

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ

А.Н. Яковлев

« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Основы конструирования и расчета технологического оборудования

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	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	40	
	ВСЕГО	88	
Самостоятельная работа, ч		128	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

НОЦ
Н.М. Кижнера

Заведующий кафедрой -
руководитель
научно-образовательного
центра на правах кафедры
(НОЦ Н.М. Кижнера)
Руководитель ООП
Преподаватель

	Е.А. Краснокутская
	И.Б. Ревва
	В.М. Беляев

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	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
УК(У)-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК(У)-1.В7	Владеет навыками работы с компьютером как средством управления информацией
		УК(У)-1.У7	Умеет собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию
		УК(У)-1.37	Знает нормативные документы в своей деятельности
ОПК(У)-2	Способность использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК(У)-2.В5	Владеет математическими, физическими и физико-химическими методами для решения задач профессиональной деятельности
		ОПК(У)-2.У5	Умеет использовать математические, физические и физико-химические знания для решения задач профессиональной деятельности
		ОПК(У)-2.35	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	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.В31	Знает средства информационных технологий при разработке проектов изделий различного назначения

ПК(У)-22	Готовность использовать информационные технологии при разработке проектов	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.В31	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.

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	УК(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	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 2. Тонкостенные сосуды и аппараты	РД-2, РД-3	Лекции	14
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	56
Раздел (модуль) 3. Толстостенные сосуды и аппараты высокого давления	РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	24
Раздел (модуль) 4. Вращающиеся элементы машин и аппаратов	РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	24

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

Нормативные и расчетные параметры. Общие сведения об оболочках и пластинках. Основные понятия и определения. Напряженное состояние материала упругих осесимметричных оболочек. Условие прочности. Понятия об устойчивости тонкостенных оболочек. Расчет оболочек на устойчивость от совместного или раздельного действия нагрузок. Условие устойчивости. Расчет круглых и кольцевых пластинок. Виды неразъемных соединений. Методика расчета на прочность с учетом краевых сил и моментов. Укрепление отверстий в оболочках. Расчетные методики и конструкции укрепления. Конструкции разъемных соединений и область их применения. Герметичность соединения и расчет фланцев на прочность.

Темы лекций:

1. Тонкостенные оболочки, нагруженные внутренним давлением
2. Тонкостенные оболочки, нагруженные наружным давлением, изгибающим моментом, осевыми и поперечными усилиями
3. Пластины 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 обечаяек, 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 давлениях

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. Конструкции крышек и днищ. 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. Расчет 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 обечаяек, 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

Основные понятия и определения. Расчет дисков простейших профилей: постоянной толщины, конического, гиперболического. Расчет цилиндрических и конических оболочек центрифуг. 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 валов с учетом их главных критериев работоспособности.

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 литература

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. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m092.pdf> (дата обращения 13.03.2018). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
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. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m095.pdf> (дата обращения 13.03.2018). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
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 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. URL: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2230/fulltext2/m/2012/m216.pdf> (дата обращения 13.03.2018). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.

Электронные ресурсы

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 СпА 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
 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
 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 «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли», / В. М. Беляев, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт электронного образования (ИнЭО) <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3289>

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 **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.

6. 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, д. 43а, учебный корпус № 2, аудитория 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, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, учебный корпус № 2, аудитория 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 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера		В.М. Беляев

Программа одобрена на заседании выпускающего научно-образовательного центра Н.М. Кижнера (протокол от «18» июня 2018 г. № 8/1).

Заведующий кафедрой - руководитель
научно-образовательного центра на правах кафедры
(НОЦ Н.М. Кижнера),
д.х.н., профессор

 /Е.А. Краснокутская/

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»	от 03.09.2018 г. № 10
2019/2020 учебный год	Актуализировано содержание разделов 1 и 4 рабочей программы дисциплины «Основы конструирования и расчета технологического оборудования» с учетом развития науки, техники и технологий, список использованных источников, контролирующие материалы.	от 26.06.2019 г. № 4
2020/2021 учебный год	Изменена форма рабочей программы в соответствии с приказом ТПУ от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП»	от 01.09.2020 г. № 5/1