

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШНПТ

Яковлев А.Н.

«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

Направление подготовки/ специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология		
Специализация	Машины и аппараты химических производств		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	12	
	Практические занятия	8	
	Лабораторные занятия	10	
	ВСЕГО	34	
Самостоятельная работа, ч		182	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

**НОЦ Н.М.
Кижнера**

Заведующий кафедрой -
руководитель научно-
образовательного центра
на правах кафедры



Е.А. Краснокутская

Руководитель ООП



В.М. Беляев

Преподаватель



В.М. Беляев

подпись

2020г.

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	Результаты обучения по ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ОК(У)-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Р4	ОК(У)-1.В12	Владеет навыками работы с компьютером как средством управления информацией
			ОК(У)-1.У12	Умеет собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию
			ОК(У)-1.З12	Знает нормативные документы в своей деятельности
ОПК(У)-2	Способность использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.	Р2	ОПК(У)-2.В9	Владеет математическими, физическими и физико-химическими методами для решения задач профессиональной деятельности
			ОПК(У)-2.У9	Умеет использовать математические, физические и физико-химические знания для решения задач профессиональной деятельности
			ОПК(У)-2.З9	Знает математические, физические и физико-химические методы для решения задач профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	Р3	ПК(У)-2.В5	Владеет аналитическими и численными методами решения поставленных задач, пакетами прикладных программ для расчета технологического оборудования и базами данных в своей профессиональной области
			ПК(У)-2.У5	Умеет использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности
			ПК(У)-2.З5	Знает аналитические и численные методы решения поставленных задач профессиональной деятельности
ПК(У)-22	Способность использовать информационные технологии при разработке проектов	Р3	ПК(У)-22.В1	Владеет методами и средствами проектирования оборудования различного назначения.
			ПК(У)-22.У1	Умеет использовать информационные технологии при разработке проектов оборудования различного назначения.
			ПК(У)-22.З1	Знает средства информационных технологий при разработке проектов изделий различного назначения

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы (Б1.В.М Вариативная часть. Модуль специализации. Б1.В.М.2. Машины и аппараты химических производств).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные и профессиональные знания в проектной деятельности	ОК(У)-1 ОПК(У)-2
РД-2	Освоить методологию расчета и конструирования элементов оборудования с использованием современных программных средств и баз данных	ПК(У)-2
РД-3	Самостоятельно выполнять компьютерные расчеты при проектировании элементов оборудования	ПК(У)-22

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. Общие принципы и методология конструирования МАХП	РД-1	Лекции	3
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	47
Раздел (модуль) 2. Тонкостенные сосуды и аппараты	РД-2, РД-3	Лекции	3
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	47
Раздел (модуль) 3. Толстостенные сосуды и аппараты высокого давления	РД-2, РД-3	Лекции	3
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	46
Раздел (модуль) 4. Вращающиеся элементы машин и аппаратов	РД-2, РД-3	Лекции	3
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	46

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общие принципы и методология конструирования МАХП

Основные этапы проектирования и конструирования. Классификация основных деталей и сборочных единиц. Основные требования, предъявляемые к конструкциям МАХП. Система нормативной документации при разработке МАХП и ее роль. Виды расчетов и их основные цели. Основные конструкционные материалы, их классификация и область применения. Новые и перспективные материалы. Влияние конструкционного материала и технология изготовления на конструкцию. Особенности конструирования из различных материалов.

Темы лекций:

1. Основные требования, предъявляемые к конструкциям МАХП
2. Влияние конструкционного материала и технологии изготовления на конструкцию МАХП
3. Основные сведения по устройству, расчету и испытанию МАХП

Темы практических занятий:

1. Изучение ГОСТ 34233.1-2017 Общие требования
2. Изучение ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные
3. Изучение ГОСТ 26158-84 СИА из цветных металлов. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования
4. Изучение ГОСТ 26159-84 Сосуды и аппараты чугунные. Нормы и методы расчета на прочность

Названия лабораторных работ:

1. Определение допускаемых напряжений для рабочих условий и испытаний
2. Определение основных расчетных параметров по ГОСТ 34233.1-2017

Раздел 2. Тонкостенные сосуды и аппараты

Основные понятия и определения. Напряженное состояние материала оболочек. Условие прочности. Понятия об устойчивости тонкостенных оболочек. Причины потери устойчивости. Условие устойчивости. Расчет оболочек на устойчивость. Расчет плоских крышек. Виды неразъемных соединений. Причины появления краевых нагрузок. Определение краевых сил и моментов. Методика расчета на прочность аппаратов с учетом краевых сил и моментов. Укрепление отверстий в оболочках. Конструкции разъемных соединений и область их применения. Фланцевые соединения. Конструкция фланцев и их расчет на прочность и герметичность.

Темы лекций:

1. Тонкостенные оболочки, нагруженные внутренним давлением
2. Тонкостенные оболочки, нагруженные наружным давлением, изгибающим моментом, осевыми и поперечными усилиями
3. Пластинки и плоские днища
4. Неразъемные соединения оболочек и пластин
5. Расчет и конструирование разъемных соединений
6. Укрепление отверстий

Темы практических занятий:

1. Изучение ГОСТ 34347-2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия
2. Изучение ГОСТ 34233.2-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек
3. Изучение ГОСТ 34233.3-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на

прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и наружном давлении

4. Изучение ГОСТ 34233.4-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений

Названия лабораторных работ:

1. Конструирование и расчет на прочность тонкостенных оболочек
2. Конструирование и расчет на прочность и устойчивость тонкостенных оболочек
3. Конструирование и расчет на прочность плоских крышек и днищ
4. Конструирование и расчет укреплений отверстий
5. Конструирование и расчет на прочность неразъемных соединений

Раздел 3. Толстостенные сосуды и аппараты высокого давления

Составные части корпусов аппаратов высокого давления. Цилиндрические обечайки различной конструкции. Определение кольцевых, радиальных и меридиональных напряжений в случае действия внутреннего и наружного давлений. Расчет толщины стенки корпуса аппарата высокого давления по методу максимальных напряжений. Температурные напряжения в толстостенном цилиндре. Расчет толстостенных цилиндрических оболочек при одновременном воздействии давления и тепловых нагрузок. Составные оболочки высокого давления. Особенности расчета толстостенных пластин, выпуклых и плоских днищ и крышек. Расчет затворов.

Темы лекций:

1. Особенности конструирования толстостенных аппаратов высокого давления
2. Расчет элементов корпуса аппаратов высокого давления
3. Расчет днищ, крышек аппаратов высокого давления
4. Расчет фланцев аппаратов высокого давления

Темы практических занятий:

1. Изучение ГОСТ Р 54803-2011. Сосуды стальные сварные высокого давления. Общие технические требования
2. Изучение ГОСТ Р 54522-2011 Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических обечаек, днищ, фланцев, крышек. Рекомендации по конструированию
3. ГОСТ 25215-82 Сосуды и аппараты высокого давления. Обечайки и днища. Нормы и методы расчета на прочность
4. ГОСТ 26303-84 САВД. Шпильки. Методы расчета на прочность
5. ГОСТ Р 55597-2013 САВД нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем давлении

Названия лабораторных работ:

1. Конструирование и расчет корпуса АД
2. Расчет и конструирование днищ и крышек АД
3. Расчет и конструирование фланцев АД

Раздел 4. Вращающиеся элементы машин и аппаратов

Конструкция и расчет дисков простейших профилей. Цилиндрические и конические оболочки центрифуг. Расчет толщины и допускаемой частоты вращения. Поперечные свободные и вынужденные колебания стержней с разной степенью свободы. Приближенные методы определения частоты собственных колебаний конструкции. Критические скорости вращающихся валов. Резонансный характер критических явлений. Самоцентрирование валов. «Жесткие» и «гибкие» валы. Условие виброустойчивости. Влияние различных факторов на критическую скорость вала. Методика расчета быстровращающихся.

Темы лекций:

1. Расчет быстровращающихся оболочек и дисков
2. Механические колебания элементов химического оборудования
3. Расчет деталей, работающих в условиях динамических колебаний

Темы практических занятий:

1. АТК 24.201.17-90 Мешалки. Типы, параметры, конструкция, основные размеры и технические требования
2. АТК 24.201.13-90 Уплотнения валов торцовые
3. ГОСТ 20680-2002 Аппараты с механическими перемешивающими устройствами

Названия лабораторных работ:

1. Расчет быстровращающихся оболочек и дисков.
2. Расчет валов, работающих в условиях динамических колебаний.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с электронными файлами (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная учебная литература (ОСН)

1. Беляев, В.М. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли. Тонкостенные сосуды и аппараты химических производств. учебное пособие Ч. 1: - 3-е изд., доп. и испр. / В. М. Беляев, В. М. Миронов - Томск : Изд-во ТПУ , 2016. Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m092.pdf>
2. Беляев, В.М., Миронов В.М. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли. Толстостенные сосуды и вращающиеся детали: учебное пособие Ч. 2: — 2-е изд., доп. и испр. / - Томск : Изд-во ТПУ , 2016. Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m095.pdf>
3. Семакина, О. К. Машины и аппараты химических производств: учебное пособие [Электронный ресурс] / О. К. Семакина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.9 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2230/fulltext2/m/2012/m216.pdf>

Электронные ресурсы (ЭР)

1. ГОСТ 34233.1-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2018. – 35 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный.
2. ГОСТ 34233.2-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек. – М.: Стандартинформ, 2018. – 58 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный.
3. ГОСТ 34233.3-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер. – М.: Стандартинформ, 2018. – 45 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный.
4. ГОСТ 34233.4-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений. – М.: Стандартинформ, 2018. – 46 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный.
5. ГОСТ 34233.5-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок. - М.: Стандартинформ, 2018. – 36 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный.
6. ГОСТ 34233.6-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках (утв. приказом Росстандарта от 14.12.2017 N 1994-ст) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный.
7. ГОСТ 34233.12-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Требования к форме представления расчетов на прочность, выполняемых на ЭВМ (с Поправкой) (утв. приказом Росстандарта от 14.12.2017 N 2000-ст) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный

8. ГОСТ 9493-80. Сосуды и аппараты. Ряд условных (номинальных) давлений. — Изд. официальное. — М.: Издательство стандартов, 1980. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
9. ГОСТ 9617-76. Сосуды и аппараты. Ряды диаметров. — Изд. официальное. — М.: Издательство стандартов, 1976. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
10. ГОСТ 13716-73 Устройства строповые для сосудов и аппаратов. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
11. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
12. ГОСТ 26158-84 СИА из цветных металлов. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
13. ГОСТ 26159-84 Сосуды и аппараты чугунные. Нормы и методы расчета на прочность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
14. ГОСТ 34347-2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия
15. ГОСТ Р 54803-2011. Сосуды стальные сварные высокого давления. Общие технические требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
16. ГОСТ Р 54522-2011 Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических обечаек, днищ, фланцев, крышек. Рекомендации по конструированию. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
17. ГОСТ 25215-82 Сосуды и аппараты высокого давления. Обечайки и днища. Нормы и методы расчета на прочность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
18. ГОСТ 26303-84 Сосуды и аппараты высокого давления. Шпильки. Методы расчета на прочность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный.
19. ГОСТ Р 55597-2013 Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем давлении. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный
20. АТК 24.201.17-90 Мешалки. Типы, параметры, конструкция, основные размеры и технические требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный.
21. АТК 24.201.13-90 Уплотнения валов торцовые. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>, свободный

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс «Расчет и конструирование основного оборудования отрасли», / В. М. Беляев, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт электронного образования (ИнЭО) <https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2004>

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, установленное в аудиториях ТПУ** (<https://portal.tpu.ru/desktop/staff/soft>):

1. Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 43а, 105)

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; Cisco Webex Meetings; Design Science MathType 6.9 Lite; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

2. Компьютерный класс (634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 43а, 127):

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Amazon Corretto JRE 8; Autodesk AutoCAD Mechanical 2015 Education; Autodesk Inventor Professional 2015 Education; Design Science MathType 6.9 Lite; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic.

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, пр. Ленина 43а, 105	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 43а, 127	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Стеллаж - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология, специализация Машины и аппараты химических производств (приема 2016 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Беляев В.М.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры общей химии и химической технологии (протокол № 4 от 19.02.2016 г).

Заведующий кафедрой - руководитель
научно-образовательного центра на правах кафедры,
д.х.н., профессор

 /Краснокутская Е.А./

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М. Кижнера (протокол)
2018/2019 учебный год	Изменены фонды оценочных средств дисциплин в соответствии с приказами ТПУ от 25.07.2018 г. № 58/од «Об утверждении и введении в действие «Системы оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете» и от 25.07.2018 г. № 59/од «Об утверждении и введении в действие иной редакции «Положения о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации в ТПУ»	№ 8/1 от 18.06.2018г.
2019/2020 учебный год	Актуализировано содержание разделов рабочей программы дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» с учетом развития науки, техники и технологий, список учебно-методического и информационного обеспечения.	№ 4 от 26.06.2019г