорта продукта на линейной части газо- и нефтепроводов; проводить расчеты, возникающие в процессе эксплуатации газотранспортных систем, связанных с	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

режимами работы, пуска и остановки перекачки транспорта газа; проводить расчеты, возникающие в процессе эксплуатации нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, связанных с режимами работы, пуска и остановки транспорта продуктов						
владеть методиками расчета режимов транспорта продукта на линейной части газо- и нефтепроводов	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. Автомобильный бензин А-80 ($\rho_{20} = 730 \text{ кг/м}^3$) хранится при температуре $T_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ в горизонтальной цилиндрической цистерне с диаметром котла 5 м и протяженностью 50 м. Горловина цистерны представляет собой вертикальный цилиндр с диаметром 2 м и высотой 3 м. Уровень бензина в горловине цистерны находится на 1 м ниже ее верхнего края. Определить, на сколько этот уровень понизится, если температура топлива уменьшится на 5°C . Ответы: 1) На 1,84 м, 2) На 1,94, 3) На 1,74. Правильный 1)

2. Определить кинематическую вязкость нефти, если известно, что 50 мл этой нефти вытекает из камеры вискозиметра через вертикальный цилиндрический капилляр с внутренним диаметром 2 мм за 4 мин. Ответы: 1) 18,5, сСт. 2) 19,5 сСт. 3) 17,5сСт. Правильный 1)

3. Для определения вязкости нефти ($\rho_n = 900 \text{ кг/м}^3$) в нее брошена металлическая дробинка ($d = 0,5 \text{ мм}$, $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$), которая под действием силы тяжести медленно опускается вниз с постоянной скоростью 0,5 см/с. Определить динамическую и кинематическую вязкости нефти. Ответы: 1) 188 сПз и 209 сСт. 2) 190сПз и 205сСт 3) 170сПз и 12сСт. Правильный 1)

4. Чему равен гидравлический уклон на участке трубопровода ($377 \text{ D} = \text{мм}$, $\delta = 8 \text{ мм}$, $\Delta = 0 \text{ } 15, \text{ мм}$), транспортирующего дизельное топливо ($\nu = 5 \text{ сСт.}$) с расходом $250 \text{ м}^3/\text{ч}$? Ответы: 1) 1,37 м/км, 2) 1,4 3) 1,3

5. Нефтепродуктопровод состоит из двух последовательно соединенных участков: первого - $D_1 = 530 \times 8 \text{ мм}$, $L_1 = 60 \text{ км}$, и второго - $D_2 = 377 \times 6 \text{ мм}$, $L_2 = 30 \text{ км}$. Скорость стационарного течения бензина ($\nu = 0,6 \text{ сСт}$) в первом участке составляет 1,2 м/с. Зная что шероховатость Δ внутренней поверхности участков составляет 0,15 мм, найти потери напора в

нефтепродуктопроводе. Ответы. 1) 501 м, 2) 502м, 3) 500м.

6. Профиль участка нефтепродуктопровода ($L = 120$ км, $D = 530 \times 8$ мм, $\Delta = 0,15$, мм) представлен следующими данными:

x , км 0 10 15 20 30 40 60 80 120

Z , м 50 100 50 150 100 200 50 75 0

(x - координата сечения; z - геодезическая отметка).

Давление p_k в конце участка равно 0,3 МПа. Какой минимальный расход дизельного топлива ($\rho = 840$ кг/м³, $\nu = 5$ сСт, $p_y = 0,01$ МПа) должен быть в трубопроводе, чтобы в нем не возникали самотечные участки? Ответы 1) 775 м³ /ч. 2) 776 3) 774.

7. Профиль нисходящего участка АВ нефтепродуктопровода ($L = 5000$ м, $D = 530 \times 8$ мм, $\Delta = 0,3$ мм) наклонен к горизонту под углом $\alpha = 50$ градусов. При перекачке бензина ($\rho = 735$ кг/м³, $\nu = 0,6$ сСт.) с расходом 700 м³ /ч нем образуется самотечный участок длиной 2000 м, считая от перевальной точки А. Определить объем парогазовой полости. Ответы: 1) 318 м³, 2) 317, 3) 319.

8. Давление в линии всасывания центробежного насоса НМ 1250-260 равно 0,3 МПа. Определить давление в линии нагнетания этого насоса, если известно, что он ведет перекачку дизельного топлива ($\rho = 840$ кг/м³) с расходом 900 м³ /ч. Ответы: 1) 2,73 МПа. 2) 2,83 3) 2,63.

9. Гидравлическая (Q - H) – характеристика центробежного насоса с регулируемой частотой вращения рабочего колеса имеет вид: $H = 280 - 0,795 \cdot 10^{-4} Q^2$, (H - напор, м; Q - расход, м³ /ч) при частоте вращения 3200 об/мин. Построить характеристики того же насоса при частотах вращения 2900 и 2600 об/мин. Ответы: 1) $H = 230 - 0,795 \cdot 10^{-4} Q^2$, $H = 185 - 0,795 \cdot 10^{-4} Q^2$,

2) $H = 231 - 0,795 \cdot 10^{-4} Q^2$, $H = 185 - 0,795 \cdot 10^{-4} Q^2$

3) $H = 233 - 0,795 \cdot 10^{-4} Q^2$, $H = 185 - 0,795 \cdot 10^{-4} Q^2$

10. В практически горизонтальном нефтепродуктопроводе ($D = 325 \times 7$ мм, $L = 140$ км, $\Delta = 0,1$ мм) ведется перекачка дизельного топлива ($\rho = 840$ кг/м³, $\nu = 5$ сСт). Перекачка осуществляется двумя одинаковыми насосами, соединенными последовательно. Характеристика каждого насоса имеет вид: $H = 365 - 0,797 \cdot 10^{-3} Q^2$, (H – в м, Q - в м³ /ч). Как и насколько изменится расход перекачки, если один из насосов отключить? Принять $h_p = h_k$. Ответы: 1) Уменьшится с 301,8 до 218,4 м³ /ч. 2) Увеличится с 301,8 до 218,4 м³ /ч. 3) Уменьшится с 303,8 до 218,4 м³ /ч.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Плотность нефти при температуре 20°С равна 845 кг/м³. Вычислить плотность той же нефти при температуре 5°С. Ответы: 1) 10°С 2) 5°С 3) 15°С

2. Каково изменение вместимости участка стального нефтепровода ($D = 530$ мм, $\delta = 8$ мм, $L = 100$ км) при увеличении среднего давления находящейся в нем нефти на 10 атм.? Ответы: 1) 19,7 м³ 2) 16,6 м³ 3) 17,8 м³

3. Определить динамическую вязкость нефти (900 кг/м³), если известно, что 300 мл этой нефти вытекают из камеры капиллярного вискозиметра через вертикальную цилиндрическую трубку с внутренним

диаметром 2 мм за 500с. Ответы: 1) 6,12сПз 2) 5,78сПз 3) 4,1сПз

Перекачка нефти ($\rho=890 \text{ кг/м}^3$; $\mu=0,015\text{Пз}$) ведется по нефтепроводу ($D=530\times 8\text{мм}$) с расходом $800 \text{ м}^3/\text{ч}$. Определить режим течения и вычислить коэффициент гидравлического сопротивления. Ответы:

- 1) Турбулентный режим в области гидравлически гладки труб; $\lambda=0,0236$
- 2) Турбулентный режим в области квадратичного трения; $\lambda=0,016$
- 3) Турбулентный режим в области смешанного трения; $\lambda=0,02$

5. Бензин А 76 ($\rho=740 \text{ кг/м}^3$, $\nu=0,6\text{сСт}$). Перекачивают по трубопроводу ($D=530\times 7\text{мм}$, $\Delta=0,2 \text{ мм}$, $L=120 \text{ км}$, $z_n=50\text{м}$, $z_k=100 \text{ м}$), при этом давление в начале трубопровода составляет 55 атм., а в конце – 3 атм. Найти расход перекачки. Ответ: 1) $1475 \text{ м}^3/\text{ч}$ 2) $1620 \text{ м}^3/\text{ч}$ 3) $1225 \text{ м}^3/\text{ч}$

6. По участку нефтепровода ($L=125 \text{ км}$, $D=530\text{мм}$, $\delta=7 \text{ мм}$, $\Delta=0,2 \text{ мм}$) транспортируют нефть ($\nu=8\text{сСт}$) с расходом $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Создаваемый перекачивающей станцией напор повысить нельзя, поэтому для увеличения пропускной способности участка на 20% решено сделать вставку из трубопровода с большим диаметром ($D_b=720\times 10 \text{ мм}$, $\Delta_b=0,15 \text{ мм}$). Какой длины должна быть вставка? Ответы: 1) 46,655 км 2) 64,52 км 3) 42, 625 км

7. Найти эквивалентный диаметр нефтепровода ($D=720 \text{ мм}$, $\delta=10 \text{ мм}$), моделирующий течение нефти на участке с лупингом ($D_{\text{л}}=530 \text{ мм}$, $\delta_{\text{л}}=8 \text{ мм}$), если известно, что течение нефти в обеих ветвях участка происходит в зоне гидравлически гладких труб. Ответы: 1) $d_s=830\text{мм}$ 2) $d_s=780 \text{ мм}$ 3) $d_s=799 \text{ мм}$

8. Расход нефти на самотечном участке нефтепровода ($D=720\times 10 \text{ мм}$, $\alpha=-1^\circ\text{C}$) равен $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Какова степень заполнения сечения трубопровода нефтью ($\nu=25 \text{ сСт}$) на этом участке? Ответы 1) 43% 2) 50,4% 3) 34,7%

9. Давление в линии всасывания центробежного насоса НМ 1250-260 равно 0,3 МПа. Определить давление в линии нагнетания этого насоса, если известно, что он ведет перекачку дизельного топлива ($\rho=840 \text{ кг/м}^3$) с расходом $900 \text{ м}^3/\text{ч}$. Ответы: 1) 2,73 МПа 2) 2,34 МПа 4) 3,75 МПа

10. Определить подачу систем двух параллельно соединенных центробежных насосов, характеристики которых заданы уравнениями $H=270-0,465\cdot 10^4\cdot Q^2$ и $H=260-0,430\cdot 10^4\cdot Q^2$, если известно, что развиваемый ими напор составляет 240м. Ответы: 1) $1485 \text{ м}^3/\text{ч}$ 2) $1600 \text{ м}^3/\text{ч}$ 3) $1235 \text{ м}^3/\text{ч}$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Средняя по сечению скорость v течения нефти ($\rho=900 \text{ кг/м}^3$) в трубопроводе ($D=1020 \text{ мм}$, $\delta=10 \text{ мм}$) равна 1 м/с. Определить годовую пропускную способность нефтепровода. Ответ: 1) 21,365 млн. т/год 2) 19,678 млн. т/год 3) 24,657 млн. т/год.

2. Определить кинематическую вязкость нефти, если известно, что 50 мл этой нефти вытекает из камеры вискозиметра через вертикальный цилиндрический капилляр с внутренним диаметром 2 мм за 4 мин. Ответы:

- 1) 18,5, сСт. 2) 19,5 сСт. 3) 17,5сСт.

3. Профиль участка нефтепродуктопровода ($L=120 \text{ км}$, $D=530\times 8 \text{ мм}$,

$\Delta = 0,15$, мм) представлен следующими данными:

x, км 0 10 15 20 30 40 60 80 120

Z, м 50 100 50 150 100 200 50 75 0

(x - координата сечения; z - геодезическая отметка).

Давление рк в конце участка равно 0,3 МПа. По трубопроводу перекачивают дизельное топливо ($\rho = 840$ кг/м³, $\nu = 5$ сСт, $p_y = 0,01$ МПа) с расходом 650 м³/ч. Определить, имеется ли в трубопроводе самотечный участок и если имеется, то где он расположен? Ответы: 1) не имеется 2) имеется между 40 и 49,942 3) имеется между 60 и 84,56

4. Профиль нисходящего участка АВ нефтепродуктопровода ($L = 5000$ м, $D = 530 \times 8$ мм, $\Delta = 0,3$ мм) наклонен к горизонту под углом $\alpha = 50$ градусов. При перекачке бензина ($\rho = 735$ кг/м³, $\nu = 0,6$ сСт.) с расходом 700 м³/ч нем образуется самотечный участок длиной 2000 м, считая от перевальной точки А. Определить объем парогазовой полости.

Ответы: 1) 318 м³, 2) 317, 3) 319.

4. Определить напор системы двух параллельно соединенных центробежных насосов НМ 5000-210, характеристики которых заданы уравнениями $H = 272 - 0,26 \cdot 10^{-5} \cdot Q^2$ и $H = 250 - 0,125 \cdot 10^{-5} \cdot Q^2$, если известно, что они перекачивают сырую нефть с расходом 8000 м³/ч. Ответы: 1) 222,9 м 2) 22,29 м 3) 2229 м

5. Каково изменение вместимости участка стального нефтепровода ($D = 530$ мм, $\delta = 8$ мм, $L = 100$ км) при увеличении среднего давления находящейся в нем нефти на 10 °С? Ответы: 1) 16,6 м³ 2) 14,2 м³ 3) 18,9 м³

6. Автомобильный бензин А-80 ($\rho_{20} = 730$ кг/м³) в цистерне бензовоза нагрелся на 25 °С, заполнив ее до нижнего среза горловины, в связи с чем объем топлива стал равен номинальному объему цистерны 10 м³. Определить, какой объем бензина будет зафиксирован в подземной емкости АЗС после слива цистерны, когда температура бензина уменьшится до температуры 15 °С окружающего грунта. Ответы: 1) 9,825 м³, т.е. на 175 л меньше 2) 10,125 м³, т.е. на 125 л больше 3) 10 м³, т.е. не изменится

7. Определить кинематическую вязкость нефти, если известно, что 50 мл этой нефти вытекают из камеры капиллярного вискозиметра через вертикальную цилиндрическую трубку с внутренним диаметром 2 мм за 4 мин. Ответы: 1) 18,5 сСт 2) 20 сСт 3) 14,5 сСт

Перекачка бензина ($\rho = 750$ кг/м³; $\mu = 0,5$ сПз) ведется по нефтепроводу ($D = 530 \times 8$ мм, $\Delta = 0,22$ мм) с расходом 1100 м³/ч. Определить режим течения и вычислить коэффициент гидравлического сопротивления. Ответы:

- 1) Турбулентный режим в области гидравлически гладки труб; $\lambda = 0,0236$
- 2) Турбулентный режим в области квадратичного трения; $\lambda = 0,016$
- 3) Турбулентный режим в области смешанного трения; $\lambda = 0,02$

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. История развития технологий трубопроводного транспорта в России и мире

2. Современные технологии трубопроводного транспорта в России и за рубежом
3. Технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов
4. Основные технологические процессы на НПС. Технологические схе-мы НПС.
5. Трубопроводная арматура.
6. Размещение запорной и другой арматуры на нефтепроводах и нефтепродуктопроводах.
7. Технологические схемы перекачки нефти и нефтепродуктов
8. Последовательная перекачка нефтей и нефтепродуктов.
9. Технологии хранения нефти и нефтепродуктов
10. Технологическое оборудование в резервуарах хранения.
11. Технологии трубопроводного транспорта газа
12. Основные технологические процессы на компрессорной станции.
13. Основные технологические процессы на насосной станции
14. Основные технологические процессы на ГРС
15. Основные технологические процессы на ДКС
16. Режим работы магистрального газопровода.
17. Особенности осуществления технологических процессов на КС.
18. Построение технологической схемы магистрального газопровода.
19. Размещение запорной и другой арматуры на магистральных газопроводах.
20. Типовые расчеты параметров технологических процессов в энергетических системах газопроводов.
21. Технологии хранения газа
22. Основные технологии хранения газа.
23. Подземные хранилища газа (ПХГ).
24. Химические и физические способы борьбы с гидратами.
25. Технологии осушки природного газа, достоинства и недостатки существующих способов на примере оборудования.

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	Трубопроводные системы в России и мире: передовой отечественный и зарубежный опыт	ОПК-1, ОПК-4, ПК -1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
2	Технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов	ОПК-1, ОПК-4, ПК -1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
3	Технологии хранения нефти и нефтепродуктов	ОПК-1, ОПК-4, ПК -1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
4	Технологии трубопроводного транспорта газа	ОПК-1, ОПК-4, ПК -1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
5	Технологии хранения газа	ОПК-1, ОПК-4, ПК -1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту

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

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

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

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

оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

Марон В.И. Гидравлика двухфазных потоков в трубопроводах. Учебное пособие. СПб.: «Издательство Лань», 2012. - 256 с. 2012

Дополнительная литература

1. Селезнев В.Е. Современные компьютерные тренажеры в трубопроводном транспорте: математические методы моделирования и практическое применение: монография. - М.: МАКС Пресс. 200 с. 2007

2. Чигарев А.В. ANSYS для инженеров : Справ. пособие. - М. : Машиностроение, 2004. - 512 с. 2004

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

4. Житенёв А.И. Основы теории и проектирования энергетических систем газонефтепроводов и газонефтехранилищ: учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 319 с. 2008

5. Гриценко А.И. Газодинамические процессы в трубопроводах и борьба с шумом на компрессорных станциях. - М.: Недра, 2002. 2002

6. Житенёв А.И. Расчет тарельчатого абсорбера: расчетно-графическая работа: учеб. пособие. - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 80 с. 2011

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:

1. Электронная информационно-образовательная среда университета <http://eios.vorstu.ru>

2. Консультирование посредством электронной почты

3. Использование презентаций при проведении лекционных занятий

4. Приобретение знаний в процессе общения со специалистами в области управления проектами на профильных специализированных сайтах (форумах)

5. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7; Microsoft Office

2007 (или более поздняя версия); Microsoft PowerPoint, Adobe Reader.

6. Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (электронный каталог научно-технической библиотеки):

http://catalog.vorstu.ru/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=vgtu_lib

7. Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ с компьютеров ВУ-3а) <http://e.lanbook.com>

8. Информационно-аналитическая система SCINCE INDEX <http://elibrary.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

Проектно-конструкторский центр по договору между ОАО Турбонасос и ФГБОУ ВПО ВГТУ №132/316-13 от 29 ноября 2013 года на создание и обеспечение деятельности базовой кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки (базовой кафедры) созданной при базовой организации (компьютеры – 15 шт, МФУ А0))

Для самостоятельной работы имеются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

По дисциплине «Технологические процессы трубопроводного транспорта» читаются лекции, проводятся практические занятия, 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 заданий по каждой теме курса, при этом метод выполнения сначала разбирается у доски преподавателем, а затем закрепляется путем выполнения студентами отдельного задания самостоятельно под руководством преподавателя. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

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

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
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.