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
«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Расчет и конструирование основного оборудования отрасли

Направление подготовки/ специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химический инжиниринг		
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		**32**
	Лабораторные занятия		**24**
	ВСЕГО		**88**
Самостоятельная работа, ч			**128**
ИТОГО, ч			**216**

Вид промежуточной аттестации	**Экзамен**	Обеспечивающее подразделение	**НОЦ Н.М. Кижнера**

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ Н.М. Кижнера на правах кафедры		Е.А. Краснокутская
Руководитель специализации		В.М. Беляев
Преподаватель		В.М. Беляев

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	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.З7	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.З5	*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)-2.В4	*Владеет* аналитические и численные методы решения поставленных задач, пакетами прикладных программ для расчета технологического оборудования и базами данных в своей профессиональной области
		ПК(У)-2.У4	*Умеет* использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности
		ПК(У)-2.В34	*Знает* аналитические и численные методы решения поставленных задач профессиональной деятельности
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 (Модуль специализации).

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 оборудования отрасли***	РД-1	Лекции	**8**
		Практические занятия	**8**
		Лабораторные занятия	**6**
		Самостоятельная работа	**32**
Раздел (модуль) 2. ***Расчет и конструирование кожухотрубчатых теплообменных аппаратов (ТОА)***	РД-2, РД-3	Лекции	**8**
		Практические занятия	**8**
		Лабораторные занятия	**6**
		Самостоятельная работа	**32**
Раздел (модуль) 3. ***Расчет и конструирование колонных массообменных аппаратов (КМА)***	РД-2, РД-3	Лекции	**8**
		Практические занятия	**8**
		Лабораторные занятия	**6**
		Самостоятельная работа	**32**
Раздел (модуль) 4. ***Расчет и конструирование аппаратов с перемешивающими устройствами (АПУ)***	РД-2, РД-3	Лекции	**8**
		Практические занятия	**8**
		Лабораторные занятия	**6**
		Самостоятельная работа	**32**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. ***Общие принципы и методология конструирования оборудования отрасли***

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:

1.1.Конструирование и расчет тонкостенных оболочек на прочность и устойчивость

1.2.Конструирование и расчет неразъемных соединений оболочек и пластин

1.3.Конструирование и расчет укреплений отверстий

1.4.Расчет и конструирование разъемных соединений

Темы практических занятий:

П1.1. Изучение ГОСТ 34347-2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

П1.2. 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

П1.3. 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

П1.4. Изучение ГОСТ 34233.4-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений

Названия лабораторных работ:

Л1.1. Расчет на прочность и устойчивость элементов основного оборудования отрасли по ГОСТ 34233.2-2017

Л1.2. Конструирование и расчет укреплений отверстий по ГОСТ 34233.3-2017

Л1.3. Конструирование и расчет на прочность фланцевых соединений

Раздел 2. ***Расчет и конструирование кожухотрубчатых теплообменных аппаратов (ТОА)***

Классификация, типы конструкций и последовательность проектирования теплообменных аппаратов ТОА. Исходные данные для проектирования ТОА. Технологический, конструктивный и гидравлический расчеты различных типов ТОА. Цели и задачи механического расчета элементов корпуса ТОА. Способы крепления трубных решеток, способы размещения и крепления труб. Конструкции трубных решеток, перегородок, стяжек и распорок в ТОА. Требования к конструированию и изготовлению кожуха, крышек и патрубков ТОА. Конструкции компенсаторов температурных напряжений и основы определения их числа.

Темы лекций:

2.1. Основные типы и конструкции кожухотрубчатых ТОА.

2.2. Основные характеристики кожухотрубчатых ТОА.

2.3. Типовые элементы конструкции кожухотрубчатых ТОА.

2.4. Последовательность расчета кожухотрубчатого ТОА.

Темы практических занятий:

П2.1. Расчет и конструирование элементов кожухотрубчатых ТОА по ГОСТ 34233.2

П2.2. Поверочный расчет кожухотрубчатых ТОА по ГОСТ 34233.7-2017

Названия лабораторных работ:

Л2.1. Расчет элементов кожухотрубчатых ТОА по ГОСТ 34233.2-2017

Л2.2. Поверочный расчет кожухотрубчатых ТОА по ГОСТ 34233.7-2017

Раздел 3. ***Расчет и конструирование колонных массообменных аппаратов (КМА)***

Классификация, назначение и типы конструкций КМА. Требования к конструкции КМА, узлам ввода и вывода материальных потоков. Исходные данные для проектирования КМА. Основные этапы и цели расчета КМА. Технологический, конструктивный и механический расчеты различных типов КМА. Основные расчетные нагрузки на корпус КМА, происхождение эксцентрических нагрузок и их определение. Основные расчетные сечения корпуса КМА. Конструкции опорных обечайки и их расчетные сечения. Критерии надежности корпуса и опорной обечаек КМА. Расчетная схема для определения ветровой нагрузки.

Темы лекций:

3.1. Технологический расчет КМА

3.1. Типовые элементы конструкции и основные характеристики КМА

3.2. Последовательность механического расчета КМА

3.3. Механический расчет КМА

Темы практических занятий:

П3.1. Изучение методик механического расчета КМА

П3.2. Поверочный расчет КМА по ГОСТ 34233.9-2017

Названия лабораторных работ:

Л4.1. Расчет и конструирование элементов КМА

Л4.2. Поверочный расчет КМА по ГОСТ 34233.9-2017

Раздел 4. ***Расчет и конструирование аппаратов с перемешивающими устройствами (АПУ)***

Классификация, типы конструкций и последовательность проектирования аппаратов с перемешивающими устройствами. Основные размеры аппарата на основании материального и теплового расчета. Классификация, типы конструкций и назначение внутренних устройств. Исходные данные для проектирования АПУ. Технологический, конструктивный и гидродинамический расчеты различных конструкций АПУ.

Темы лекций:

4.1. Основные типы и конструкции АПУ

4.2. Типовые элементы конструкции АПУ

4.3. Последовательность технологического расчета АПУ

4.4. Последовательность механического расчета АПУ

Темы практических занятий:

П4.1. Изучение АТК 24.201.17-90 Мешалки. Типы, параметры, конструкция, основные размеры и технические требования. Изучение ГОСТ 20680-2002 Аппараты с механическими перемешивающими устройствами

П4.2. ГОСТ 34233.8-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками

Названия лабораторных работ:

Л4.1. Расчет и конструирование элементов АПУ

Л4.2. Поверочный расчет АПУ по ГОСТ 34233.8-2017

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 и расчетно-графических;
- 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. Беляев В.М. Расчет и конструирование основного оборудования отрасли: учеб. пособие / В.М. Беляев, В.М. Миронов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 292 с. 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 34233.7-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты (утв. приказом Росстандарта от 14.12.2017 N 1995-ст) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
8. ГОСТ 34233.8-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками (с Поправкой) (утв. приказом Росстандарта от 14.12.2017 N 1996-ст) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
9. Поправка к ГОСТ 34233.8-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками (с Поправкой). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
10. ГОСТ 34233.9-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Аппараты колонного типа (утв. приказом Росстандарта от 14.12.2017 N 1997-ст). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.

11. ГОСТ 34233.10-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты, работающие с сероводородными средами (утв. приказом Росстандарта от 14.12.2017 N 1998-ст). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
12. . 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.
13. ГОСТ 31838-2012 Аппараты колонные. Технические требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
14. ГОСТ Р 51273–99 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
15. ГОСТ Р 51274–99 Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
16. ГОСТ Р 52857.8–2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками, а также расчёт вала на виброустойчивость. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
17. ГОСТ 21944-76 (СТ СЭВ 3029-88) Аппараты колонные стальные. Ряд диаметров. Расстояния между тарелками (с Изменениями N 1-3). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
18. ОСТ 26-01-982-82 Рубашки цилиндрические стальных сварных сосудов и аппаратов. Конструкция и размеры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
19. ОСТ 26-01-987-82 Рубашки из полутруб стальных сварных сосудов и аппаратов. Конструкция и размеры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
20. ОСТ 26-01-984-82 Рубашки неразъемные с эллипсоидным днищем стальных сварных сосудов и аппаратов. Конструкция и размеры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
21. ОСТ 26-01-985-82 Рубашки неразъемные с коническим (90°) днищем стальных сварных сосудов и аппаратов. Конструкция и размеры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
22. ОСТ 26-01-986-82 Рубашки неразъемные с коническим (60°) днищем стальных сварных сосудов и аппаратов. Конструкция и размеры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
23. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
24. 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.
25. ГОСТ 26159-84 Сосуды и аппараты чугунные. Нормы и методы расчета на прочность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
26. ГОСТ 34347-2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
27. ГОСТ 12.2.073-89. ССБТ. Сосуды, работающие под давлением. Болты, шпильки и гайки. Технические требования. — Изд. официальное. — М.: Издательство

стандартов, 1989. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
28. АТК 24.201.17-90 Мешалки. Типы, параметры, конструкция, основные размеры и технические требования
29. АТК 24.201.13-90 Уплотнения валов торцовые. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/, свободный.
30. ГОСТ 20680-2002 Аппараты с механическими перемешивающими устройствами. [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), [Электронный ресурс]. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2553

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)**:

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, лекционных, 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, учебный корпус №2, аудитория 105	Мультимедийный класс: – компьютер (1 шт.), – проектор, – экран
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, учебный корпус №2, аудитория 127	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Компьютер - 16 шт.; Принтер - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология, ООП "Химический инжиниринг", Специализация Машины и аппараты химических производств (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Беляев В.М.

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ Н.М Кижнера (протокол от «01» сентября 2020 г. № 5/1).

Заведующий кафедрой - руководитель
научно-образовательного центра на правах кафедры,
д.х.н., профессор _____ /Краснокутская Е.А/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М. Кижнера (протокол