

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
 УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИЯТШ  
 \_\_\_\_\_ Долматов О.Ю.  
 « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

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

**Оборудование производств редких элементов**

Направление подготовки/ специальность	<b>18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Химическая технология материалов современной энергетики</b>		
Специализация	<b>Химическая технология материалов ядерного топливного цикла</b>		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		<b>40</b>
	Практические занятия		<b>16</b>
	Лабораторные занятия		<b>40</b>
	ВСЕГО		<b>96</b>
	Самостоятельная работа, ч		<b>120</b>
	ИТОГО, ч		<b>216</b>

Вид промежуточной аттестации	<b>Экзамен</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>ОЯТЦ ИЯТШ</b>
Руководитель Отделения ЯТЦ			Горюнов А.Г.
Руководитель ООП			Леонова Л.А.
Преподаватель			Кантаев А.С.

## 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 обучения	
		Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способность к использованию методов математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели	ОПК(У)-3.В5	Владеет и анализирует оборудование и технологический процесс, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию
		ОПК(У)-3.У5	Умеет работать с информацией из различных источников и моделирующих средах, а также на основе известных способов моделировать оборудование и технологические последовательности получения соединений редких элементов
		ОПК(У)-3.35	Знает принципы разработки новых технологических схем на основе результатов моделирования процессов и аппаратов
ПК(У)-2	Способность к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса	ПК(У)-2.В6	Владеет опытом расчёта и подбора транспортировочных машин
		ПК(У)-2.В7	Владеет опытом работы на технологическом оборудовании в лабораторных условиях и определения оптимальных режимов его работы
		ПК(У)-2.У6	Умеет работать с литературными источниками базами данных и атласами оборудования, а также уметь производить расчеты основного и вспомогательного оборудования
		ПК(У)-2.У7	Умеет определять тип и вид оборудования и осуществляемого в нем процесса (на схеме/чертеже/в натуре) в технологии редких элементов
		ПК(У)-2.36	Знает оборудование механических процессов, методику расчета и подбора транспортирующей машины
		ПК(У)-2.37	Знает основные типы и принципы работы оборудования в производстве редких металлов, принципы создания каскадов, замкнутых схем, правила построения технологических схем
ДПСК(У)-1.1	Способность к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов комплексной переработки руд, концентратов редких элементов и техногенного сырья, производству материалов на их основе с использованием ядерных и диверсифицированных технологий	ДПСК(У)-1.1.У5	Владеет навыками определять тип и вид оборудования под осуществляемый процесс в технологии редких элементов
		ДПСК(У)-1.1.У5	Умеет работать атласами оборудования производства редких элементов
		ДПСК(У)-1.1.35	Знает оборудование производства редких элементов и методы его расчета

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 2 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	Знать принципы разработки новых технологических схем на основе результатов моделирования процессов и аппаратов	ОПК(У)-3
РД-2	Анализировать технологический процесс и оборудование, составляющее его, выявлять недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию и принимать технические решения с учетом всех факторов, влияющих на процесс, а также выдать рекомендации по корректировке процесса и аппарата выделения с целью повышения его эффективности	ПК(У)-2
РД-3	Знать основные принципы организации комплексной переработки руд, концентратов редких элементов и техногенного сырья, составляющие его аппараты, а также иерархическую структуру и методы оценки эффективности производства	ДПСК(У)-1.1

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. Введение. Трубопроводы и арматура</b>	РД-2 Знать факторы, влияющие на конструкции аппаратов и машин, их эксплуатацию. Овладеть знаниями о химической, радиохимической и ядерной безопасности при конструировании химической аппаратуры и ее обслуживания.	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
<b>Раздел 2. Оборудование механических процессов</b>	РД-3 Знать основные физико-механические свойства сыпучих материалов и физико-механические основы измельчения. Овладеть знаниями о аппаратуре для крупного дробления; о аппаратуре для среднего и о аппаратуре для измельчения.	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные занятия	<b>14</b>
		Самостоятельная работа	<b>12</b>
<b>Раздел 3. Обогащение руд</b>	РД-3 Знать основные способы обогащения и конструкции обогатительных аппаратов.	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>4</b>
		Лабораторные занятия	<b>12</b>
		Самостоятельная работа	<b>12</b>
<b>Раздел 4. Выщелачивание</b>	РД-1 Обладать знаниями об основных факторах, влияющие на скорость процесса гидрометаллургической переработки руд и концентратов редких элементов. Знать расчет модели каскада непрерывного действия однотипного оборудования для проведения процесса выщелачивания сырья.	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>6</b>
		Самостоятельная работа	<b>12</b>
<b>Раздел 5. Оборудование ионообменных процессов</b>	РД-1 Знать значение процессов ионного обмена в химической технологии. Овладеть навыками понимания о движущей силе процессов ионного обмена, знать классификацию ионитов. Уметь оценивать эффективность ионообменного оборудования, знать его расчет.	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>12</b>
<b>Раздел 6. Оборудование экстракционных процессов</b>	РД-1 Знать значение процессов экстракционного извлечения в химической технологии. Овладеть навыками понимания о движущей силе процессов экстракционного извлечения, знать классификацию	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	<b>12</b>

	экстрагентов. Уметь оценивать эффективность экстракционного извлечения, знать его расчет.	работа	
<b>Раздел 7. Высокотемпературные процессы</b>	<b>РД-2</b> Знать значение высокотемпературных процессов при переработке редких элементов и техногенного сырья	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
<b>Раздел 8. Процессы в перемешиваемом слое твердого материала</b>	<b>РД-2</b> Знать оборудование в котором возможно осуществить процессы в перемешиваемом слое твердого материала. Уметь производит расчет печей различных конструкций.	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
<b>Раздел 9. Процессы в псевдооживленном слое твердого материала</b>	<b>РД-2</b> Знать преимущества проведения гетерогенных процессов в кипящем слое. Знать конструктивные особенности реакторов. Уметь производить расчет аппаратов с кипящим слоем.	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
<b>Раздел 10. Процессы в пламени</b>	<b>РД-2</b> Знать возможность применения пламенных реакторов для редких элементов. Знать теоретические основы пламенного процесса.	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
<b>Раздел 11. Процессы и аппараты для получения и очистки металлов</b>	<b>РД-1</b> Знать теоретические основы аффинажа редких элементов. Уметь пользоваться существующими способами (моделями) аффинажа и переносить (моделировать) эти наработки с одних вариантов на другие.	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	<b>10</b>

### Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Введение. Трубопроводы и арматура

*Предмет и задачи курса. Факторы, влияющие на конструкции аппаратов и машин, их эксплуатацию. Химическая, радиохимическая и ядерная безопасность при конструировании химической аппаратуры и ее обслуживание.*

*Трубы и фасонные части трубопроводов. Соединение трубопроводов. Компенсаторы. Опора трубопроводов. Арматура: краны, вентили, задвижки, клапаны. Расчет трубопроводной арматуры.*

**Тема лекции: 2**

1. Предмет и задачи курса. Факторы, влияющие на конструкции аппаратов и машин, их эксплуатацию. Трубопроводы и арматура.

## **Раздел 2. Оборудование механических процессов**

*Общие сведения о процессах. Основные физико-механические свойства сыпучих материалов. Дисперсионный состав. Транспортировка, хранение сыпучих материалов. Классификация транспортных устройств. Конвейеры: скребковые, ленточные, винтовые. Дробление и измельчение. Физико-механические основы измельчения. Расход энергии. Аппаратура для крупного дробления: щековые и конусные дробилки; для среднего и мелкого: валковые и ударные дробилки; для измельчения: шаровые и стержневые мельницы. Классификация. Основные способы классификации. Ситовая классификация. Грохоты: колосниковые, качающиеся, вибрационные. Гидравлическая классификация. Гидроциклоны. Классификаторы: речные, скребковые, спиральные.*

### **Тема лекции:**

1. Рудное сырье и оборудование для его переработки
2. Транспортировка, хранение, дозировка сыпучих материалов. Бункера и затворы.
3. Крупное и среднее дробление, классификация и измельчение, оборудование для осуществления этих процессов.

### **Темы практических занятий:**

1. Расчет угла захвата и производительности щековой дробилки.
2. Расчет оптимального числа оборотов подвижного конуса и производительности конусной дробилки.
3. Расчет валковой дробилки (соотношения диаметров валков и кусков руды).
4. Расчет оптимального числа оборотов барабана шаровой мельницы.

### **Название лабораторной работы: 18**

1. Исследование процесса дозирования порошкообразных материалов.
2. Определение удельной поверхности порошкообразных материалов.
3. Определение гранулометрического состава дисперсных материалов.
4. Подготовка руды к процессу выщелачивания.

## **Раздел 3. Обогащение руд**

*Способы обогащения. Гравитационное обогащение. Магнитная и электростатическая сепарация. Общие сведения о процессах. Конструкция аппаратов: отсадочные машины, концентрационные столы, сепараторы, РКС.*

### **Тема лекции: 4**

1. Обогащение руд, методы обогащения по физико-механическим свойствам.
2. Обогащение руд, методы обогащения по физико-химическим свойствам.

Химическое обогащение

### **Темы практических занятий:**

1. Расчет скоростей осаждения твердых частиц различного размера в жидкостях и газах.
2. Расчет времени осаждения твердых частиц в отстойниках.

### **Название лабораторной работы: 12**

1. Исследование процесса осаждения твердых частиц в жидкостях под действием силы тяжести.
2. Выделение ильменитового концентрата методом магнитной сепарации. 4

#### **Раздел 4. Выщелачивание**

*Определение процесса выщелачивания. Перколяционное и агитационное выщелачивание. Основные факторы, влияющие на скорость процесса гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов. Аппараты с механическим, пневмомеханическим и пульсационным перемешиванием. Горизонтальные и вертикальные автоклавы. Конструкции и расчеты. Расчет объема аппарата и числа аппаратов в каскаде непрерывного действия.*

##### **Тема лекции: 6**

1. Выщелачивание и растворение, классификация выщелачивания, скорость процесса.
2. Аппаратурное оформление процессов выщелачивания и растворения, простые аппараты.
3. Интенсификация процессов выщелачивания, способы реализации и аппаратурное оформление.

##### **Темы практических занятий:**

1. Способы выщелачивания руд. Расчет агитаторов, чанов и пачуков. Расчет перемешивающих устройств.

##### **Название лабораторной работы: 6**

1. Разделение гетерогенных систем в поле центробежных сил

#### **Раздел 5. Оборудование ионообменных процессов**

*Место и роль ионного обмена в атомной промышленности. Основы ионного обмена: физико-химические свойства, равновесие ионного обмена, кинетика ионного обмена. Конструкции ионообменных аппаратов периодического, непрерывного и полунепрерывного действия. Методы оценки и сравнения эффективности ионообменной аппаратуры. Инженерный расчет ионообменного оборудования.*

##### **Тема лекции: 6**

1. Ионообменная сорбция, области применения, классификация сорбентов, основные понятия и определения.
2. Кинетика и динамика ионного обмена, каскады ионообменных аппаратов.
3. Классификация ионообменного оборудования, конструкция основных типов аппаратов.

##### **Название лабораторной работы: 4**

1. Определение размера пор фильтрующего элемента

#### **Раздел 6. Оборудование экстракционных процессов**

*Основные понятия экстракции. Область применения экстракции на предприятиях, производящих редкие и радиоактивные металлы. Теоретические основы процесса: экстракционное равновесие, выбор экстрагента и разбавителя, применение высаливателей, кинетика экстрагирования.*

*Устройство смесителей-отстойников, колонных аппаратов и центробежных экскаваторов.*

##### **Тема лекции: 4**

1. Общая характеристика, области применения, классификация экстрагентов, основные понятия и определения, схемы экстракционных процессов.

2. Аппаратурное оформление процессов экстракции и экстракционные каскады.

**Темы практических занятий:**

1. Расчет экстракторов, сорбционных аппаратов. Расчет регенерирующих аппаратов.

**Раздел 7. Высокотемпературные процессы**

*Общая характеристика высокотемпературных процессов производства урана и редких металлов. Основные положения кинетики гетерогенных химических реакций.*

**Тема лекции: 2**

1. Сушка, основные понятия и определения, аппаратурное оформление процесса сушки.

**Раздел 8. Процессы в перемешиваемом слое твердого материала**

*Общие сведения. Вращающиеся, шахтные печи, шнековые реакторы, их достоинства и недостатки. Основные конструкционные особенности. Движения мелкокускового материала. Расчет печей по производительности.*

**Тема лекции: 2**

1. Перемешиваемый слой, характеристика трубчатых и шнековых реакторов.

**Раздел 9. Процессы в псевдооживленном слое твердого материала**

*Области применения в технологии редких и радиоактивных элементов. Гидродинамика взвешенного и кипящего слоя. Кипящий и фонтанирующий слой. Конструктивные особенности реакторов кипящего слоя, их достоинства и недостатки. Методы расчета по производительности. Аппараты "комбинированного" типа. Достоинства и недостатки.*

**Тема лекции: 4**

1. Процессы в кипящем слое, расчет псевдооживления.
2. Аппаратурное оформление процессов в кипящем слое.

**Перечень лабораторных работ: 4**

1. Определение гранулометрического состава дисперсных материалов.

**Раздел 10. Процессы в пламени**

*Общие сведения. Области применения. Гидродинамика горящего факела. Теплопередача в пламенных процессах. Конструкция пламенных реакторов и их расчет.*

**Тема лекции: 2**

1. Процессы в пламени и в плазме, характеристики и применимость, аппаратурное оформление.

**Раздел 11. Процессы и аппараты для получения и очистки металлов**

*Теория процессов восстановительной и рафинировочной плавки. Конструкции печей.*

**Тема лекции: 2**

1. Теория процесса плавки, рафинировка металлов переплавкой, аппаратурное оформление.

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

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

- Работа с лекционным материалом, поиск литературы и электронных источников информации по проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.
- Выполнение индивидуального домашнего задания.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература:**

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс [Электронный ресурс] : в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; Под ред. В. Г. Айнштейна. - 5-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 1758 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-2214-5. - Текст : непосредственный. - 2 экз.
2. Макаренков, Д. А. Процессы и аппараты химических технологий. Основные процессы и оборудование производства пигментов, суспензий и паст в лакокрасочной продукции: учебное пособие / Д. А. Макаренков, В. И. Назаров, Е. А. Баринский; Под ред. В. И. Назарова. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 211 с. - Текст : электронный // Znanium.com : электронно-библиотечная система. — URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/524388> (дата обращения: 12.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Маслов, Александр Антонович. Технология урана : учебное пособие / А. А. Маслов, Г. В. Каляцкая, Г. Н. Амелина; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2007. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext3/m/2008/m76.pdf> (дата обращения: 02.03.2018). — Режим доступа: из сети НТБ ТПУ. — Текст электронный.

#### **Дополнительная литература:**

1. Богатырева, Е. В. Прогрессивные технологии производства редких металлов : учебное пособие / Е. В. Богатырева. — Москва : МИСИС, 2013. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47417> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Вольдман, Григорий Маркович. Теория гидрометаллургических процессов : учебное пособие для вузов / Г. М. Вольдман, А. Н. Зеликман. — Москва: Интернет Инжиниринг, 2003. — 464 с.: ил.— Текст : непосредственный. — 3 экз.
3. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко [и др.]; под ред. М. Ф. Михалева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: АРИС, 2010. — 310 с.: ил. — Текст : непосредственный. — 30 экз.
4. Основы проектирования химических производств : учебник для вузов / В. И. Косинцев, А. И. Михайличенко, Н. С. Крашенинникова [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. А. И. Михайличенко. — 2-е изд. испр. и доп. — Москва: Академкнига, 2010. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2011/m04.pdf>(дата обращения: 02.03.2018). — Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. — Текст электронный.

**При выполнении лабораторных работ используются следующие учебные пособия и методические указания:**

1. Выделение ильменитового концентрата методом концентрации: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 25 с.

2. Определение гранулометрического состава дисперсных материалов: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 12 с.

3. Определение размера пор фильтрующего элемента: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 13 с.

4. Определение удельной поверхности порошкообразных материалов: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д., Ворошилов Ф.А.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 16 с.

5. Исследование процесса осаждения твёрдых частиц в жидкостях под действием силы тяжести: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д., Ворошилов Ф.А.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 24 с.

6. Подготовка руды к процессу выщелачивания: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 11 с.

7. Разделение гетерогенных систем в поле центробежных сил: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д., Ворошилов Ф.А.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 22 с.

8. Исследование процесса дозирования порошкообразных материалов: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 22 с.

**Методические указания по самостоятельной работе.**

1. Расчет установок пневмотранспорта: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 28 с. Расчет шнекового транспорта.

2. Расчет ленточного транспортера: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 27 с.

3. Расчет шнекового транспортера: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 16 с.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Книги по процессам и аппаратам <http://hemsintez24.ru/processy-i-apparaty-himicheskoy-tehnologii>

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

- Антивирус ESET NOD32 Antivirus Business Edition (NBE-RN-2-500);
- Microsoft Office Standart 2016;
- Microsoft Windows 8 Enterprise Academic Edition;
- Acrobat Professional DC 2015 Academic Edition License Russian Multiple Platforms.

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
	Оборудование производств редких элементов	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования,	634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 332

	<p>консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 120 посадочных мест;</p> <p>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.</p> <p>Acrobat Reader DC; Chrome; Corretto JRE 8; Far Manager; Flash Player; K-Lite Codec Pack Full; MathType 6.9 Lite; Notepad++; Office 2016 Standard Russian Academic ; Visual C++ Redistributable Package; Webex Meetings; WinDjView; Zoom; 7-Zip</p>	
	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)</p> <p>Компьютер - 1 шт.</p> <p>Цифровой стереоскопический микроскоп Альтами ПС 2/4 - 1 шт.; Центрифуга ОПН 8 1990г - 1 шт.; Технологическая лаборатория - 1 шт.; Ультразвуковая ванна "Sonorex" - 1 шт.;</p>	<p>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 322А</p>

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики» / специализация «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЯТЦ		А.С. Кантаев

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения Ядерно-топливного цикла (протокол от 28.06.2019 г. № 16 ).

Руководитель выпускающего отделения ЯТЦ  
д.т.н, профессор

\_\_\_\_\_/А.Г. Горюнов/  
подпись



**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании подразделения (протокол)
2020/2021 уч. год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<u>Протокол №28-д от 25.06.2020</u>
2021/2022 уч.год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<u>Протокол №43-д от 31.08.2021</u>
2022/2023 уч.год	Внесены изменения в п.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	<u>Протокол №58 от 31.08.2022</u>