

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ПРИЕМ 2017г.**  
**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	<b>4</b>	семестр	<b>8</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>		

Заведующий кафедрой -  
руководитель Отделения  
Руководитель ООП  
Преподаватель

	Горюнов А.Г.
	Леонова Л.А.
	Кантаев А.С.

2020г.

### 1. Роль дисциплины «Оборудование производств редких элементов» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)		
					Код	Наименование	
<b>Оборудование производств редких элементов</b>	8	ОПК(У)-3	Способность к использованию методов математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели	Р8	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	Р8	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

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
					Код	Наименование
			сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса		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
		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	Р10	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. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД-1	Знать принципы разработки новых технологических схем на основе результатов моделирования процессов и аппаратов	ОПК(У)-3	Раздел 4 Раздел 5 Раздел 6 Раздел 11	– Контрольная работа; – Защита лабораторной работы; – Экзамен
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	Раздел 1 Раздел 7 Раздел 8 Раздел 9 Раздел 10	– Контрольная работа; – Защита отчета по лабораторной работе; – Экзамен
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	Раздел 2 Раздел 3	– Контрольная работа; – Индивидуальное домашнее задание; – Защита отчета по лабораторной работе; – Экзамен

### 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности
70% ÷ 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности
55% ÷ 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности
0% ÷ 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

#### Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	36 ÷ 40	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности
70% ÷ 89%	28 ÷ 35	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности
55% ÷ 69%	22 ÷ 27	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности
0% ÷ 54%	0 ÷ 21	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

### 4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
а.	Контрольная работа	Вопросы к контрольной работе Теоретические вопросы: 1. Факторы, влияющие на конструкции аппаратов и машин, их эксплуатацию. 2. Химическая, радиохимическая и ядерная безопасность при конструировании химической аппаратуры и ее обслуживание. 3. Трубы и фасонные части трубопроводов. Соединение трубопроводов. Компенсаторы. Опора трубопроводов.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>4. Трубопроводная арматура: краны, вентили, задвижки, клапаны. Расчет трубопроводной арматуры.</p> <p>5. Общие сведения о механических процессах. Основные физико-механические свойства сыпучих материалов. Дисперсионный состав.</p> <p>6. Транспортировка, хранение сыпучих материалов. Классификация транспортных устройств.</p> <p>7. Конвейеры: скребковые, ленточные, винтовые. Ковшовые элеваторы. Установки пневмотранспорта. Конструкции и расчеты.</p> <p>8. Бункеры и затворы. Дозаторы сыпучих материалов.</p> <p>9. Дробление и измельчение. Физико-механические основы измельчения. Расход энергии.</p> <p>10. Аппаратура для крупного дробления: щековые и конусные дробилки. Определение угла захвата, мощности двигателя и производительности щековой дробилки.</p> <p>11. Аппаратура для среднего и мелкого: валковые и ударные дробилки. Расчет дробилок с крутым конусом.</p> <p>12. Аппаратура для измельчения: шаровые и стержневые мельницы. Определение эффективного числа оборотов.</p> <p>13. Вывод гипотезы Риттингера. Расчет грибовидных дробилок.</p> <p>14. Объемная теория Кирпечева и Кика. Выводы и следствия. Расчет валковых дробилок.</p> <p>15. Классификация. Основные способы классификации. Ситовая классификация.</p> <p>16. Грохоты: колосниковые, качающиеся, вибрационные.</p> <p>17. Гидравлическая классификация. Гидроциклоны. Классификаторы: реечные, скребковые, спиральные. Определение времени осаждения 0,1 мм, 0,1-1,5 мм и 1,5 мм.</p> <p>18. Способы обогащения. Гравитационное обогащение. Магнитная и электростатическая сепарация. Общие сведения о процессах. Конструкция аппаратов: отсадочные машины, концентрационные столы, сепараторы, РКС.</p> <p>19. Определение процесса выщелачивания. Перколяционное и агитационное выщелачивание. Основные факторы, влияющие на скорость процесса гидromеталлургического вскрытия руд и концентратов.</p> <p>20. Аппараты с механическим, пневмомеханическим и пульсационным перемешиванием. Типы мешалок их схемы и описание.</p> <p>21. Горизонтальные и вертикальные автоклавы. Конструкции и расчеты. Расчет объема аппарата и числа аппаратов в каскаде непрерывного действия.</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>22. Место и роль ионного обмена в атомной промышленности. Основы ионного обмена: физико-химические свойства, равновесие ионного обмена, кинетика ионного обмена.</p> <p>23. Конструкции ионообменных аппаратов периодического, непрерывного и полунепрерывного действия. Методы оценки и сравнения эффективности ионообменной аппаратуры. Инженерный расчет ионообменного оборудования.</p> <p>Практические задания:</p> <p>1. Расчет лопастных мешалок. Определение мощности затрачиваемой на перемешивание, рабочей среды рамной мешалкой. Число оборотов 42 об/мин, плотной перемешиваемой среды 2020 кг/м<sup>3</sup>, наружный диаметр мешалки 1,25 м, число лопаток 3, высота вертикальной лопасти 30 см, ширина вертикальной и сферической лопастей 300 мм, КПД передаточного механизма 0,75.</p> <p>2. Расчет лопастных мешалок. Определение мощности затрачиваемой на перемешивание, рабочей среды рамной мешалкой. Число оборотов 90 об/мин, плотной перемешиваемой среды 1320 кг/м<sup>3</sup>, наружный диаметр мешалки 0,5 м, число лопаток 1, высота вертикальной лопасти 10 см, ширина вертикальной и сферической лопастей 40 мм, КПД передаточного механизма 0,87</p> <p>3. Расчет лопастных мешалок. Определение мощности затрачиваемой на перемешивание, рабочей среды рамной мешалкой. Число оборотов 20 об/мин, плотной перемешиваемой среды 2800 кг/м<sup>3</sup>, наружный диаметр мешалки 2,5 м, число лопаток 5, высота вертикальной лопасти 15 см, ширина вертикальной и сферической лопастей 150 мм, КПД передаточного механизма 0,65</p> <p>4. Расчет пропеллерной мешалки. Определить мощность, затрачиваемую на перемешивание, рабочей среды, определить скорость жидкости и диаметр мешалки. Высота аппарата 1,5 м, диаметр аппарата 1,25 м, шаг подъема винта 0,06 м, число оборотов мешалки 15 об/мин, угол подъема винтовой линии 30°, Плотность жидкости 1100 кг/м<sup>3</sup></p> <p>5. Расчет пропеллерной мешалки. Определить мощность, затрачиваемую на перемешивание, рабочей среды, определить скорость жидкости и диаметр мешалки. Высота аппарата 0,8 м, диаметр аппарата 0,8 м, шаг подъема винта 0,55 м, число оборотов мешалки 60 об/мин, угол подъема винтовой линии 30°, Плотность жидкости 1010 кг/м<sup>3</sup></p> <p>6. Расчет пропеллерной мешалки. Определить мощность, затрачиваемую на перемешивание, рабочей среды, определить скорость жидкости и диаметр мешалки. Высота аппарата 1 м, диаметр аппарата 2,0 м, шаг подъема винта 0,06 м, число оборотов мешалки 10</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>об/мин, угол подъема винтовой линии 30°, Плотность жидкости 2,3 т/м<sup>3</sup></p> <p>7. Расчет турбинной мешалки. Определить мощность необходимую для перемешивания среды в аппарате с четырьмя вертикальными перегородками. Используется открытая турбинная мешалка с шестью радиальными лопастями. Диаметр мешалки 0,35 м, длина лопасти 1,1 м, диаметр аппарата 1,15 м, плотность среды 1100 кг/м<sup>3</sup>, кинематическая вязкость <math>10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}</math>.</p> <p>8. Расчет турбинной мешалки. Определить мощность необходимую для перемешивания среды в аппарате с четырьмя вертикальными перегородками. Используется открытая турбинная мешалка с шестью радиальными лопастями. Диаметр мешалки 0,25 м, длина лопасти 0,8 м, диаметр аппарата 0,9 м, плотность среды 900 кг/м<sup>3</sup>, кинематическая вязкость <math>45 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}</math>.</p> <p>9. Расчет турбинной мешалки. Определить мощность необходимую для перемешивания среды в аппарате с четырьмя вертикальными перегородками. Используется открытая турбинная мешалка с шестью радиальными лопастями. Диаметр мешалки 0,25 м, длина лопасти 1,0 м, диаметр аппарата 1 м, плотность среды 1350 кг/м<sup>3</sup>, кинематическая вязкость <math>50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}</math>.</p> <p>10. Расчет лопастных мешалок. Определение мощности затрачиваемой на перемешивание, рабочей среды рамной мешалкой. Число оборотов 30 об/мин, плотной перемешиваемой среды 1840 кг/м<sup>3</sup>, наружный диаметр мешалки 1,0 м, число лопаток 1, высота вертикальной лопасти 30 см, ширина вертикальной и сферической лопастей 300 мм, КПД передаточного механизма 0,75</p> <p>11. Расчет пропеллерной мешалки. Определить мощность, затрачиваемую на перемешивание, рабочей среды, определить скорость жидкости и диаметр мешалки. Высота аппарата 1 м, диаметр аппарата 0,8 м, шаг подъема винта 0,06 м, число оборотов мешалки 40 об/мин, угол подъема винтовой линии 30°, Плотность жидкости 1100 кг/м<sup>3</sup></p> <p>12. Расчет турбинной мешалки. Определить мощность необходимую для перемешивания среды в аппарате с четырьмя вертикальными перегородками. Используется открытая турбинная мешалка с шестью радиальными лопастями. Диаметр мешалки 0,5 м, длина лопасти 0,0 м, диаметр аппарата 1 м, плотность среды 1075 кг/м<sup>3</sup>, кинематическая вязкость <math>30 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}</math></p> <p>13. Расчет количества нутч-фильтров, необходимых для разделения суспензии и обеспечения непрерывной работы. Производительность 6,0 л/с, максимальная высота слоя осадка</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>35 мм, площадь фильтра 1,5 м<sup>2</sup>, поверхность фильтрации радиальная, оборудование осуществляет полный съем осадка за 20 с одного фильтра.</p> <p>14. Расчет количества нутч-фильтров, необходимых для разделения суспензии и обеспечения непрерывной работы. Производительность 5,5 л/с, максимальная высота слоя осадка 50 мм, площадь фильтра 1,00 м<sup>2</sup>, поверхность фильтрации радиальная, оборудование осуществляет полный съем осадка за 25 с одного фильтра.</p> <p>15. Расчет количества нутч-фильтров, необходимых для разделения суспензии и обеспечения непрерывной работы. Производительность 3,5 л/с, максимальная высота слоя осадка 35 мм, площадь фильтра 1,25 м<sup>2</sup>, поверхность фильтрации радиальная, оборудование осуществляет полный съем осадка за 15 с одного фильтра.</p> <p>16. Составить стандартную таблицу материального баланса и уравнения реакций для сернокислотного выщелачивания титанового концентрата, который состоит из ильменита (FeTiO<sub>3</sub>) и диоксида титана. Выщелачивание ведут 72 % серной кислотой. Содержание ильменита 85 % остальное диоксид титана. Производительность по сырью 105000 т/год.</p> <p>17. Составить стандартную таблицу материального баланса и уравнения реакций для сернокислотного выщелачивания титанового концентрата, который состоит из ильменита (FeTiO<sub>3</sub>) и диоксида титана. Выщелачивание ведут 93 % серной кислотой. Содержание ильменита 73 % остальное диоксид титана. Производительность по сырью 250000 т/год.</p> <p>18. Определить необходимое число щековых дробилок и мощность электродвигателей, которые следует установить к ним, для дробления рядового колчедана при Q = 33 т/ч. Средний диаметр кусков дробленого материала d<sub>ср</sub> = 35 мм, коэффициент разрыхления материала μ = 0,25, плотность материала ρ = 0,0061 кг/см<sup>3</sup>. Длина выпускной щели дробилки b = 500 мм, длина хода подвижной щеки дробилки s = 25 мм. Предел прочности рядового колчедана при сжатии σ = 1250 кгс/см<sup>2</sup>, а модуль его упругости E = 350000 кгс/см<sup>2</sup>. Диаметр наибольших кусков дробимого материала d<sub>н</sub> = 200 мм.</p> <p>19. Выбрать конусную дробилку с крутым конусом для дробления 250 т/ч известняка, если максимальный диаметр кусков исходного материала d<sub>н</sub> = 250 мм, а средний диаметр кусков измельченного материал, d<sub>ср</sub> = 50 мм. Характеристика измельчаемого материала: плотность ρ = 0,0026 кг/см<sup>3</sup> степень разрыхления μ = 0,5, предел прочности σ = 1000 кгс/см<sup>2</sup>, модуль упругости E = 320000 кгс/см<sup>2</sup>.</p> <p>20. Выбрать валковую дробилку, определить число ее оборотов и потребляемую мощность, если на измельчение поступает 75 т/ч материала (плотность ρ = 0,0033 кг/см<sup>3</sup>).</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>Максимальный размер кусков исходного материала <math>d_n = 30</math> мм, коэффициент разрыхления материала <math>\mu = 0,25</math>. Требуемый размер кусков измельченного материала <math>d_k = 10</math> мм. (Ряд L 300, 400, 500, 550, 600, 650, 700; Ряд D 800, 850, 900, 950, 1000, 1100, 1150, 1200).</p> <p>21. Рассчитать шаровую мельницу с центральной разгрузкой, размеры барабана которой <math>D \times L = 2000 \times 4000</math> мм, если 85% кусков исходного материала имеют диаметр <math>d_n = 20</math> мм, а 85% зерен измельченного продукта имеют крупность менее 120 мк, насыпная масса стальных шаров <math>\rho_{ш} = 5200</math> кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>22. Определить необходимое число щековых дробилок и мощность электродвигателей, которые следует установить к ним, для дробления рядового колчедана при <math>Q = 50</math> т/ч. Средний диаметр кусков дробленого материала <math>d_{cp} = 38</math> мм, коэффициент разрыхления материала <math>\mu = 0,25</math>, плотность материала <math>\rho = 0,005</math> кг/см<sup>3</sup>. Длина выпускной щели дробилки <math>b = 500</math> мм, длина хода подвижной щеки дробилки <math>s = 25</math> мм. Предел прочности рядового колчедана при сжатии <math>\sigma = 1250</math> кгс/см<sup>2</sup>, а модуль его упругости <math>E = 350000</math> кгс/см<sup>2</sup>. Диаметр наибольших кусков дробимого материала <math>d_n = 200</math> мм.</p> <p>23. Выбрать конусную дробилку с крутым конусом для дробления 350 т/ч известняка, если максимальный диаметр кусков исходного материала <math>d_n = 250</math> мм, а средний диаметр кусков измельченного материала, <math>d_{cp} = 50</math> мм. Характеристика измельчаемого материала: плотность <math>\rho = 0,003</math> кг/см<sup>3</sup> степень разрыхления <math>\mu = 0,4</math>, предел прочности <math>\sigma = 1000</math> кгс/см<sup>2</sup>, модуль упругости <math>E = 320000</math> кгс/см<sup>2</sup>.</p> <p>24. Выбрать валковую дробилку, определить число ее оборотов и потребляемую мощность, если на измельчение поступает 75 т/ч материала (плотность <math>\rho = 0,0033</math> кг/см<sup>3</sup>). Максимальный размер кусков исходного материала <math>d_n = 30</math> мм, коэффициент разрыхления материала <math>\mu = 0,25</math>. Требуемый размер кусков измельченного материала <math>d_k = 10</math> мм. (Ряд L 300, 400, 500, 550, 600, 650, 700; Ряд D 800, 850, 900, 950, 1000, 1100, 1150, 1200).</p> <p>25. Рассчитать шаровую мельницу с центральной разгрузкой, размеры барабана которой <math>D \times L = 2500 \times 6000</math> мм, если 85% кусков исходного материала имеют диаметр <math>d_n = 35</math> мм, а 85% зерен измельченного продукта имеют крупность менее 120 мк, насыпная масса стальных шаров <math>\rho_{ш} = 4000</math> кг/м<sup>3</sup>.</p> <p>26. Определить необходимое число щековых дробилок и мощность электродвигателей, которые следует установить к ним, для дробления рядового колчедана при <math>Q = 80</math> т/ч. Средний диаметр кусков дробленого материала <math>d_{cp} = 45</math> мм, коэффициент разрыхления материала <math>\mu = 0,25</math>, плотность материала <math>\rho = 0,0078</math> кг/см<sup>3</sup>. Длина выпускной щели дробилки <math>b = 700</math> мм, длина хода подвижной щеки дробилки <math>s = 25</math> мм. Предел прочности рядового колчедана при сжатии <math>\sigma = 1250</math></p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>кгс/см<sup>2</sup>, а модуль его упругости <math>E = 300000</math> кгс/см<sup>2</sup>. Диаметр наибольших кусков дробимого материала <math>d_n = 280</math> мм.</p>
б.	Защита лабораторной работы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Существующие способы обогащения минеральных веществ (гравитационные, магнитная сепарация, флотация и др.).</li> <li>2. Физические основы магнитной сепарации. Магнитные свойства минералов и их классификация. Факторы, влияющие на магнитное обогащение.</li> <li>3. Какие типы магнитных сепараторов применяются для слабомагнитных руд. Классификация магнитных сепараторов. Устройство магнитных сепараторов (на примере сепаратора магнитного ЭВС – 10/5). Принцип работы магнитных сепараторов (на примере сепаратора магнитного ЭВС – 10/5).</li> <li>4. С какой целью определяют гранулометрический состав. Какие методы анализа используют для определения гранулометрического состава?</li> <li>5. Ситовой анализ, системы стандартных сит. Отображение данных ситового анализа.</li> <li>6. Дайте определение пористости. Назовите классификацию пористых тел. Назовите способы определения размеров пор. Дайте определение проницаемости.</li> <li>7. С какой целью определяют удельную поверхность. Единицы измерения удельной поверхности. Методы и способы измерения удельной поверхности.</li> <li>8. Какой прибор используется для определения удельной поверхности? Точность метода, диапазон измерения.</li> <li>9. От чего зависит плотность материалов какие фактор на нее влияют. Понятия плотности: истинная, кажущаяся и насыпная.</li> <li>10. Что такое упругость пара жидкости. Требования к жидкостям при пикнометрическом определении плотности. Допустимое разряжение жидкости.</li> <li>11. Классификация неоднородных систем. Что такое суспензия, эмульсия, аэрозоль. Основные характеристики неоднородных систем.</li> <li>12. Под действием каких сил может проводиться осаждение. Материальный баланс процесса осаждения. Эффективность разделения.</li> <li>13. Какие силы действуют на осаждающуюся частицу в поле сил тяжести. Определение скорости осаждения частицы. Какие критерии используются при расчете скорости осаждения в гравитационном поле.</li> </ol>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий																																																					
		<p>14. Как зависит коэффициент сопротивления среды от критерия <math>Re</math>. Схема нахождения скорости осаждения по известному диаметру частиц. Как находят диаметр частиц по известной скорости осаждения.</p> <p>15. Как определяют скорость стесненного осаждения частиц неправильной формы. Способы интенсификации процесса осаждения. Классификация отстойников.</p> <p>16. Дайте определение измельчения. Объясните назначение операции измельчения.</p> <p>17. Как классифицируют мельницы? Их устройство. Как определяется производительность мельницы. От чего зависит производительность мельницы.</p> <p>18. Что такое степень измельчения и как она определяется. Как определяется средневзвешенный размер куска. Как определяется средний размер отдельного куска.</p> <p>19. Типы и конструкции осадительных центрифуг. Параметры, характеризующие работу центрифуг. Дайте определение фактора разделения. Дайте определение индекса производительности. Достоинства и недостатки осадительных центрифуг. От чего зависит производительность центрифуги. Из каких основных элементов состоит центрифуга.</p> <p>20. Конструкция и основные узлы шнековых питателей. От чего зависит производительность и мощность питателей и дозаторов для сыпучих веществ. Особенности применения конкретных конструкций питателей и дозаторов. Основные типы шнековых дозаторов.</p>																																																					
с.	Индивидуальное домашнее задание	<p style="text-align: center;">Индивидуальное задание №1</p> <p>Рассчитать ленточный конвейер для перемещения крупнозернистой <math>10 &gt; a' &gt; 2</math> урановой руды.</p> <p>Исходные данные:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Насыпная плотность</td> <td style="text-align: right;"><math>\rho_n = 1500 \text{ кг/м}^3</math></td> </tr> <tr> <td>Длина конвейера</td> <td style="text-align: right;"><math>L = 20 \text{ м}</math></td> </tr> <tr> <td>Производительность, т/сутки</td> <td style="text-align: right;"><math>Q = ?</math></td> </tr> <tr> <td>Угол наклона конвейера, градусы (+)</td> <td style="text-align: right;"><math>\varphi = ?</math></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">ТАБЛИЦА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ СТУДЕНТОВ</p> <p>Производительность, т/сутки</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Угол наклона,</td> <td></td> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>400</td> <td>500</td> <td>600</td> <td>700</td> <td>800</td> <td>900</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> </tr> </table>	Насыпная плотность	$\rho_n = 1500 \text{ кг/м}^3$	Длина конвейера	$L = 20 \text{ м}$	Производительность, т/сутки	$Q = ?$	Угол наклона конвейера, градусы (+)	$\varphi = ?$	Угол наклона,		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	14	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Насыпная плотность	$\rho_n = 1500 \text{ кг/м}^3$																																																						
Длина конвейера	$L = 20 \text{ м}$																																																						
Производительность, т/сутки	$Q = ?$																																																						
Угол наклона конвейера, градусы (+)	$\varphi = ?$																																																						
Угол наклона,		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000																																												
	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																												
	12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																												
	14	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																																												

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий										
		16	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		18	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
		20	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
* - порядковый номер студента в кафедральном журнале												
Индивидуальное задание №2												
Рассчитать винтовой конвейер для порошкообразного материала												
Исходные данные:												
Насыпная плотность материала (известняк)							$\rho_n = 1570 \text{ кг/м}^3$					
Длина конвейера							$L = 5 \text{ м}$					
Производительность, т/сутки							$Q = ?$					
Угол наклона конвейера, градусы (+)							$\varphi = ?$					
ТАБЛИЦА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ СТУДЕНТОВ												
Среднесуточная производительность т/сутки												
Угол наклона конвейера, градусы		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	15	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	20	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
	25	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
* - порядковый номер студента в кафедральном журнале												
Индивидуальное задание №3												
Рассчитать пневмотранспортную установку для транспортировки порошкообразного плавикового шпата.												
Исходные данные:												
Плотность плавикового шпата							$\rho_n = 3160 \text{ кг/м}^3$					
Размер частиц							$d_{\text{ЭКВ}} = 160 \text{ мкм}$					

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий																																																																															
		<p>Разгрузка идет из железнодорожной цистерны. Транспортная труба имеет два поворота на 90° каждый.</p> <p>Среднесуточная производительность <math>Q = ?</math> т/сутки</p> <p>Длина транспортного трубопровода <math>L = ?</math> м</p> <p>Перепад высот <math>H = 10</math> м</p> <p>Таблица персональных заданий студентов</p> <table border="1" data-bbox="719 411 1928 770"> <thead> <tr> <th colspan="12">Среднесуточная производительность, т/сутки</th> </tr> <tr> <th rowspan="6">Длина транспортного трубопровода, м</th> <th></th> <th>50</th> <th>60</th> <th>70</th> <th>80</th> <th>90</th> <th>100</th> <th>110</th> <th>120</th> <th>130</th> <th>140</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>31</td> <td>32</td> <td>33</td> <td>34</td> <td>35</td> <td>36</td> <td>37</td> <td>38</td> <td>39</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>41</td> <td>42</td> <td>43</td> <td>44</td> <td>45</td> <td>46</td> <td>47</td> <td>48</td> <td>49</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p>*- порядковый номер студента в кафедральном журнале</p>	Среднесуточная производительность, т/сутки												Длина транспортного трубопровода, м		50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	25	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	30	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Среднесуточная производительность, т/сутки																																																																																	
Длина транспортного трубопровода, м		50	60	70	80	90	100	110	120	130	140																																																																						
	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																						
	15	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																																						
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																																																																						
	25	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40																																																																						
	30	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50																																																																						
d.	Экзамен	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Факторы, влияющие на конструкции аппаратов и машин, их эксплуатацию?</li> <li>2. Понятие химическая, радиохимическая и ядерная безопасность при конструировании химической аппаратуры и ее обслуживание?</li> <li>3. Трубы и фасонные части трубопроводов. Соединение трубопроводов. Компенсаторы. Опора трубопроводов.</li> <li>4. Арматура: краны, вентили, задвижки, клапаны. Расчет трубопроводной арматуры.</li> <li>5. Основные физико-механические свойства сыпучих материалов. Дисперсионный состав?</li> <li>6. Транспортировка, хранение сыпучих материалов. Классификация транспортных устройств?</li> <li>7. Устройство и принцип работы скребковых, ленточных, винтовых конвейеров?</li> <li>8. Устройство и принцип работы ковшовых элеваторов?</li> <li>9. Устройство и принцип работы пневмотранспортных установок?</li> <li>10. Конструкции и расчет транспортирующих машин?</li> <li>11. Устройство и принцип работы бункеров, затворов и дозаторов для сыпучих материалов?</li> <li>12. Физико-механические основы измельчения. Расход энергии.</li> <li>13. Аппаратура для крупного дробления: щековые и конусные дробилки?</li> </ol>																																																																															

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>14. Аппаратура среднего и мелкого дробления: валковые и ударные дробилки?</p> <p>15. Аппаратура для измельчения: шаровые и стержневые мельницы?</p> <p>16. Основные способы классификации. Ситовая классификация.</p> <p>17. Грохоты: колосниковые, качающиеся, вибрационные.</p> <p>18. Гидравлическая классификация. Гидроциклоны. Классификаторы: реечные, скребковые, спиральные.</p> <p>19. Гравитационное обогащение.</p> <p>20. Магнитная и электростатическая сепарация.</p> <p>21. Отсадочные машины, концентрационные столы, сепараторы, РКС.</p> <p>22. Определение процесса выщелачивания. Перколяционное и агитационное выщелачивание.</p> <p>23. Основные факторы, влияющие на скорость процесса гидрометаллургического вскрытия руд и концентратов.</p> <p>24. Аппараты с механическим, пневмомеханическим и пульсационным перемешиванием.</p> <p>25. Горизонтальные и вертикальные автоклавы. Конструкции и расчеты. Расчет объема аппарата и числа аппаратов в каскаде непрерывного действия.</p> <p>26. Основы ионного обмена: физико-химические свойства, равновесие ионного обмена, кинетика ионного обмена.</p> <p>27. Конструкции ионообменных аппаратов периодического, непрерывного и полунепрерывного действия.</p> <p>28. Методы оценки и сравнения эффективности ионообменной аппаратуры. Расчет ионообменного оборудования.</p> <p>29. Основные понятия экстракции. Область применения экстракции на предприятиях, производящих редкие и радиоактивные металлы.</p> <p>30. Теоретические основы процесса: экстракционное равновесие, выбор экстрагента и разбавителя, применение высаливателей, кинетика экстрагирования.</p> <p>31. Устройство смесителей-отстойников, колонных аппаратов и центробежных экскаваторов.</p> <p>32. Общая характеристика высокотемпературных процессов производства урана и редких металлов.</p> <p>33. Вращающиеся, шахтные печи, шнековые реакторы, их достоинства и недостатки. Основные конструкционные особенности.</p> <p>34. Расчет печей по производительности.</p> <p>35. Устройство и принцип работы печей взвешенного и кипящего слоя.</p> <p>36. Конструктивные особенности реакторов печей кипящего слоя, их достоинства и недостатки.</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>37.Методика расчета по производительности печей кипящего слоя.  38.Печи «комбинированного» типа. Достоинства и недостатки.  39. Устройство и принцип работы пламенных печей Общие сведения. Области применения.  40.Гидродинамика горящего факела. Теплопередача в пламенных процессах. Конструкция пламенных реакторов и их расчет.  41.Теория процессов восстановительной и рафинировочной плавки.  42.Конструкции печей восстановительной и рафинировочной плавки.</p> <p>Практические занятия</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Материальный и тепловые расчеты при проектировании промышленного оборудования. Энергетический расчет.</li> <li>2. Расчет угла захвата и производительности щековой дробилки.</li> <li>3. Расчет оптимального числа оборотов подвижного конуса и производительности конусной дробилки.</li> <li>4. Расчет валковой дробилки (соотношения диаметров валков и кусков руды).</li> <li>5. Расчет оптимального числа оборотов барабана шаровой мельницы.</li> <li>6. Расчет скоростей осаждения твердых частиц различного размера в жидкостях и газах.</li> <li>7. Расчет времени осаждения твердых частиц в отстойниках.</li> <li>8. Способы выщелачивания руд. Расчет агитаторов, чанов и пачуков.</li> <li>9. Расчет экстракторов, сорбционных аппаратов. Расчет регенерирующих аппаратов.</li> </ol>

### 5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1	Контрольные работы	Проводится на конференц-неделях или в часы практических занятий по пройденному материалу на лекциях, практиках, лабораторных и самостоятельного изучения. Оценивается только содержательная часть на соответствие: точность формулировок, последовательность изложения, оформление, наличие схем, расчетных формул и пояснений. 0 баллов - отсутствие на мероприятии, 1-11 баллов – оценка содержательной части.
2	Защита лабораторной работы	Посещение лабораторного занятия и собеседование по теоретической части оценивается в 1 балла, оформление отчета и правильность расчетов оценивается в 1-2 балла

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
3	Индивидуальное домашнее задание	Задание выбирается согласно варианту, совпадающем с порядковым номером студента в группе. Выполняется в часы самостоятельной подготовки по методическим рекомендациям. Крайний срок сдачи 2ая конференц неделя. Оценивается только содержательная часть на соответствие: точность формулировок, последовательность изложения, оформление, наличие схем, расчетных формул и пояснений. 0 баллов - отсутствие на мероприятии, 1-5 баллов – оценка содержательной части.
4	Экзамен	Студент берет билет, в котором 3 вопроса. Вопросы только по теоретической части курса. Берет билет и садится готовится время подготовки 20 минут. На экзаменационном листе студент в виде тезисов может подготовить ответ и пользоваться им при устной беседе. Беседа занимает 7-15 минут. По готовности к ответу первого студента к выбору билета вызывается следующий студент. Ответ без подготовки оценивается дополнительными 3 баллами. Пользование собственными конспектами оценивается минус 5 баллов. Билет не возвращается в стопку билетов. Некоторые вопросы в билетах дублируются процент повторений 10 %. При не готовности студента через 20 минут к ответу карается снижением 1 балла за каждую дополнительную минуту.

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ**  
**2020 / 2021 учебный год**

ОЦЕНКИ			Дисциплина <i>Оборудование производств редких элементов</i>	Лекции	40	час.
% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке		Практ. занятия	16	час.
90% ÷ 100%	36 ÷ 40	«Отлично»	по направлению <u>18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики</u>	Лаб. занятия	40	час.
70% ÷ 89%	28 ÷ 35	«Хорошо»		<b>Всего ауд. работа</b>	96	час.
55% ÷ 69%	22 ÷ 27	«Удовл.»		СРС	120	час.
0% ÷ 54%	0 ÷ 21	«Неудовл.»		<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>час.</b>
					<b>6</b>	<b>з.е.</b>

**Результаты обучения по дисциплине «Оборудование производств редких элементов»:**

№ п/п	Результат
РД-1	Знать принципы разработки новых технологических схем на основе результатов моделирования процессов и аппаратов
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
РД3	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

**Оценочные мероприятия:**

Оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
<b>Текущий контроль:</b>			<b>60</b>
<b>ТК1</b>	Контрольная работа	2	21
<b>ТК2</b>	Защита отчета по лабораторной работе	8	24
<b>ТК3</b>	Индивидуальное домашнее задание	3	15
<b>Промежуточная аттестация:</b>			<b>40</b>
<b>ПА1</b>	Экзамен	1	40
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		РД-2	Лекция 1. Предмет и задачи курса. Факторы, влияющие на конструкции аппаратов и машин, их эксплуатацию. Трубопроводы и арматура.	2				ОСН3		
		РД-3	Лабораторная работа 1. Исследование процесса дозирования порошкообразных материалов.	4		ТК2	3		ЭР 8	
		РД-2	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Выполнение индивидуального домашнего задания №1.		10	ТК3	5		ЭР 9	
2		РД-3	Лекция 2. Рудное сырье и оборудование для его переработки.	2				ОСН1		
		РД-3	Практическое занятие 1. Расчет угла захвата и производительности щековой дробилки	2				ОСН1		
		РД-3	Лекция 3. Транспортировка, хранение, дозировка сыпучих материалов. Бункера и затворы.	2				ОСН2	ЭР 11	
		РД-3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к лабораторной работе.		2				ЭР 4	
3		РД-3	Лекция 4. Крупное и среднее дробление, классификация и измельчение, оборудование для осуществления этих процессов.	2				ОСН1		
		РД-3	Лабораторная работа 2. Определение удельной поверхности порошкообразных материалов.	4		ТК2	2		ЭР 4	
		РД-3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Выполнение индивидуального домашнего задания №2.		10	ТК3	5		ЭР 10	
4		РД-3	Лекция 5. Обогащение руд, методы обогащения по физико-механическим свойствам.	2				ОСН1		
		РД-3	Практическое занятие 2. Расчет оптимального числа оборотов подвижного конуса и производительности конусной дробилки.	2				ОСН2		
		РД-3	Лекция 6. Обогащение руд, методы обогащения по физико-химическим свойствам. Химическое обогащение.	2				ОСН1		
		РД-3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к лабораторной работе.		12				ЭР 4	
5		РД-1	Лекция 7. Выщелачивание и растворение, классификация выщелачивания, скорость процесса.	2				ДОП 1		
		РД-3	Лабораторная работа 2. Определение удельной поверхности порошкообразных материалов.	2		ТК2	1		ЭР 4	
		РД-3	Лабораторная работа 3. Определение гранулометрического состава дисперсных материалов.	2		ТК2	1,5		ЭР 2	
		РД-3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Выполнение индивидуального домашнего задания №3.		10	ТК3	5		ЭР 11	
6		РД-1	Лекция 8. Аппаратурное оформление процессов выщелачивания и растворения, простые аппараты.	2				ДОП 2		
		РД-3	Практическое занятие 3. Расчет валковой дробилки (соотношения диаметров валков и кусков руды).	2				ОСН2		
		РД-1	Лекция 9. Интенсификация процессов выщелачивания, способы реализации и аппаратурное оформление.	2				ДОП 2		
		РД-3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к лабораторной работе.		2				ЭР 2	
7		РД-1	Лекция 10. Ионнообменная сорбция, области применения, классификация сорбентов, основные понятия и определения.	2				ОСН 2		
		РД-3	Лабораторная работа 3. Определение гранулометрического состава дисперсных материалов.	2		ТК2	1,5	ОСН 2	ЭР 2	
		РД-1	Лабораторная работа 4. Подготовка руды к процессу выщелачивания.	2		ТК2	1,5		ЭР 6	
		РД-1	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к контрольной работе.		5			ОСН 2		
8		РД-1	Лекция 11. Кинетика и динамика ионного обмена, каскады ионообменных аппаратов.	2				ДОП 2		

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видеоресурсы
		РД-3	Практическое занятие 4. Расчет оптимального числа оборотов барабана шаровой мельницы.	2				ДОП 3		
		РД-1	Лекция 12. Классификация ионообменного оборудования, конструкция основных типов аппаратов.	2				ДОП 4		
		РД-3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к контрольной работе.		5			ОСН 3		
		РД-1 РД-3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к оценивающим мероприятиям		2			ОСН1		
9			<b>Конференц-неделя 1</b>							
			<b>Контрольная работа 1</b>			ТК1	11	ДОП 2		
			<b>Всего по контрольной точке (аттестации) 1</b>	<b>48</b>	<b>58</b>		<b>43,5</b>			
10		РД-1	Лекция 13. Общая характеристика, области применения, классификация экстрагентов, основные понятия и определения, схемы экстракционных процессов.	2				ДОП 1		
		РД-3	Лабораторная работа 4. Подготовка руды к процессу выщелачивания.	2		ТК2	1,5	ОСН 2	ЭР 6	
		РД-3	Лабораторная работа 5. Исследование процесса осаждения твердых частиц в жидкостях под действием силы тяжести	2		ТК2	1		ЭР 5	
		РД-1	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к лабораторной работе		6				ЭР 5	
11		РД-1	Лекция 14. Аппаратурное оформление процессов экстракции и экстракционные каскады.	2				ДОП 3		
		РД-1	Практическое занятие 5. Расчет скоростей осаждения твердых частиц различного размера в жидкостях и газах.	2				ОСН2		
		РД-3	Лабораторная работа 5. Исследование процесса осаждения твердых частиц в жидкостях под действием силы тяжести	2		ТК2	1		ЭР 5	
		РД-1	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к лабораторным работам		6				ЭР 5	
12		РД-2	Лекция 15. Сушка, основные понятия и определения, аппаратурное оформление процесса сушки.	2				ОСН1		
		РД-3	Лабораторная работа 5. Исследование процесса осаждения твердых частиц в жидкостях под действием силы тяжести	2		ТК2	1		ЭР 5	
		РД-3	Лабораторная работа 6. Выделение ильменитового концентрата методом магнитной сепарации.	2		ТК2	1		ЭР 1	
		РД-1	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к лабораторной работе		10			ОСН 2	ЭР 1	
13		РД-2	Лекция 16. Перемешиваемый слой, характеристика трубчатых и шнековых реакторов.	2				ДОП 2		
		РД-3	Практическое занятие 6. Расчет времени осаждения твердых частиц в отстойниках.	2				ОСН 3		
		РД-3	Лабораторная работа 6. Выделение ильменитового концентрата методом магнитной сепарации.	2		ТК2	1		ЭР 1	
		РД-3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к лабораторным работам		10					
14		РД-2	Лекция 17. Процессы в кипящем слое, расчет псевдоожижения.	2				ДОП 2		
		РД-3	Лабораторная работа 6. Выделение ильменитового концентрата методом магнитной сепарации.	2		ТК2	1		ЭР 1	
		РД-1	Лабораторная работа 7. Разделение гетерогенных систем в поле центробежных сил.	2		ТК2	1		ЭР 7	
		РД-1	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к лабораторной работе		5					
15		РД-2	Лекция 18. Аппаратурное оформление процессов в кипящем слое.	2				ДОП 3		
		РД-1	Практическое занятие 7. Способы выщелачивания руд. Расчет агитаторов, чанов и пачуков. Расчет перемешивающих устройств.	2				ДОП 4		
		РД-1	Лабораторная работа 7. Разделение гетерогенных систем в поле центробежных сил.	2		ТК2	1	ОСН 2	ЭР 7	

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видеоресурсы
		РД-1	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к лабораторным работам		5				ЭР 7	
16		РД-2	Лекция 19. Процессы в пламени и в плазме, характеристики и применимость, аппаратное оформление.	2				ДОП 2		
		РД-1	Лабораторная работа 7. Разделение гетерогенных систем в поле центробежных сил.	2		ТК2	1		ЭР 7	
		РД-2	Лабораторная работа 8. Определение размера пор фильтрующего элемента.	2		ТК2	1,5		ЭР 3	
		РД-2	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к контрольной работе		8				ЭР 3	
17		РД-1	Лекция 20. Теория процесса плавки, рафинировка металлов переплавкой, аппаратное оформление.	2				ДОП 2		
		РД-1	Практическое занятие 8. Расчет экстракторов, сорбционных аппаратов. Расчет регенерирующих аппаратов.	2				ОСН2		
		РД-2	Лабораторная работа 8. Определение размера пор фильтрующего элемента.	2		ТК2	1,5		ЭР 4	
		РД-1	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к контрольной работе		10			ОСН 2		
		РД-1 РД-2	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента: Подготовка к оценивающим мероприятиям		2				Все ЭР	
18			<b>Конференц-неделя 2</b>							
			<b>Контрольная работа 2</b>			ТК1	10		Все ЭР	
			<b>Всего по контрольной точке (аттестации) 2</b>	<b>48</b>	<b>62</b>		<b>60/100</b>			
			<b>Экзамен</b>			ПА1	<b>40/0</b>			
			<b>Общий объем работы по дисциплине</b>	<b>96</b>	<b>120</b>		<b>100</b>			

### Информационное обеспечение:

№ (код)	Основная учебная литература (ОСН)	№ (код)	Название электронного ресурса (ЭР)	Адрес ресурса
ОСН1	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 : электронный // URL: <a href="http://hemsintez24.ru/d/aynshteyn_obshchiy_kurs_protsestsoy_i_apparatov_khimicheskoy_promyshlennosti_t2.7z">http://hemsintez24.ru/d/aynshteyn_obshchiy_kurs_protsestsoy_i_apparatov_khimicheskoy_promyshlennosti_t2.7z</a> .	ЭР 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.	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA_NTAEV/Training/Tab4/LR1.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA_NTAEV/Training/Tab4/LR1.pdf</a>
ОСН2	Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. - Калуга: изд-во Н. Бочкаревой, 2002 - 1017 с. Текст : электронный // URL: <a href="http://www.fptl.ru/biblioteka/paht/timonin_2.rar">http://www.fptl.ru/biblioteka/paht/timonin_2.rar</a> .	ЭР 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	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA_NTAEV/Training/Tab4/LR2.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA_NTAEV/Training/Tab4/LR2.pdf</a>

			политехнического университета, 2014. – 12 с.	
ОСНЗ	Маслов, Александр Антонович. Технология урана : учебное пособие / А. А. Маслов, Г. В. Каляцкая, Г. Н. Амелина; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2007. — 97 с.: ил. — Учебники Томского политехнического университета. — Библиогр.: с. 96.. — Текст : непосредственный.	ЭР 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.	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR3.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR3.pdf</a>
№ (код)	<b>Дополнительная учебная литература (ДОП)</b>			
ДОП 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/47417">https://e.lanbook.com/book/47417</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭР 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.	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR4.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR4.pdf</a>
ДОП 2	Вольдман, Григорий Маркович. Теория гидрометаллургических процессов : учебное пособие для вузов / Г. М. Вольдман, А. Н. Зеликман. – Москва: Интермет Инжиниринг, 2003. – 464 с.: ил.– Текст : непосредственный.	ЭР 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.	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR5.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR5.pdf</a>
ДОПЗ	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.	ЭР 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.	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR6.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR6.pdf</a>
ДОП 4	Основы проектирования химических производств: учебник для вузов / В. И. Косинцев, А.И. Михайличенко, Н.С.	ЭР 7	Разделение гетерогенных систем в поле центробежных сил: методические указания к	<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR7.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKA NTAEV/Training/Tab4/LR7.pdf</a>

	<p>Крашенинникова [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. А. И. Михайличенко. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва: Академкнига, 2010. – URL: <a href="http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2011/m04.pdf">http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2011/m04.pdf</a>(дата обращения: 02.03.2018). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. – Текст электронный.</p>	<p>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.</p>	
		<p>ЭР 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.</p>	<p><a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKANNTAEV/Training/Tab4/LR8.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKANNTAEV/Training/Tab4/LR8.pdf</a></p>
		<p>ЭР 9 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.</p>	<p><a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKANNTAEV/Training/Tab4/PnevmoTr.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKANNTAEV/Training/Tab4/PnevmoTr.pdf</a></p>
		<p>ЭР 10 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.</p>	<p><a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKANNTAEV/Training/Tab4/LentaTr.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKANNTAEV/Training/Tab4/LentaTr.pdf</a></p>
		<p>ЭР 11 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</p>	<p><a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKANNTAEV/Training/Tab4/Snack.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AKANNTAEV/Training/Tab4/Snack.pdf</a></p>

	А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 16 с.	
--	---	--

Согласовано:  
Заведующий кафедрой - руководитель отделения  
на правах кафедры,  
д.т.н, профессор

«25» июня 2020 г.



Горюнов А.Г.