

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

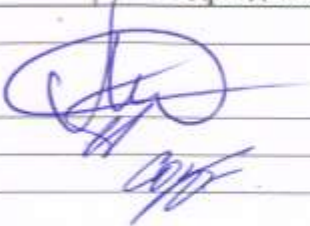
И.о. директора ИНПР

Н.В. Гусева

« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Эксплуатация насосных и компрессорных станций			
Направление подготовки/ специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
Образовательная программа (направленность (профиль))	«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
Специализация	«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		11
	Практические занятия		22
	Лабораторные занятия		11
	ВСЕГО		44
Самостоятельная работа, ч		64	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОНД
И.о. зав. каф. - руководитель ОНД на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			И.А. Мельник
			О.В. Брусник
			А.Л. Саруев

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-5	Способен обеспечивать заданные режимы эксплуатации нефтегазотранспортного оборудования и контролировать выполнение производственных показателей процессов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки	И.ПК(У)-5.1	Обеспечивает заданные режимы, оперативный контроль за выполнением производственных показателей при эксплуатации оборудования для бесперебойной поставки углеводородного сырья	ПК(У)-5.1B1	Владеет навыками работы со справочной документацией и методиками оценки количественно-качественных характеристик производственных показателей в процессе эксплуатации нефтегазотранспортного оборудования для бесперебойной поставки
				ПК(У)-5.1У1	Умеет определять влияние эксплуатационных характеристик оборудования на изменение объемов транспортируемой среды для контроля производственных показателей при транспорте и хранении нефти, газа и продуктов переработки
				ПК(У)-5.131	Знает устройство и принцип работы нефтегазотранспортного оборудования для обеспечения заданных режимов эксплуатации и контроля выполнения производственных показателей процессов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Работу перекачивающих станций на трубопровод. Эксплуатацию насосов. Эксплуатацию перекачивающих станций и их систем. Эксплуатацию центробежных газоперекачивающих агрегатов. Эксплуатацию компрессорных станций и их систем	И.ПК(У)-5.1

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 2	Умеет выбирать насосы для подпорных насосных станций ГНПС. Выполнять расчет оптимального количества работающих вентиляторов АВО газа	И.ПК(У)-5.1
РД 3	Владеет основными положениями по эксплуатации магистральных и подпорных насосов и объектов, входящих в их комплексы	И.ПК(У)-5.1
РД 4	Владеет нормативно – технической базой систем проектирования компрессорных агрегатов и задачами прогнозирования технического состояния компрессорных агрегатов	И.ПК(У)-5.1
РД 5	Владеет типовыми техническими решениями по проектированию нефтеперекачивающих и компрессорных станций	И.ПК(У)-5.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение. Назначение и классификация насосов. Основные параметры насосов	РД1 РД4 РД 5	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 2. Центробежные насосы	РД1 РД3 РД4	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 3. Поршневые насосы	РД2 РД3 РД4	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 4. Область применения насосов различного типа	РД1 РД3 РД4	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 5. Нефтеперекачивающие станции	РД3 РД4 РД5	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 6. Эксплуатация технологических объектов, вспомогательных систем и технологических трубопроводов НС магистральных трубопроводов	РД1 РД2 РД 5	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 7. Центробежные компрессорные машины (ЦКМ)	РД1 РД2 РД 5	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	6

Раздел 8. Общие сведения о роторных компрессорах	РД1 РД2 РД3	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	6
Раздел 9. Поршневые компрессоры	РД1 РД4 РД 5	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	6
Раздел 10. Компрессорные станции	РД1 РД2 РД3	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	6
Раздел 11. Эксплуатация КС магистральных трубопроводов	РД1 РД4 РД5	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	4

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Назначение и классификация насосов. Основные параметры насосов

Темы лекций:

1. Введение. Назначение и классификация насосов. Основные сведения о насосах. Характеристики магистральных насосов. Насосные агрегаты, применяемые на НПС магистральных трубопроводов. Основные и подпорные центробежные насосы, марки, принцип действия, характеристики.

Темы практических занятий:

1. Технологический расчет магистрального газопровода и расчет режимов работы компрессорной станции.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание центробежного насоса Д200-366 (снятие характеристик).

Раздел 2. Центробежные насосы

Темы лекций:

1. Конструктивная схема и принцип действия. Основные уравнения центробежных насосов. Классификация насосов: по коэффициенту быстроходности, конструкции колеса, расположению опор и вала, количеству ступеней, конструкции корпуса, типу уплотнений и подшипников, разгрузке ротора. Характеристики насосов (комплексные универсальные, относительные). Теоретические характеристики. Потери энергии в насосе. Действительные характеристики. Характеристики насосов в условиях эксплуатации. Кавитация, всасывающая способность насосов. Влияние вязкости плотности жидкости на комплексную характеристику. Пересчёт характеристик с воды на нефтепродукты. Совместная работа насосов и трубопроводной сети. Совместная работа насоса и трубопровода, рабочая точка насоса. Последовательное, и смешанное соединение насосов, рабочая точка системы и отдельных насосов. Регулирование работы центробежных насосов. Способы регулирования. Область применения центробежных насосов.

Темы практических занятий:

1. Пересчет характеристики центробежного насоса при смене вязкости и плотности перекачиваемой жидкости.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание центробежного насоса Д200-366 (квитанционные испытания).

Раздел 3. Поршневые насосы

Темы лекций:

1. Классификация, принцип действия, конструктивные особенности. Подача насоса, способы устранения её неравномерности. Характеристики насоса, способы регулирования подачи насоса. Индикаторная диаграмма, мощность насоса. Организация и планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования по фактическому техническому состоянию. Сущность метода ТОР по фактическому техническому состоянию, разновидности.

Темы практических занятий:

1. Технологический расчет магистрального нефтепровода.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание поршневого насоса АНТ-150 (снятие характеристик).
2. Испытание центробежного насоса ЦНС 180-950 (квитанционные испытания).

Раздел 4. Область применения насосов различного типа

Темы лекций:

1. Классификация НС. Основное оборудование НС (насосы, двигатели) магистральных трубопроводов, нефтебаз и нефтепромыслов. Технологические схемы головной и промежуточной НС магистральных трубопроводов. Технологические схемы НС нефтебаз и нефтепромыслов. Вспомогательные системы НПС. Системы смазки насосно-силовых агрегатов. Система сбора утечек. Система охлаждения. Средства контроля и защиты насосного агрегата. Неустановившийся режим работы НС. Гидравлический удар при остановке НС. Методы предотвращения гидроудара. Укрытия для насосно-силовых агрегатов, блочное сооружение НС. Перспективы развития НС. Основные принципы проектирования НС и КС.

Темы практических занятий:

1. Подпор основного оборудования НПС магистральных нефтепроводов.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание поршневого насоса УНБ-600 (снятие характеристик).

Раздел 5. Нефтеперекачивающие станции
--

Темы лекций:

1. Эксплуатация технологических объектов, вспомогательных систем и технологических объектов, технологических трубопроводов НС магистральных трубопроводов. Узел подключения НПС, технологические операции. Площадка фильтров-грязеуловителей. Система сглаживания волн давления: назначение системы; устройство и принцип действия системы АРКРОН; устройство и работа клапана «Флекс-Фло». Учет нефти и нефтепродуктов. Методы измерения количества нефти и нефтепродуктов. Средства измерения количества

нефти и нефтепродуктов на НПС. Системы измерения количества и качества нефти и нефтепродуктов (СИКН). Приемо-сдаточный пункт.

Темы практических занятий:

1. Регулирование режимов работы НПС нефтепроводов.

Названия лабораторных работ:

1. Испытание центробежного насоса ЦНС 180-950 (снятие характеристик).

Раздел 6. Эксплуатация технологических объектов, вспомогательных систем и технологических трубопроводов НС магистральных трубопроводов

Темы лекций:

1. Системы разгрузки и охлаждения торцевых уплотнений, смазки и охлаждения подшипников, сбора утечек от торцевых уплотнений, подачи и подготовки сжатого воздуха, обратного водоснабжения и охлаждения воды воздухом, средств контроля и защиты насосного агрегата. Классификация, конструктивные схемы и принцип действия. Основные элементы конструкции. Основные уравнения центробежных компрессорных машин. Термодинамика компрессорного процесса. Уравнение баланса энергии. Термодинамические к.п.д. компрессорных машин различного типа, мощность.

Темы практических занятий:

1. Расчет давления на входе в компрессорную станцию. Технологический расчет пылеуловителей. Расчет аппаратов воздушного охлаждения.

Раздел 7. Центробежные компрессорные машины (ЦКМ)
--

Темы лекций:

1. Классификация, конструктивные схемы и принцип действия. Основные элементы конструкции, привод. Теория одноцилиндрового компрессора одностороннего действия. Рабочий процесс в цилиндре, теоретическая индикаторная диаграмма. Подача, мощность и к.п.д. Действительные характеристики поршневых компрессоров. Действительная индикаторная диаграмма, основанная на ней диагностика технического состояния компрессора. Загрузочные кривые поршневых газомотокомпрессоров. Многоступенчатое сжатие. Регулирование подачи компрессора.

Темы практических занятий:

1. Обеспечение бескавитационной работы насосов на НПС.

Раздел 8. Общие сведения о роторных компрессорах

Темы лекций:

1. Классификация КС. Основное оборудование КС (компрессорные машины и их привод) магистральных газопроводов и промыслов. Технологические схемы КС магистральных газопроводов с центробежными нагнетателями и газомотокомпрессорами. Технологические схемы промысловых КС. Вспомогательное технологическое оборудование КС. Установка очистки газа. Установка охлаждения газа. Вспомогательные системы газоперекачивающих агрегатов (ГПА). Система газа топливного, пускового и импульсного. Система уплотнения вала нагнетателя. Система смазки ГПА. Укрытие ГПА, блочное

сооружение КС.

Темы практических занятий:

1. Подготовка газоперекачивающего агрегата к монтажу, техника монтажа блоков, вспомогательного оборудования.

Раздел 9. Поршневые компрессоры
--

Темы лекций:

1. Общие сведения о роторных и поршневых компрессорах. Конструктивные схемы, принцип действия, мощность, способы регулирования подачи.

Темы практических занятий:

1. Подбор ГПА для КС магистрального газопровода.

Раздел 10. Компрессорные станции

Темы лекций:

1. Подбор основного оборудования КС. Расчёт режима работы компрессорной станции с поршневыми и центробежными компрессорными машинами. Разработка технологической схемы станции. Технологическая схема компрессорного цеха с поршневыми и центробежными компрессорными машинами, схема узла подключения КС к газопроводу, схема узла очистки газопровода, схема установок очистки и охлаждения газа. Разработка вспомогательных установок - установки очистки газа, установки охлаждения газа, установки подготовки газа топливного, пускового, импульсного. Разработка вариантов и технических решений использования вторичных энергетических ресурсов КС. Разработка мероприятий по снижению газопотребления КС. Анализ технического состояния ГПА по данным эксплуатации разработка мероприятий по повышению надёжности ГПА.

Темы практических занятий:

1. Расчет режима работы КС с центробежными нагнетателями.

Раздел 11. Эксплуатация КС магистральных трубопроводов

Темы лекций:

1. Эксплуатация основного оборудования КС. Расчёт режима работы компрессорной станции с поршневыми и центробежными компрессорными машинами. Разработка технологической схемы станции. Технологическая схема компрессорного цеха с поршневыми и центробежными компрессорными машинами, схема узла подключения КС к газопроводу, схема узла очистки газопровода, схема установок очистки и охлаждения газа. Эксплуатация вспомогательных установок - установки очистки газа, установки охлаждения газа, установки подготовки газа топливного, пускового, импульсного. Разработка вариантов и технических решений использования вторичных энергетических ресурсов КС. Разработка мероприятий по снижению газопотребления КС. Анализ технического состояния ГПА по данным эксплуатации разработка мероприятий по повышению надёжности ГПА.

Темы практических занятий:

1. Обеспечение беспомпажной работы нагнетателей КС.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Эксплуатация насосных и компрессорных станций» предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Коршак, Алексей Анатольевич. Компрессорные станции магистральных газопроводов : учебное пособие / А. А. Коршак. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2016. — 159 с.: ил.. — Высшее образование. — Библиогр.: с. 149-150.. — ISBN 978-5-222-24078-6.
2. Сооружение и эксплуатация насосных и компрессорных станций [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Н. Петров, А.Н. Сокольников, Д.В. Агровиченко, В.И. Верещагин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018 - 192 с. URL: <https://znanium.com/read?pid=1032200> (дата обращения: 05.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Китаев Д.Н. Расчет нефтяного насоса и построение рабочей характеристики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студентов специальности 21.03.01 / Д.Н. Китаев. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 67 с. — 2227-8397. URL: <http://www.iprbookshop.ru/55058.html> (дата обращения: 05.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Гунькина Т.А. Эксплуатация магистральных газопроводов и газохранилищ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Гунькина, М.Д. Полтавская. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 206 с. — 2227-8397URL: <http://www.iprbookshop.ru/63158.html> (дата обращения: 05.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Газопроводы [Электронный ресурс]: учебное пособие / — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 74 с. — 978-5-89040-570-8. URL: <http://www.iprbookshop.ru/54997.html> (дата обращения: 05.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций : учебник / А. М. Шаммазов, В. Н. Александров, А. И. Гольянов и др.. — Москва: Недра-Бизнесцентр, 2003. — 404 с.: ил.. — Библиогр.: с. 400- 403.. — ISBN 5-247-03881-9.
3. Кумар Б. К., Ботаханов Е. К. Эксплуатация насосных и компрессорных станций: Учеб. пособие. —Алматы : Каз НИТУ им. К. И. Сатпаева, 2015 . —392 с. URL: <https://studfile.net/preview/6863754/> (дата обращения: 05.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Воронецкий, Андрей Владимирович. Современные компрессорные станции / А. В. Воронецкий. — 2-е изд., доп.. — Москва: Премиум Инжиниринг, 2015. — 650 с.: ил. + CD-ROM. — Промышленный инжиниринг. — Библиогр.: с. 638-644.. — ISBN 978-5-903363-24-7.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Эксплуатация насосных и компрессорных станций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; сост. А. Л. Саруев; Л. А. Саруев. — 1 компьютерный файл (pdf; 10 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m062.pdf> (дата обращения: 05.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <http://e.lanbook.com>

3. Электронно-библиотечная система «Юрайт»: <https://lib.sibadi.org/ebs-yurajt/>

Информационно-справочные системы:

1. Справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>

2. Профессиональные стандарты - <http://fgosvo.ru/docs/101/69/2/19>

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic Acrobat Reader DC

Ansys 2020

Autodesk AutoCAD

MathWorks MATLAB

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 305	Комплект учебной мебели на 90 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 107	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Компьютер - 17 шт.; Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения	Комплект учебной мебели на 24 посадочных места

учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория); 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 113	Лазерный доплеровский измеритель скорости потока - 1 шт.; Стенд лабораторный "Поток" - 1 шт.; Лабораторный стенд "Уравнение Бернулли" - 1 шт.; Доска мобильная (флип-чарт) - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.
---	---

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность		ФИО
Доцент ОНД		А.Л. Саруев

Программа одобрена на заседании Отделения нефтегазового дела (протокол от «26» июня 2020 г. № 25).

И.о. зав. кафедрой – руководитель ОНД
на правах кафедры
д.г-м.н., профессор

 /И.А. Мельник/