

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

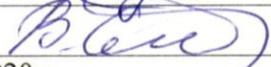
УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШНПТ  
 А.Н. Яковлев  
 «30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Расчет и конструирование основного оборудования по переработке  
 минерального и техногенного сырья**

Направление подготовки/ специальность	<b>18.04.01 Химическая технология</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Технологии переработки минерального и техногенного сырья</b>		
Специализация	<b>Процессы и аппараты по переработке минерального и техногенного сырья</b>		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	<b>2</b>	семестр	<b>3</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		<b>8</b>
	Практические занятия		<b>32</b>
	Лабораторные занятия		<b>24</b>
	ВСЕГО		<b>64</b>
Самостоятельная работа, ч		<b>152</b>	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		<b>курсовой проект</b>	
ИТОГО, ч		<b>216</b>	

Вид промежуточной аттестации	<b>экзамен, диф.зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>НОЦ Н.М. Кижнера</b>
---------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	-----------------------------

Заведующий кафедрой - руководитель научно- образовательного центра на правах кафедры (НОЦ Н.М. Кижнера)		Е.А. Краснокутская
Руководитель ООП		О.В. Казьмина
Преподаватель		В.М. Беляев

2020 г.

## 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	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
ПК(У)-2	Готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	ПК(У)-2.У4	Способен определять основные характеристики процессов с участием твердой фазы, использовать математические модели процессов, определять параметры процессов в промышленных аппаратах с участием твердой фазы
		ПК(У)-2.34	Знает закономерности массопереноса в пористых телах; растворение и кристаллизация; основные уравнения адсорбции и ионного обмена, описание массопереноса в системе жидкость-жидкость
ПК(У)-3	Способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ПК(У)-3.В4	Владеет навыками проектирования элементов нового оборудования для переработки минерального и техногенного сырья; расчета и конструирования с использованием современных программных средств (MathCAD, Autodesk Inventor)
		ПК(У)-3.В5	Владеет методами проектных и проверочных расчетов элементов конструкций
		ПК(У)-3.У4	Способен использовать численные методы для решения математических задач; языки и системы программирования для решения профессиональных задач; современные программные средства (MathCAD, Autodesk Inventor) для расчета и конструирования
		ПК(У)-3.У5	Способен использовать методики расчётов элементарных конструктивных систем, проводить кинематическое, силовое и динамическое исследование механизмов
		ПК(У)-3.34	Знает технические и программные средства реализации информационных технологий; типовые численные методов решения математических задач и алгоритмы их реализации
		ПК(У)-3.35	Знает условия равновесия тела и системы тел, поведение материалов при различных воздействиях, условия прочности и жесткости
ПК(У)-4	Готовность к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки	ПК(У)-4.В3	Способен выбирать оборудование технологической схемы, конструкции аппаратов, методики расчета оборудования; осуществление расчета материального баланса
		ПК(У)-4.У3	Способен использовать методики расчета аппаратного оформления производства минеральных и техногенных материалов; разрабатывать оптимальные гибкие технологические схемы производства минеральных и техногенных материалов
		ПК(У)-4.33	Знает методологию создания химических производств; автоматизированные системы расчета химического оборудования

## 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		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	Применять теоретические знания в области переработки минерального и техногенного сырья для оптимального и рационального подбора технологического оборудования.	ПК(У)-2
РД 2	Самостоятельно выполнять проектные и поверочные расчёты для обеспечения надёжности и безаварийности работы технологического оборудования для переработки минерального и техногенного сырья.	ПК(У)-3, ПК(У)-4

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.
<b>Раздел 1. Общие принципы и методология конструирования оборудования отрасли</b>	РД-1 РД-2	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>6</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Самостоятельная работа	<b>38</b>
<b>Раздел (модуль) 2. Расчет и конструирование кожухотрубчатых теплообменных аппаратов (ТОА)</b>	РД-1 РД-2	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>6</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Самостоятельная работа	<b>38</b>
<b>Раздел (модуль) 3. Расчет и конструирование колонных массообменных аппаратов (КМА)</b>	РД-1 РД-2	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>6</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Самостоятельная работа	<b>38</b>
<b>Раздел (модуль) 4. Расчет и конструирование аппаратов с перемешивающими устройствами (АПУ)</b>	РД-2, РД-3	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>6</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Самостоятельная работа	<b>38</b>

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 давлении
- 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 обечаек и их расчетные сечения. Критерии надежности корпуса и опорной обечайки 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:**

- ПЗ.1. Изучение методик механического расчета КМА
- ПЗ.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

**Темы курсовых проектов**

1. Разработка основного оборудования производства композиционных триботехнических материалов на основе сульфидов металлов
2. Разработка основного оборудования получения ториевого концентрата из отвального монацита Туганского месторождения
3. Модернизация кожухотрубного теплообменного аппарата для нагревания пропанола
4. Разработка основного оборудования получения оксида кремния из золошлаковых материалов ТЭЦ
5. Разработка основного оборудования получения золошлаковых материалов при получении строительных растворов
6. Разработка оборудования компактирования концентрата угольного недожога из золошлаковых материалов
7. Разработка основного оборудования получения утилизации золы от сжигания древесины хвойных пород, полученной при производстве МДФ плит
8. Разработка основного оборудования получения фотоэлектрохимических материалов на основе оксидсульфидных гетероструктур
9. Разработка основного оборудования для извлечения германия из золы от сжигания бурого угля Тигнинского месторождения Забайкальского края

10. Разработка основного оборудования производства железорудных окатышей из железосодержащей фракции золы
11. Разработка основного оборудования для извлечения плавающей алюмосиликатной микросферы из золошлаковых материалов
12. Разработка основного оборудования для гранулирования золошлаковых материалов

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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 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: 12.02.2019). – 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. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m095.pdf> (дата обращения: 12.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.
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. – URL: <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2230/fulltext2/m/2012/m216.pdf> дата обращения: 12.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

#### **Дополнительная литература**

1. Канторович З.Б. Основы расчета химических машин и аппаратов. Учебник. – М.: Машгиз, 1960. – 743 с.
2. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / М. Ф. Михалев [и др.]; под ред. М. Ф. Михалева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: АРИС, 2010. — 310 с.
3. Лашинский, Александр Александрович. Конструирование сварных химических аппаратов : справочник / А. А. Лашинский; под ред. А. Р. Толчинского. — 2-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2008. — 384 с.
4. Васильцов Э.А., Ушаков В.Г. Аппараты для перемешивания жидких сред. Справ. пособие. – М.: Машиностроение, 1979. – 272 с.

## **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 по переработке минерального и техногенного сырья» / В. М. Беляев, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), [Электронный ресурс]. – URL: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3287> (дата обращения: 12.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.
2. Электронный курс «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» / В. М. Беляев, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), [Электронный ресурс]. – URL: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3289> (дата обращения: 12.02.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

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 (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, учебный корпус №2, учебная 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; Компьютер - 16 шт.; Принтер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.04.01 Химическая технология, профиль «Технологии переработки минерального и техногенного сырья», специализация «Процессы и аппараты по переработке минерального и техногенного сырья» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

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

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ Н.М. Кижнера (протокол от «26» июня 2019 г. № 4).

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)
2020/2021 учебный год	Актуализировано содержание разделов рабочей программы дисциплины «Расчет и конструирование основного оборудования по переработке минерального и техногенного сырья» с учетом развития науки, техники и технологий, список учебно-методического и информационного обеспечения	от 25.06.2020 г. № 4