

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 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**Расчет и проектирование оборудования 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	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект)			курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной
аттестации

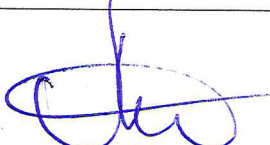
**Экзамен,
диф. зачет**

Обеспечивающее
подразделение

ОНД

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя Отделения
нефтегазового дела на правах
кафедры

Руководитель ООП
Преподаватель

	И.А. Мельник
	В.И. Максимов
	Д.В. Беляев

2020г.

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
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.U1	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.U2	Умеет обобщать усваиваемые 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.U3	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 использовании 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.U1	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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					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, 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	Владеет 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)-	Проводит анализ	ОПК(У)-	Владеет анализом и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
		2	полученных результатов	2.B1	разработки рекомендации по результатам научных исследований объектов теплоэнергетических процессов
				ОПК(У)-2.У2	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 технологий теплотехники
		И.3.ОПК(У)-2	Представляет результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.B3	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 основное и вспомогательное 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.B1	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 теплотехническое, тепломеханическое, теплообменное основное и вспомогательное оборудование, 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 основное и вспомогательное	ПК(У)-4.B2	Имеет опыт эксплуатации теплотехнического, тепломеханического, теплообменного основного и вспомогательного

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			оборудование, а также технологические установки, работающие под избыточным давлением, в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в теплоэнергетике, газовой, химической и атомной промышленности		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
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.В1	Владет навыками анализа режимов работы с формулированием предложений по повышению эффективности деятельности и модернизации предприятий
				ПК(У)-5.У1	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 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	Знать виды и этапы разработки конструкторской документации	И.1.УК(У)-1 И.2.УК(У)-1 И.3.УК(У)-1
РД-2	Знать основополагающие принципы при конструировании оборудования нефтегазового комплекса	И.1.УК(У)-6 И.1.ОПК(У)-1 И.2.ОПК(У)-1 И.3.ОПК(У)-1

РД-3	Применять знания общих методов при конструировании оборудования нефтегазового комплекса	И.1.ПК(У)-4 И.2.ПК(У)-4
РД-4	Выполнять основные расчеты для наиболее распространенных единиц оборудования нефтегазового комплекса	И.1.ОПК(У)-2 И.2.ОПК(У)-2 И.3.ОПК(У)-2 И.1.ПК(У)-5

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. Процесс проектирования и конструирования.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38
Раздел 2. Расчет на прочность деталей при нестационарных режимах.	РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38
Раздел 3. Технологичность конструкций изделий	РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38
Раздел 4. Масса и металлоемкость конструкций	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Процесс проектирования и конструирования. Качество продукции.

Главная задача проектировщика. Схема проектирования. Процесс конструирования. Показатели назначения, качества изделий. Показатели технического эффекта.

Темы лекций:

ЛК1 Введение. Основы проектирования и конструирования.

Темы практических занятий:

ПР1 Качество оборудования.

ПР2 Расчет затяжки шпилек соединения.

Названия лабораторных работ:

ЛБ1 Изучение конструкции зубчатых редукторов

ЛБ2 Изучение конструкций червячных редукторов.

ЛБ3 Составление чертежа вала натурального редуктора по предварительно подготовленному

эскизу

Раздел 2. Расчет на прочность деталей при нестационарных режимах.

Природа образования переменных напряжений при действии нагрузок. Циклы изменения напряжений. Коэффициент асимметрии цикла. Концентрация напряжений. Концентраторы напряжений. Технологические и конструктивные концентраторы напряжений. Факторы, которые необходимо учитывать при расчете на прочность при нестационарных режимах.

Темы лекций:

ЛК2 Расчет на прочность деталей при нестационарных режимах.

Темы практических занятий:

ПР3 Расчет фланцев.

ПР4 Расчет усилий затяжки фланцевых соединений.

Названия лабораторных работ:

ЛБ4 Составление расчетной схемы электромеханического привода. Определение крутящих моментов на валах привода и усилий в зацеплениях зубчатых передач.

ЛБ5 Испытания конструкционных материалов на усталость при изгибе

ЛБ6 Паспортное освидетельствование газового баллона и техническое обслуживание его арматурного узла.

Раздел 3. Технологичность конструкций изделий

Требования к технологичности неразъемных соединений. Требования к технологичности разъемных соединений. Требования к технологичности сборочных единиц. Внутренняя и внешняя унификация.

Темы лекций:

ЛК3 Технологичность конструкций изделий. Унификация и стандартизация элементов оборудования.

Темы практических занятий:

ПР5 Силовой расчет задвижки.

ПР6 Определение усилий, действующих на шпиндель задвижки.

Названия лабораторных работ:

ЛБ7 Исследование трения в резьбовом соединении.

ЛБ8 Исследование несущей способности напряжённого резьбового соединения, передающего нагрузку силами трения

ЛБ9 Расчет крутящего момента на валу редуктора.

Раздел 4. Масса и металлоемкость конструкций

Снижение металлоемкости машин и оборудования нефтегазового комплекса. Метод изменения принципиальных конструктивных схем. Метод рациональных сечений. Метод рационального выбора материалов. Распространенные конструктивные способы повышения жесткости без существенного увеличения массы.

ЛК4 Ресурсоемкость, методы снижения металлоемкости машин и оборудования нефтегазового комплекса. Жесткость конструкций.

Темы практических занятий:

ПР7 Определение диаметра шпинделя задвижки.

ПР8 Определение крутящего момента на маховике задвижки.

Названия лабораторных работ:

ЛБ10 Трубопроводная арматура.

ЛБ11 Конструкции нефтегазопромысловых сепараторов.

ЛБ12 Изучение резьбы труб нефтяного сортамента.

Тематика курсовых проектов:

1. Спроектировать устьевое оборудование для фонтанных скважин.
2. Эскизный проект УЭЦН для трубной эксплуатации с исходными данными.
3. Эскизный проект УЭЦН для беструбной эксплуатации.
4. Эскизный проект установки гидропоршневого скважинного насоса.
5. Эскизный проект скважинного винтового насоса (СВН).
6. Разработка технического предложения конструкции механического привода ШСНУ на основе анализа балансирного и безбалансирного вариантов.
7. Техническое предложение конструкции станка-качалки на основе анализа установок с двуплечим и одноплечим балансиром.
8. Колтюбинговая установка для ремонта скважин.
9. Техническое предложение по газлифтному комплексу для добычи нефти (выбрать наземное оборудование и разработать технические предложения по скважинным устройствам: клапанам, пакерам, камерам и т.д.).

Выбор варианта для расчетного раздела курсового проекта осуществляется в соответствии с журналом группы.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским 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. Беляев Д.В. Поршневые насосы: Методические указания к лабораторным работам. – Томск: ТПУ, 2020. – 34 с.; ил. – 1 компьютерный файл (pdf). – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3366>.
2. Составление расчетной схемы электромеханического привода. Определение крутящих моментов на валах привода и усилий в зацеплениях зубчатых передач: методические указания по выполнению лабораторно-практической работы / Д.П.Снигирев, Е.Н. Пашков; Томский политехнический университет. – Томск Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 24 с. – 1 компьютерный файл (pdf). – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3366>.
3. Составление чертежа вала натурального редуктора по предварительно подготовленному эскизу: методические указания по выполнению лабораторно-практической работы / сост. Д.П.Снигирев, В.И. Наплеков; Томский политехнический университет. – Томск Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 24 с. – 1 компьютерный файл (pdf). – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3366>.

Дополнительная литература

1. Зубчатые редукторы. Изучение устройства, определение геометрических характеристик цилиндрических эвольвентных передач. Методически указания по выполнению лабораторно-практической работы. – Томск, из-во ТПУ, 1989. – 1 компьютерный файл (pdf). – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3366>.
2. Чичеров, Л. Г. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования: учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1988. – 422 с.
3. Изучение конструкций червячных редукторов. Методически указания по выполнению лабораторно-практической работы. – Томск, из-во ТПУ, 1985. – 1 компьютерный файл (pdf). – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3366>.
4. Составление чертежа вала натурального редуктора по предварительно подготовленному эскизу: методические указания по выполнению лабораторно-практической работы / сост. Д.П.Снигирев, В.И. Наплеков; Томский политехнический университет. – Томск Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 24 с. – 1 компьютерный файл (pdf). – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3366>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Персональные сайты преподавателей, обеспечивающих дисциплину.

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. Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education
2. PTC Mathcad 15 Academic Floating

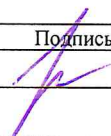
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 г. Томская область, Томск, Ленина проспект, д.43, учебный корпус №3, аудитория 220	Комплект учебной мебели на 23 посадочных мест Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 225	Доска магнитно-меловая зеленая 120x250 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 218	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Компьютер - 11 шт.; Проектор - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 219	Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест

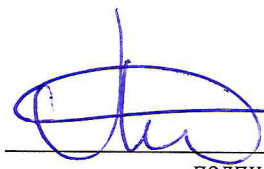
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик

Должность	Подпись	ФИО
Ст. преподаватель ОНД		Д.В. Беляев

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

И.о. зав. кафедрой – руководителя отделения нефтегазового дела на правах кафедры,
д.г.-м..н, профессор

 /Мельник И.А./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения нефтегазового дела
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Изменение шаблона рабочей программы дисциплины	От 26.06.2020 г. № 25