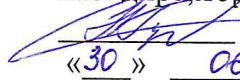


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИШПР

 Н.В. Гусева
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Надежность и долговечность машин для производства сжиженного природного газа

Направление подготовки/специальность	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника		
Специализация	Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	-	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч			76
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			108

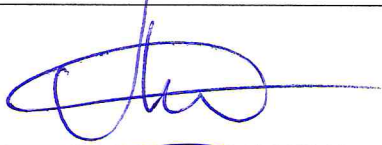
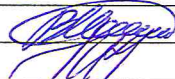
Вид промежуточной аттестации

**Экзамен,
Диф. зачет**

Обеспечивающее подразделение

ОНД

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

	И.А. Мельник
	В.И. Максимов
	К.К. Манабаев

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
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.1.УК(У)-1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие и связи между ними	УК(У)-1.B1	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.Y1	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.31	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
		И.2.УК(У)-1	Осуществляет поиск, выделяет и ранжирует информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов	УК(У)-1.B2	Владеет методами получения и критического анализа новых знаний для решения задач естественнонаучных дисциплин
				УК(У)-1.Y2	Умеет обобщать усвояемые знания естественных наук категориями системного анализа, синтеза, сравнения и оценки
				УК(У)-1.32	Знает основные методы познавательной деятельности и верификации получаемых знаний
		И.3.УК(У)-1	Обосновывает выводы, интерпретации и оценки о научных исследованиях и перспективах их применения.	УК(У)-1.B3	Владеет аппаратом критического анализа и применяет его для аргументации сделанных выводов
				УК(У)-1.Y3	Умеет формулировать выводы самостоятельно и анализировать различные тексты, используя критерии научного исследования
				УК(У)-1.33	Знает основные методы познавательной деятельности и верификации получаемых знаний
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	И.1.УК(У)-6	Оценивает свои ресурсы (личностные, ситуативные, временные), направления и пределы их роста при оптимальном их использования с целью успешного выполнения порученного задания	УК(У)-6.B1	В области профессиональной деятельности владеет навыками анализа эффективного направления действий, принятием решений на уровне собственной компетенции, навыками планирования целей и способа их достижений
				УК(У)-6.Y1	В профессиональной деятельности умеет в рамках данной себе самооценки разрабатывать, контролировать, исследовать компоненты своей работы планировать для определения приоритетов, способы и методов повышения эффективности достижения результатов на основе самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач
				УК(У)-6.31	Знает технологию и методику самооценки, теоретические основы акмеологии, уровни анализа психических явлений.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					особенности принятия и реализации организационных, управленческих решений, основы подходов к саморазвитию, самореализации для наиболее полного использования творческого потенциала собственной деятельности
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.1.ОПК(У)-1	Формулирует цели и задачи исследования	ОПК(У)-1.B1	Имеет опыт формулирования целей и задач исследования
				ОПК(У)-1.Y1	Умеет ставить цели и инновационные задачи инженерного и научно-исследовательского профиля
				ОПК(У)-1.31	Современного состояния, а также перспектив развития газовой промышленности и технологий теплотехники
		И.2.ОПК(У)-1	Определяет методы и последовательность решения задач	ОПК(У)-1.B1	Имеет опыт формулирования целей и задач исследования
				ОПК(У)-1.Y1	Умеет ставить цели и инновационные задачи инженерного и научно-исследовательского профиля
				ОПК(У)-1.32	Методов решения профессиональных задач в газовой промышленности и технологий теплотехники
		И.3.ОПК(У)-1	Формулирует критерии принятия решения	ОПК(У)-1.B2	Владет навыками применения методов выбора критериев оптимальности и эффективности целей при решении профессиональных задач
				ОПК(У)-1.Y3	Умеет формулировать критерии оптимальности и эффективности целей при решении профессиональных задач
				ОПК(У)-1.32	Знает методы решения задач оптимизации параметров в различных сложных системах
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.1.ОПК(У)-2	Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	ОПК(У)-2.B1	Имеет опыт выбора наиболее эффективных методов решения профессиональных задач
				ОПК(У)-2.Y1	Умеет решать инновационные задачи исследования теплоэнергетических процессов
				ОПК(У)-2.31	Знает основные методы инновационных инженерных исследований, технических испытаний и сложных экспериментов в области теплоэнергетики
		И.2.ОПК(У)-2	Проводит анализ полученных результатов	ОПК(У)-2.B1	Владет анализом и разработки рекомендации по результатам научных исследований объектов теплоэнергетических процессов
				ОПК(У)-2.Y2	Умеет формулировать выводы в условиях неоднозначности с применением глубоких теоретических и экспериментальных методов исследований
				ОПК(У)-2.32	Знает современного состояния и перспектив повышения эффективности газовой промышленности и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
		И.3.ОПК(У)-2	Представляет результаты выполненной работы		технологий теплотехники
				ОПК(У)-2.В3	Владеет навыками оформления, представления и защиты результатов инновационных инженерных исследований, составления практических рекомендаций по их использованию
				ОПК(У)-2.У3	Умеет применять профессиональные знания для представления и защиты результатов инновационных инженерных и научных исследований
				ОПК(У)-2.33	Знание современной аргументации по оценке перспектив повышения эффективности газовой промышленности и технологий теплотехники
ПК(У)-4	Способен осуществлять проектирование и эксплуатацию теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности	И.1.ПК(У)-4	Проектировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности	ПК(У)-4.В1	Имеет опыт проектирования теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности
				ПК(У)-4.У1	Умеет применять методы проектирования теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности
				ПК(У)-4.31	Знает требования к оборудованию и методы его проектирования в основной профессиональной деятельности
		И.2.ПК(У)-4	Эксплуатировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности	ПК(У)-4.В2	Имеет опыт эксплуатации теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного оборудования, а также технологических установок, работающих под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности
				ПК(У)-4.У2	Умеет эксплуатировать теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в основной профессиональной деятельности
				ПК(У)-4.32	Знает требования к эксплуатации оборудования в основной 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 осуществлять анализ режимов работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий с учетом современных инновационных подходов	И.1.ПК(У)-5	Осуществлять анализ режимов работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий с учетом современных инновационных подходов	ПК(У)-5.B1	Владеет навыками анализа режимов работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий
				ПК(У)-5.Y1	Умеет формулировать предложения по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий на основе анализа режимов работы
				ПК(У)-5.31	Знает современные предприятия в профессиональной области деятельности, методы анализа эффективности их работы и способы модернизации оборудования и систем

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	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.1.УК(У)-1 И.2.УК(У)-1 И.3.УК(У)-1
РД 2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.1.УК(У)-6 И.1.ПК(У)-4 И.2.ПК(У)-4 И.1.ПК(У)-5
РД 3	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.1.ОПК(У)-1 И.2.ОПК(У)-1 И.3.ОПК(У)-1
РД 4	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.1.ОПК(У)-2 И.2.ОПК(У)-2 И.3.ОПК(У)-2

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. Вероятностные методы расчета характеристик надежности и распределения случайных величин	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Статистические расчеты показателей надежности и структурный анализ надежности оборудования для производства сжиженного природного газа	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	32
Раздел 3. Расчет показателей надежности систем логико-вероятностным методом и анализ надежности систем производства сжиженного природного газа	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	32

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Вероятностные методы расчета характеристик надежности и распределения случайных величин

Основные определения теории надежности. Понятия и теоремы теории надежности. Классификация отказов. Основные понятия о распределениях случайных величин. Виды распределений случайных величин. Расчет характеристик случайных величин. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Основные виды непрерывных распределений. Экспоненциальное распределение. Нормальный закон распределения Гаусса. Распределение Вейбулла–Гнеденко

Темы лекций:

1. Основные понятия и теоремы.
2. Расчет характеристик случайных величин. Основные виды дискретных распределений. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Основные виды непрерывных распределений. Экспоненциальное распределение. Нормальный закон распределения Гаусса. Распределение Вейбулла–Гнеденко

Темы практических занятий:

1. Расчет вероятности безотказной работы элементов оборудования для производства сжиженного природного газа;
2. Расчет распределения случайных величин.

Раздел 2. Статистические расчеты показателей надежности и структурный анализ надежности оборудования для производства сжиженного природного газа

Понятие структурного анализа надежности. Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов структурной схемы. Критерии согласия проверки

статистических гипотез. Критерий согласия А.Н. Колмогорова. Критерий согласия Пирсона.

Темы лекций:

1. Точечные и интервальные оценки показателей надежности. Расчет доверительных границ для различных законов распределения.
2. Критерии согласия проверки статистических гипотез. Критерий согласия А.Н. Колмогорова. Критерий согласия Пирсона.
3. Понятие структурного анализа надежности. Последовательное соединение элементов. Параллельное соединение элементов. Расчет надежности систем со смешанным соединением элементов

Темы практических занятий:

1. Определение количества отказов в тепловых сетях
2. Расчет коэффициента оперативной готовности оборудования для производства сниженного природного газа;
3. Оценка интенсивности отказов оборудования для производства сниженного природного газа;

Раздел 3. Расчет показателей надежности систем логико-вероятностным методом и анализ надежности систем производства сжиженного природного газа
--

Основные понятия и операции алгебры логики. Преобразование логических выражений. Метод минимальных путей и минимальных сечений. Метод «Дерева отказов». Метод интенсивности переходов. Основные подходы к анализу надежности систем ресурсо- и энергоснабжения. Система уравнений Колмогорова–Чепмена.

Темы лекций:

1. Основные понятия алгебры логики. Определения и правила преобразования логических выражений.
2. Метод минимальных путей и минимальных сечений. Метод «Дерева отказов».
3. Основные подходы к анализу надежности систем производства сниженного природного газа. Система уравнений Колмогорова–Чепмена.

Темы практических занятий:

1. Расчет вероятности безотказной работы системы.
2. Расчет показателей надежности.
3. Оценка надежности технологических схем производства сниженного природного газа.

Тематика курсовых проектов (теоретический раздел)

1. Надежность и долговечность работы системы газоснабжения предприятия.
2. Надежность и долговечность работы системы транспорта сжиженного природного газа.
3. Надежность и долговечность работы системы хранения сжиженного природного газа.
4. Надежность и долговечность работы системы производства сжиженного природного газа.

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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;
- Выполнение курсового проекта.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Тимошенков С.П. 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; 740MB). — 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.. — ISBN 978-5-9916-4212-5. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-86.pdf>
2. Лисунов, Е. А.. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс] / Лисунов Е. А.. — 2-е изд., испр. и доп.. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 240 с.. — Рекомендовано УМО вузов РФ по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия». — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-1756-8. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56607
3. Зубарев, Ю. М.. Основы надежности машин и сложных систем [Электронный ресурс] / Зубарев Ю. М.. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 180 с.. — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-2328-6. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/91074>

Дополнительная литература

1. Сапожников, В. В.. Основы теории надежности и технической диагностики : учебник [Электронный ресурс] / Сапожников В. В., Сапожников В. В., Ефанов Д. В.. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 588 с.. — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-3453-4. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/115495>
2. Голдаев С. В. Примеры и задачи по надежности систем теплоснабжения : учебное пособие [Электронный ресурс] / С. В. Голдаев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.4 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m083.pdf>

3. Голдаев С. В. Примеры и задачи по надежности систем теплоснабжения : учебное пособие [Электронный ресурс] / С. В. Голдаев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.4 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m083.pdf>

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронно-библиотечная система ЛАНБ <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2330>;
2. elibrary.ru - научная электронная библиотека <https://elibrary.ru>.

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. MATLAB (доступно на var.tpu.ru)
2. PTC Mathcad 15 Academic Floating (доступно на var.tpu.ru)

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, 43 220	Комплект учебной мебели на 23 посадочных мест Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

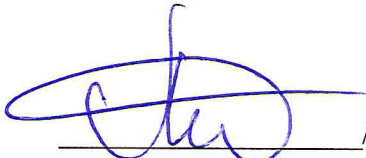
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
доцент ОНД		К.К. Манабаев.

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,
д.г.-м.н, профессор


подпись

/Мельник И.А./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения нефтегазового дела