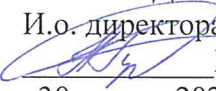


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИШПР

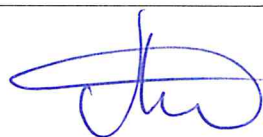
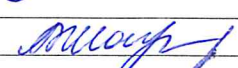
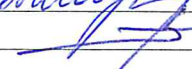
 Н.В. Гусева

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Эксплуатационная надежность объектов транспорта нефти и газа			
Направление подготовки/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело»		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов		
Специализация	Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов		
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	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		Курсовой проект	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен Диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОНД
------------------------------	-----------------------	------------------------------	-----

И.о. зав. кафедрой - руководителя отделения нефтегазового дела на правах кафедры		И.А. Мельник
Руководитель ООП		А.В. Шадрина
Преподаватель		А.В. Рудаченко

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Эксплуатационная надежность объектов транспорта нефти и газа» 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
ОПК(У)-3	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	И.ОПК(У)-3.1	Анализирует информацию и составляет обзоры, отчеты	ОПК(У)-3.131	Знает порядок оформления, правила составления отдельных отчетов, обзоров
				ОПК(У)-3.1У1	Умеет анализировать информацию, составлять обзоры, отчеты
				ОПК(У)-3.1В1	Владеет опытом анализа информации, составления обзоров, отчетов
ПК(У)-2	Способность анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в трубопроводном транспорте нефти и газа	И.ПК(У)-2.1	Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в трубопроводном транспорте нефти и газа	ПК(У)-2.131	Знает назначение, устройство и принципы работы оборудования; технические регламенты по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем
				ПК(У)-2.1У1	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)-2.1В1	Владеет опытом организации производственного процесса, анализа технического состояния оборудования трубопроводного транспорта нефти и газа; определения объемов работ по его техническому обслуживанию и ремонту, оцениванию объема и качества выполнения работ по устранению

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					выявленных дефектов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Эксплуатационная надежность объектов транспорта нефти и газа» относится к базовой части (модуль общепрофессиональных дисциплин) 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	
РД1	Выбирать направления совершенствования методов и средств системного обеспечения эксплуатационной надежности магистральных нефтегазопроводов и технологического оборудования	И.ПК(У)-2.1 И.ОПК(У)-3.1
РД2	Получать, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	И.ПК(У)-2.1 И.ОПК(У)-3.1
РД3	Прогнозировать состояние технических объектов	И.ПК(У)-2.1 И.ОПК(У)-3.1

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 (модуль) 1. Теоретические основы эксплуатационной надежности оборудования объектов транспорта нефти и газа	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 2. Теоретические методы определения показателей эксплуатационной надежности линейных объектов и оборудования	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 3. Анализ эксплуатационных показателей надежности оборудования нефтегазопроводов и хранилищ	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 4.	РД2	Лекции	2

Методы статистического анализа и прогноза показателей эксплуатационной надежности объектов транспорта нефти и газа	РД3	Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Курсовое проектирование	РД2 РД3	Самостоятельная работа	92

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1.

Теоретические основы эксплуатационной надежности оборудования объектов транспорта нефти и газа.

Общее понятие об эксплуатационной надежности технических объектов. Влияние режимов эксплуатации на изменение ресурсных показателей оборудования для транспорта и хранения нефти и газа.

Нормативно-техническое обеспечение анализа показателей эксплуатационной надежности с учетом эксплуатационных параметров, прилагаемых нагрузок, климатических условий, местоположения объектов и условий безопасности технологического цикла. Существующие методы анализа и прогноза текущего технического состояния оборудования, условий их эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

Темы лекций:

- ЛК1 Основные положения теории эксплуатационной надежности оборудования объектов транспорта нефти и газа.

Темы лабораторных работ:

- ЛБ1 Выдвижение гипотезы о законе распределения времени безотказной работы линейной части магистрального газопровода
- ЛБ2 Выдвижение гипотезы о функции распределения времени восстановления линейной части магистральных газопроводов.
- ЛБ3 Выдвижение гипотезы о модели надежности газоперекачивающего агрегата.

Темы практических занятий:

- ППР1 Общие характеристики конструкции магистральных газопроводов и трассы в целом.
- ППР2 Общие характеристики конструкции магистральных нефтепроводов и трассы в целом.
- ППР3 Основные характеристики конструкции линейной части магистральных газопроводов.
- ППР4 Основные характеристики конструкции линейной части магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.

Раздел (модуль) 2.

Теоретические методы определения показателей эксплуатационной надежности линейных объектов и оборудования.

Учет влияния вида и характера силовых воздействий на надежность линейных объектов газонефтепроводов и хранилищ. Оценка влияния природно-климатических условий на показатели надежности. Учет влияния характеристик перекачиваемой среды на надежность

оборудования линейной части трубопровода. Зависимость показателей надежности от организационно-технической системы технического обслуживания оборудования.

Возможность анализа и управления характеристиками внешних воздействий на основе непрерывного контроля и оценки текущего технического состояния линейных объектов на территории промыслов и магистральных нефтегазопроводов для транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки.

Темы лекций:

- ЛК2 Методы определения показателей эксплуатационной надежности площадных объектов и оборудования линейной части трубопроводного транспорта нефти и газа.

Темы лабораторных работ:

- ЛБ4 Графический метод построение линий тренда.
- ЛБ5 Определение вида функции распределения времени восстановления линейной части магистральных газопроводов.
- ЛБ6 Построение модели надежности газоперекачивающих агрегатов.

Темы практических занятий:

- ППР5 Нагрузки и воздействия.
- ППР6 Стандартные и нестандартные условия работы трубопровода.
- ППР7 Анализ природно-климатических нагрузок, обусловленных взаимодействием трубопровода с окружающей средой.
- ППР8 Анализ возможных непроектных режимов функционирования конструкций на этапе проектирования эксплуатации.

Раздел (модуль) 3.

Анализ эксплуатационных показателей надежности оборудования нефтегазопроводов и хранилищ.

Статистические характеристики эксплуатационных показателей в соответствии с привязкой к технологическим процессам, условиям эксплуатации, местоположением объектов и характером внешних воздействий и нагрузок.

Анализ и управление характеристиками внешних воздействий на основе непрерывного мониторинга текущего технического состояния линейных и площадных объектов промысловых и магистральных нефтегазопроводов для транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки. Выбор допустимых технических решений для режимной управляемости и безопасности.

Темы лекций:

- ЛК3 Статистический анализ эксплуатационных показателей надежности оборудования линейной части нефтегазопроводов и хранилищ.

Темы лабораторных работ:

- ЛБ7 Построение модели отказов линейной части нефтепродуктопровода вследствие продольных разрушений, инициированных сквозными трещинами.

- ЛБ8 Определение закона распределения времени безотказной работы насосных агрегатов НПС.
- ЛБ9 Выбор оптимального метода компьютерного моделирования в Excel и построения модели надежности линейной части магистральных газопроводов на базе корреляционного анализа.

Темы практических занятий:

- ПР9 Переходный процесс объекта во временное или окончательное прекращение эксплуатации.
- ПР10 Совокупность признаков нарушения работоспособного состояния объекта.
- ПР11 Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты.
- ПР12 Вероятностный характер показателей надежности восстанавливаемых объектов.

Раздел (модуль) 4.

Методы статистического анализа и прогноза показателей эксплуатационной надежности объектов транспорта нефти и газа.

Современные методы и программные продукты для интерпретации, анализа, выбора оптимальных вариантов решения задач по надежности и долговечности для нефтегазопроводов и площадных объектов и прогноза их технического состояния.

Понятие о восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических объектах. Основные показатели надежности и дополнительные критерии невосстанавливаемых объектов. Взаимозависимость показателей. Законы распределения случайных величин наработки до отказа элементов или систем. Математические модели анализа случайных величин с учетом характера структурных схем соединения единичных технических объектов между собой.

Темы лекций:

- ЛК4 Методы анализа и прогноза показателей эксплуатационной надежности линейных объектов транспорта нефти и газа.

Темы лабораторных работ:

- ЛБ10 Проверка на адекватность действительности функции распределения времени восстановления линейной части магистральных газопроводов на базе корреляционного анализа.
- ЛБ11 Проверка на адекватность действительности построенной модели надежности газоперекачивающих агрегатов на базе корреляционного анализа.
- ЛБ12 Проверка достоверности модели надежности газоперекачивающих агрегатов с помощью критерия согласия Пирсона.

Темы практических занятий:

- ПР13 Понятие среднего ресурса и среднего срока службы в терминах вероятностных моделей.
- ПР14 Группы показателей ремонтпригодности.
- ПР15 Последовательность этапов разукрупнения системы на отдельные элементы конструктивной расчетной схемы.
- ПР16 Последовательность прогнозирования работоспособного состояния отдельного участка линейной части магистрального газопровода.

Тематика курсовых проектов.

Теоретический раздел

1. Показатели эксплуатационной надежности учитываются при анализе работоспособности компрессорной станции
2. Интенсивность отказов газоперекачивающего агрегата на различных этапах эксплуатации.
3. Дegradационный этап эксплуатации линейных и площадных объектов.
4. Вероятность отказов вспомогательного оборудования системы водоснабжения КС.

Практический раздел:

1. Расчет показателей эксплуатационной надежности газоперекачивающего агрегата компрессорной станции магистрального газопровода (выбор исходных табличных данных по вариантам).
2. Расчет показателей эксплуатационной надежности магистрального насоса участка нефтепровода (выбор исходных табличных данных по вариантам).
3. Анализ показателей эксплуатационной надежности вспомогательного оборудования компрессорной станции (выбор исходных табличных данных по вариантам).

Выбор варианта для расчетного раздела курсового проекта осуществляется в соответствии с последними двумя цифрами в зачетной книжке студента.

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 ИДЗ и контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Никифоров, С. Н. Теория параллельного диагностирования. Дискретные объекты: монография [Электронный ресурс] / Никифоров С. Н. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 144 с. – Доступ из Корпоративной сети ТПУ. - Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/131047> (дата обращения: 30.05.2020)
2. Рудаченко, Александр Валентинович. Исследования напряженно-деформированного

состояния трубопроводов: учебное пособие [Электронный ресурс]/ А. В. Рудаченко, А. Л. Саруев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.8 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m213.pdf> (дата обращения: 30.05.2020).

3. Носов, В. В.. Диагностика машин и оборудования [Электронный ресурс]/ Носов В. В.. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 376 с. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/90152> (дата обращения: 30.05.2020)

Дополнительная литература

1. Зубарев, Ю. М. Основы надежности машин и сложных систем [Электронный ресурс] / Зубарев Ю. М. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 180 с. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/91074> (дата обращения: 30.05.2020).
2. Тимошенков, Сергей Петрович. Основы теории надежности: учебник и практикум для академического бакалавриата [Электронный ресурс] / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко; Национальный исследовательский университет Московский государственный институт электронной техники (МИЭТ). — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2015. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Бакалавр. Академический курс. — Электронные учебники издательства "Юрайт". — Электронная копия печатного издания. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше. — Доступ из Корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-86.pdf> (дата обращения: 30.05.2020).
3. Поисковые исследования повышения эксплуатационной надежности технических систем ответственного назначения, эксплуатируемых в условиях Сибири и крайнего Севера [Электронный ресурс] / Ю. Н. Сараев [и др.] // Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций тезисы докладов Международной конференции, 21-25 сентября 2015 г., Томск: / Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт физики прочности и материаловедения (ИФПМ) . — Томск: Изд-во ИФПМ СО РАН, 2015. — [С. 343-346]. — Заглавие с экрана. — Свободный доступ из сети Интернет. — Adobe Reader.. Схема доступа: http://www.ispms.ru/files/Conference/2015/tezis_2015.pdf#page=343 (дата обращения: 30.05.2020).
4. Зубарев, Ю. М. Технологическое обеспечение надежности эксплуатации машин: учебное пособие [Электронный ресурс] / Зубарев Ю. М. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 320 с. — Доступ из Корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/107932> (дата обращения: 30.05.2020).

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы:

Персональный сайт к.т.н., доцента ОНД Рудаченко А.В. — Схема доступа: <https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KTXNG>

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

Научная электронная библиотека. - Режим доступа: <http://elibrary.ru>

Лицензионное программное обеспечение:

WinDjView, Acrobat Reader DC, Chrome, Firefox ESR, K-Lite Codec Pack Full, Office 2007 Standard Russian Academic, PTC Mathcad 15 Academic Floating, WinDjView, Zoom, 7-Zip

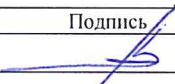
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 5, 305	Компьютер - 1 шт., телевизор - 2 шт. Комплект учебной мебели на 90 посадочных мест
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 5, 115	Интерактивная панель TRIUMPH BOARD MULTI TOUCH 65 - 1 шт.; Доска мобильная (флип-чарт) - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 19

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело», профиль «Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОНД		А.В. Рудаченко

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

И.о. зав. кафедрой - руководителя отделения нефтегазового дела на правах кафедры

 И.А. Мельник

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОНД (протокол)
20___/___ учебный год		От 00.00.2000 г. № _____