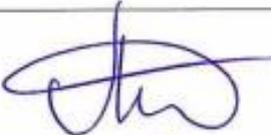


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 И.о. директора ИШПР  
  
 Гусева Н.В.  
 «30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Прочность оборудования газонефтепроводов и хранилищ</b>		
Направление подготовки/ специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов	
Специализация	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов	
Уровень образования	высшее образование - магистратура	
Курс	2 семестр 3	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8
	Практические занятия	32
	Лабораторные занятия	24
	ВСЕГО	64
Самостоятельная работа, ч		152
ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной аттестации	зачет	Обеспечивающее подразделение	ОНД
И.о. зав. каф. – руководителя отделения нефтегазового дела (на правах кафедры) Руководитель ООП Преподаватель			Мельник И.А.
			Манабаев К.К.
			Романов Н.А.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 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)-2	Способность анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль и техническое сопровождение	И.ПК(У)-2.1	Способен интерпретировать данные работы технологического оборудования, машин и агрегатов в нефтегазовой отрасли	ПК(У)-2.В1	Владеет опытом организации производственного процесса, анализа технического состояния оборудования нефтегазовой отрасли; определения объемов работ по его техническому обслуживанию и ремонту, оцениванию объема и качества выполнения работ по устранению выявленных дефектов
				ПК(У)-2.У1	Умеет организовать, проводить, руководить расчетами и экспериментальными работами по оценке технического состояния оборудования; производить идентификацию угроз для конкретных объектов и условий их эксплуатации
				ПК(У)-2.31	Знает назначение, устройство и принципы работы оборудования; технические регламенты по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем
ПК(У)-4	Способность проводить анализ с применением CAD-CAE-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий нефтегазового комплекса.	И.ПК(У)-4.1	Способен создавать пространственные и численные расчетные модели элементов конструкций, процессов эксплуатации элементов машин и технологического оборудования нефтегазовой промышленности в специализированных программных комплексах (ANSYS, SolidWorks, КОМПАС)	ПК(У)-4.В1	Владеет основными методами, используемыми при построении численных моделей физических объектов (элементов нефтегазового оборудования).
				ПК(У)-4.У1	Умеет использовать прикладные программные продукты для наглядного представления результатов компьютерного моделирования и расчета нефтегазового технологического оборудования
				ПК(У)-4.31	Знать основные принципы и методы математического моделирования свойств нефтегазового оборудования и технологических процессов с их участием. Знать основные этапы построения численных моделей физических объектов (элементов нефтегазового оборудования).

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

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

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения при прохождении дисциплины		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Умеет применять глубокие профессиональные знания для определения и расчета различных прочностных характеристик нефтегазового оборудования. Разрабатывать методики аналитических и экспериментальных исследований с оценкой прочности и долговечности оборудования газонефтепроводов и хранилищ.	ПК(У)-2, ПК(У)-4
РД-2	Владеет технологиями выбора оптимальных решений при оценке прочностных характеристик оборудования, а также методами расчета прочностных характеристик объектов газонефтепроводов и газонефтехранилищ.	ПК(У)-2, ПК(У)-4
РД-3	Владеет методами оценки работоспособности различных объектов с поверхностными повреждениями. Разрабатывать методики аналитических и экспериментальных исследований с оценкой прочности и долговечности	ПК(У)-2, ПК(У)-4
РД-4	Применяет технологию численного прочностного анализа трубопроводных систем.	ПК(У)-4
РД-5	Применять глубокие профессиональные знания для определения и расчета различных прочностных характеристик нефтегазового оборудования. Технологиями выбора оптимальных решений при оценке прочностных характеристик оборудования.	ПК(У)-2, ПК(У)-4

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.
<b>Раздел (модуль) 1.</b> Оценка конструктивной надежности и прочности магистрального трубопровода. Надежность и ресурс конструкций газонефтепроводов.	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	38
<b>Раздел (модуль) 2.</b> Основы расчета механической надежности и оптимизация коэффициента запаса прочности основных несущих элементов магистральных трубопроводов.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	38
<b>Раздел (модуль) 3.</b> Современный подход к оценке прочности	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6

элементов и сварных соединений трубопроводов.		Самостоятельная работа	<b>38</b>
<b>Раздел (модуль) 4.</b> Основы численного моделирования магистральных трубопроводов. Классификация резервуаров.	РД-1, РД-4, РД-5	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные занятия	<b>6</b>
		Самостоятельная работа	<b>38</b>

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1.** Оценка конструктивной надежности и прочности магистрального трубопровода. Надежность и ресурс конструкций газонефтепроводов.

Структура и основные характеристики линейной части магистральных нефтепроводов. Нагрузки и воздействия на магистральные газонефтепроводы. Расчетные схемы для расчета на прочность и долговечность труб с дефектами геометрии используют расчетные схемы «Бездефектная труба», «Дефект геометрии», «Дефект геометрии с поверхностной продольной трещиной», «Дефект геометрии с поверхностной окружной трещиной» с общими правилами упруго-пластических расчетов параметров напряженно-деформированного состояния и коэффициентов концентрации напряжений и деформаций.

**Темы лекций:**

1. Порядок выполнения расчета на прочность и долговечность.
2. Особенности прочностных расчетов магистральных нефтепроводов. **Темы практических занятий:**

1. Методики расчета на прочность и устойчивость магистральных трубопроводов.

**Названия лабораторных работ:**

1. Расчет на прочность и долговечность труб с механическими повреждениями типа "Риска"
2. Расчет на прочность подземных и надземных магистральных трубопроводов

**Раздел 2.** Основы расчета механической надежности и оптимизация коэффициента запаса прочности основных несущих элементов магистральных трубопроводов.

Критерии и параметры трещиностойкости материалов. Критерии линейной механики разрушения. Критерии нелинейной механики разрушения. Расчет на прочность отдельных несущих элементов трубопровода. Проверочный расчет прочности стенки резервуара. Расчет на остаточную прочность стенки резервуара.

**Темы лекций:**

1. Расчетные схемы для основных несущих элементов линейной части трубопроводов.
2. МКЭ-расчет коэффициента интенсивности напряжений для пластины и цилиндрической оболочки со сквозными трещинами. Расчет на прочность отдельных несущих элементов трубопровода. Проверочный расчет прочности стенки резервуара.

**Темы практических занятий:**

1. Расчет отдельных элементов трубопроводов на прочность
2. Определение остаточного срока службы трубопроводной арматуры

**Названия лабораторных работ:**

1. Расчет на прочность арматуры
2. Расчет резервуарных конструкций на прочность

**Раздел 3. Современный подход к оценке прочности элементов и сварных соединений трубопроводов.**

Перспективы применения механики мелких трещин при оценке надежности конструкций при эксплуатации. Методы оценки работоспособности строительных конструкций нефтегазового комплекса как научная основа их проектирования. Оценка малоциклового долговечности по критерию зарождения трещины. Инженерно-компьютерный анализ при помощи программного продукта ANSYS.

**Темы лекций:**

1. Метод конечных элементов.
2. Расчет на прочность отдельных несущих элементов трубопровода. Расчет напряженно-деформированного состояния в коническом переходе

**Темы практических занятий:**

1. Расчет на прочность и долговечность труб с дефектами геометрии типа "вмятина", "гофр"
2. Определение остаточного срока службы трубопроводной арматуры

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение остаточного срока службы трубопроводной арматуры
2. Расчет минимально допустимой толщины корпуса и крышки задвижки

**Раздел 3. Основы численного моделирования магистральных трубопроводов. Классификация резервуаров..**

Численное моделирование транспортирования газов по трубопроводным системам. Численный анализ прочности магистральных трубопроводов. Численное моделирование аварийных ситуаций, сопровождающихся разрушением газопроводов.

**Темы лекций:**

1. Основная концепция численного моделирования трубопроводных систем и средств их технической диагностики.

**Темы практических занятий:**

1. Определение допустимого давления для трубы с дефектом по критерию статической прочности
2. Расчет балочных моделей с помощью МКЭ

**Названия лабораторных работ:**

1. Расчет стенки резервуара на устойчивость

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) 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 расчетных работ,
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература:

1. Бауэр, В. И. Транспортно-технологический сервис процессов сооружения и ремонта линейной части магистральных трубопроводов : монография / В. И. Бауэр, А. А. Мухортов. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 258 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/41029> (дата обращения: 18.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

2. Саруев, А. Л. Прочность оборудования газонефтепроводов и хранилищ : учебное пособие / А. Л. Саруев, Л. А. Саруев ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2013. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m285.pdf> (дата обращения: 18.06.2019). - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

3. Тетельмин, В. В. Магистральные нефтегазопроводы : учебное пособие / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. — 3-е изд., доп. — Долгопрудный : Интеллект, 2010. — 352 с.

#### Дополнительная литература:

1. Бирилло, И. Н. Гидравлические испытания труб : учебное пособие / И. Н. Бирилло, Ю. А. Теплинский, И. Ю. Быков. — Москва : ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. — 104 с.

2. Рудаченко, А. В. Исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов : учебное пособие / А. В. Рудаченко, А. Л. Саруев ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2011. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m213.pdf> (дата обращения: 18.06.2019). - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

3. Рудаченко, А. В. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов : учебное пособие / А. В. Рудаченко, Н. В. Чухарева, А. В. Жилин ; Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m99.pdf> (дата обращения: 18.06.2019). - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

4. Семакина, О. К. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования отрасли : учебное пособие / О. К. Семакина ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2018. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2018/m032.pdf> (дата обращения: 18.06.2020). - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

5. Справочник мастера строительно-монтажных работ. Сооружение и ремонт нефтегазовых объектов : справочник / В. А. Иванов, С. В. Кузьмин, И. Г. Вольнец, С. В. Михаленко. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2007. — 832 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65123> (дата обращения: 18.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6. Строительные конструкции нефтегазовых объектов : учебник / Ф. М. Мустафин, Л. И. Быков, В. Н. Мохов [и др.]. — Санкт-Петербург : Недра, 2008. — 780 с

7. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов : учебное пособие для вузов / П. И. Тугунов, В. Ф. Новоселов, А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2002. — 658 с.

8. Типовые расчеты при сооружении и ремонте газонефтепроводов : учебное пособие / Л. И. Быков, Ф. М. Мустафин, С. К. Рафиков [и др.]. — Санкт-Петербург : Недра, 2006. — 824 с.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic
2. Adobe Acrobat Reader DC
3. PTC Mathcad 15 Academic Floating
4. Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education
5. Пакет Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD
6. Программный комплекс метода конечных элементов ANSYS

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 г. Томская область, Томск, пр-т Ленина, д.43, 218	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Компьютеры - 11 шт., проектор – 1 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, 150	Коррозиметр "Магистраль-1" в комплекте с ноутбуком - 2 шт.; Установка для исследования трещин в трубопроводах - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для приборов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 43, 219	Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест

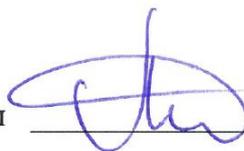
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики Основной образовательной программы по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело»/ «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» (приема 2019 года, очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОНД		Никulichиков А.В.

Программа одобрена на заседании Отделения нефтегазового дела (протокол от «25» июня 2019 года № 15).

И.о. зав. каф. –  
руководителя отделения  
нефтегазового дела на правах кафедры



И.А. Мельник

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения нефтегазового дела
2021/2020 учебный год	1. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины «Раздел 4. CAE-системы» в части выполнения практических работ в ПО COMSOL Multiphysics 2. Дополнен список литературы.	От 26.06.2020 г. № 25