

Министерство просвещения РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Глазовский государственный инженерно-педагогический университет  
имени В.Г. Короленко»

Утверждена  
на заседании ученого совета университета

«21» апреля 2025 г. протокол № 9  
Приказ № 45 от 21.04.2025

Я.А. Чиговская-Назарова

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПИРО- И ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Уровень основной профессиональной образовательной программы	Бакалавриат
Направление подготовки	22.03.02 Metallurgy
Направленность (профиль)	Технология материалов
Форма обучения	Очная
Семестр(ы)	4, 5, 6

Глазов 2025

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

### 1.1. Цель и задачи изучения дисциплины

**Цель изучения дисциплины** формирование компетенций у обучающихся, связанных со способностью принимать на основе анализа решения о корректировке параметров технологических процессов и режимов работы агрегатов с учетом информации от подчиненных специалистов, принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии, решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств.

#### **Задачи изучения дисциплины**

Сформировать знания о типах оборудования и типовые режимы его работы, об эффективных и безопасных средствах и технологий, современные информационные о технологии и прикладных аппаратно-программных средствах в области основ пиро- и гидрометаллургического производства.

Сформировать умения проводить корректировку параметров технологического процесса, выбрать и принять обоснованные технические решения, использовать прикладные аппаратно-программные средства при решении научно-исследовательских задач в области основ пиро- и гидрометаллургического производства.

Сформировать владение навыками принятия решений о корректировке режимов процессов и работы агрегатов, решения стандартных задач профессиональной деятельности, выбирая эффективные и безопасные технические средства и технологии, методиками и методами научных исследований в области основ пиро- и гидрометаллургического производства.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	ОПК-5
Формулировка компетенции	Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств
Индикатор достижения компетенции	ОПК-5.1 Знает современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства. ОПК-5.2 Умеет использовать прикладные аппаратно-программные средства при решении научно-исследовательских задач ОПК-5.3 Владеет методиками и методами научных исследований

Код компетенции	ОПК-6
Формулировка компетенции	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
Индикатор достижения компетенции	ОПК-6.1 Знает эффективные и безопасные средства и технологии ОПК-6.2 Умеет выбрать и принять обоснованные технические решения ОПК-6.3 Владеет навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности, выбирая эффективные и безопасные технические средства и технологии

Код компетенции	ПК-2
Формулировка компетенции	Способен принимать на основе анализа решения о корректировке параметров технологических процессов и режимов работы агрегатов с учетом информации от подчиненных специалистов
Индикатор достижения компетенции	ПК-2.1 Знает типы оборудования и типовые режимы его работы ПК-2.2 Умеет проводить корректировку параметров технологического процесса ПК-2.3 Владеет навыками принятия решений о корректировке режимов процессов и работы агрегатов

### 1.3. Воспитательная работа

Направление воспитательной работы	Типы задач	Формы работы
формирование у обучающихся осознания социальной значимости своей будущей профессии, мотивации к осуществлению профессиональной деятельности	научно-исследовательский, технологический	включение в социокультурную среду путем формирования у студентов практических умений и навыков в рамках профессиональной деятельности
научно-исследовательская работа обучающихся	научно-исследовательский, технологический	исследовательская деятельность студентов (выступление с докладом)

### 1.4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Основы пиро- и гидрометаллургического производства" относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

### 1.5. Особенности реализации дисциплины

Дисциплина реализуется на русском языке.

## 2. Объем дисциплины

Вид учебной работы по семестрам	Всего, зачетных единиц	Академ. часы	Из них в форме практической подготовки
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	
<b>СЕМЕСТР 4</b>			
Контактная работа с преподавателем:			
Аудиторные занятия (всего)		36	
Занятия лекционного типа		16	
Лабораторные работы		-	
Занятия семинарского типа		-	
Практические занятия		16	
КСР		4	

Самостоятельная работа обучающихся		36	
Вид промежуточной аттестации: Зачет		0	
<b>СЕМЕСТР 5</b>			
Контактная работа с преподавателем:			
Аудиторные занятия (всего)		54	
Занятия лекционного типа		18	
Лабораторные работы		-	
Занятия семинарского типа		-	
Практические занятия		32	
КСР		4	
Самостоятельная работа обучающихся		54	
Вид промежуточной аттестации: Экзамен		0	
<b>СЕМЕСТР 6</b>			
Контактная работа с преподавателем:			
Аудиторные занятия (всего)		36	
Занятия лекционного типа		16	
Лабораторные работы		-	
Занятия семинарского типа		-	
Практические занятия		16	
КСР		4	
Самостоятельная работа обучающихся		36	
Вид промежуточной аттестации: Зачет с оценкой		0	

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Разделы и темы дисциплины Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)						
		всего	ауд	лекц	пр	лаб	КСР	СРС
Семестр 4								
1	Введение в курс. Основные принципы получения металлов.	16	6	4	2			10
1.1	Классификация металлов. Основные методы получения металлов в зависимости от их положения в периодической системе.	7	3	1	2			4
1.2	Понятие пиро- и гидрометаллургии. Области применения, преимущества и недостатки.	5	1	1				4
1.3	Понятие об основных типах пиро- и гидрометаллургических процессов.	4	2	2				2
2	Основы термодинамики металлургических систем	20	10	6	4			10

2.1	Основные термодинамические характеристики процесса, условия протекания процесса.	6	2	2				4
2.2	Расчет теплового эффекта процесса. Определение термодинамических величин химической реакции в интервале температур.	6	4	2	2			2
2.3	Термодинамика основных физико-химических процессов пирометаллургии (диссоциации химических соединений, процессов окисления металлов и сульфидов, восстановления оксидов).	8	4	2	2			4
3	Кинетика металлургических процессов	10	6	2	2		2	4
3.1	Стадии и механизмы физико-химических процессов.	3	1	1				2
3.2	Приёмы интенсификации физико-химических взаимодействий и их применение в пирометаллургических процессах.	7	5	1	2		2	2
4	Производство чугуна и стали.	26	14	4	8		2	12
4.1	Физико-химические основы процессов получения чугуна и стали.	5	3	1	2			2
4.2	Доменный процесс: устройство домны, шихта, общая схема и химические процессы при получении чугуна, основные восстановители.	9	5	1	4			4
4.3	Сталеплавильное производство: принципиальные основы и отличия от доменного процесса, преимущества и недостатки мартеновского и кислородно-конверторного способов, электроплавка.	12	6	2	2		2	6
<b>Зачет</b>		<b>0</b>						
<b>Всего по семестру</b>		<b>72</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>36</b>
<b>Семестр 5</b>								
5	Пирохимические процессы в производстве циркония	34	16	6	10			18
5.1	Сырьевая база. Методы вскрытия концентрата. Вскрытие во фторидных расплавах. Хлорирование.	8	2	2				6
5.2	Очистка тетрахлорида циркония от гафния методом экстрактивной ректификации, солевая очистка от примесей, абсорбционная очистка от алюминия.	14	8	2	6			6
5.3	Получение металлического циркония. Магнито-термическое восстановление тетрахлорида. Электролитическое получение. Иодидное рафинирование.	12	6	2	4			6

6	Пирохимические процессы в производстве кальция	26	14	4	8		2	12
6.1	Электролитическое получение кальция	12	6	2	4			6
6.2	Выделение кальция методом дистилляции.	14	8	2	4		2	6
7	Гидрометаллургические процессы в цветной металлургии.	48	24	8	14		2	24
7.1	Принципы и преимущества гидрометаллургической переработки. Основные этапы гидрометаллургической переработки сырья.	14	6	2	4			8
7.2	Массообменные процессы в гидрометаллургии. Способы выражения состава фаз. Уравнение массопередачи. Кинетика массообмена.	18	10	4	6			8
7.3	Подготовка материала к переделу. Выщелачивание и способы его осуществления. Термодинамика растворения. Кинетика растворения. Методы интенсификации процесса.	16	8	2	4		2	8
<b>Экзамен</b>		<b>0</b>						
<b>Всего по семестру</b>		<b>108</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>54</b>
<b>Семестр 6</b>								
8	Жидкостная экстракция	18	8	4	4			10
8.1	Назначение и области применения экстракции. Основные количественные характеристики процесса экстракции при извлечении и разделении металлов	3	1	1				2
8.2	Закономерности экстракции. Материальный баланс процесса экстракции. Кинетика экстракции. Основные типы экстракторов.	8	4	2	2			4
8.3	Экстракция урана трибутилфосфатом. Экстракционное разделение циркония и гафния.	7	3	1	2			4
9	Ионный обмен с использованием органических смол	18	8	4	4			10
9.1	Назначение и области применения ионного обмена. Типы ионообменных смол, их основные свойства.	8	4	2	2			4
9.2	Закономерности сорбции и десорбции. Материальный баланс процесса сорбции. Селективность ионного обмена. Кинетика ионного обмена.	5	3	1	2			2
9.3	Сорбционное извлечение урана.	5	1	1				4
10	Выделение металлов и их соединений из растворов.	20	12	6	4		2	8
10.1	Осаждение малорастворимых соединений. Растворимость и	6	4	2	2			2

	произведение растворимости. Условия осаждения гидроксидов металлов.							
10.2	Процессы кристаллизации из растворов. Зависимость растворимости от температуры и состава растворов. Кинетика кристаллизации.	8	4	2	2			4
10.3	Очистка циркония от гафния методом дробной перекристаллизации. Осаждение гидроксида циркония из растворов.	6	4	2			2	2
11	Гидро- и пирохимические процессы в технологии урана	16	8	2	4		2	8
11.1	Гидрометаллургическая схема получения тетрафторида урана. Растворение исходного сырья, аффинаж, осаждение тетрафторида, очистка сточных вод.	7	3	1	2			4
11.2	Кальцийтермическое получение металлического урана.	9	5	1	2		2	4
<b>Всего по семестру</b>		<b>72</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>36</b>
<b>Зачет с оценкой</b>		<b>0</b>						
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>252</b>	<b>126</b>	<b>50</b>	<b>64</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>126</b>

### 3.2. Занятия лекционного типа

#### СЕМЕСТР 4

##### Лекция 1

Тема: Введение в курс. Основные принципы получения металлов.

Краткая аннотация к лекции.

Роль металлургии в экономике и жизни общества. Краткая историческая справка по развитию металлургии. Общая характеристика металлов. Классификация металлов по положению в периодической системе, по распространению в природе, по физическим и химическим свойствам. Основные методы получения металлов: методы восстановления, основные восстановители, электролиз. Понятие пиро- и гидрометаллургии.

##### Лекция 2

Тема: Введение в курс. Основные принципы получения металлов.

Краткая аннотация к лекции.

Области применения пиро- и гидрометаллургии, их преимущества и недостатки. Понятие об основных типах пирометаллургических процессов: обжиг, спекание, сплавление, восстановительная плавка, металлотермия, электролиз расплавов. Понятие об основных типах гидрометаллургических процессов: выщелачивание, растворение, экстракция, сорбция, осаждение, электролиз расплавов.

##### Лекция 3.

Тема: Основы термодинамики металлургических систем.

Краткая аннотация к лекции.

Основы химической термодинамики: открытая и закрытая система, 1-й и 2-й законы термодинамики. Основные термодинамические характеристики процесса: внутренняя энергия, работа, энтальпия, энтропия. Условия протекания процесса: свободная энергия Гиббса и Гельмгольца, объединенный 1-й и 2-й закон термодинамики, термодинамические критерии протекания процесса. Химическое равновесие, константа равновесия, изотерма Вант-Гоффа. Принцип Ле-Шателье. Фазовое равновесие, правило фаз Гиббса.

#### Лекция 4.

Тема: Основы термодинамики металлургических систем – применение законов термодинамики в металлургии.

Краткая аннотация к лекции.

Расчет теплового эффекта процесса, экзо- и эндотермические процессы, закон Гесса. Энтальпия образования, энтальпия окисления. Расчет изменения энтропии процесса.

Стандартные термодинамические функции. Изменение термодинамических величин при изменении температуры.

#### Лекция 5.

Тема: Основы термодинамики металлургических систем – применение законов термодинамики в металлургии.

Краткая аннотация к лекции.

Расчет изменения свободной энергии процесса, определения направления протекания процесса (возможности протекания процесса). Расчет константы равновесия по изменению свободной энергии. Термодинамика основных физико-химических процессов пирометаллургии: диссоциация химических соединений, окисление металлов и сульфидов, восстановление оксидов.

#### Лекция 6.

Тема: Кинетика металлургических процессов

Краткая аннотация к лекции.

Стадии и механизмы физико-химических процессов. Приёмы интенсификации физико-химических взаимодействий и их применение в пирометаллургических процессах.

#### Лекция 7.

Тема: Производство чугуна и стали.

Краткая аннотация к лекции

Физико-химические основы процессов получения чугуна и стали. Доменный процесс: устройство домны, шихта, общая схема и химические процессы при получении чугуна, основные восстановители.

#### Лекция 8.

Тема: Производство чугуна и стали.

Краткая аннотация к лекции

Сталеплавильное производство: принципиальные основы и отличия от доменного процесса, преимущества и недостатки мартеновского и кислородно-конверторного способов, электроплавка.

### СЕМЕСТР 5

#### Лекция 1 .

Тема: Пирохимические процессы в производстве циркония

Краткая аннотация к лекции.

Сырьевая база. Методы вскрытия концентрата. Вскрытие во фторидных расплавах. Хлорирование. Очистка тетрахлорида циркония от гафния методом экстрактивной ректификации, солевая очистка от примесей, абсорбционная очистка от алюминия. Получение металлического циркония. Магнетермическое восстановление тетрахлорида. Электролитическое получение. Иодидное рафинирование.



## Лекция 2.

Тема: Пирохимические процессы в производстве циркония

Краткая аннотация к лекции.

Сырьевая база: основные минералы циркония, их распространение. Методы вскрытия концентратов: вскрытие во фторидных расплавах, хлорирование в расплаве и кипящем слое. Очистка тетрахлорида циркония: солевая очистка от примесей, очистка от гафния методом экстрактивной ректификации, абсорбционная очистка от алюминия.

## Лекция 3.

Тема: Пирохимические процессы в производстве циркония

Краткая аннотация к лекции.

Получение металлического циркония: магнетермическое восстановление тетрахлорида циркония, электролиз фторцирканата калия. Очистка от примесей методом иодидного рафинирования.

## Лекция 4.

Тема: Пирохимические процессы в производстве кальция

Краткая аннотация к лекции.

Электролитическое получение кальция. Выделение кальция методом дистилляции.

## Лекция 5.

Тема: Пирохимические процессы в производстве кальция

Краткая аннотация к лекции.

Физико-химические свойства электролитов на основе хлоридов кальция и натрия. Принцип работы электролизеров, конструкции электродов. Режимы электролиза: температура, плотность тока, продолжительность. Процессы термического восстановления. Вторичные процессы и финишная обработка

## Лекция 6-7.

Тема: Гидрометаллургические процессы в цветной металлургии.

Краткая аннотация к лекции

Принципы и преимущества гидрометаллургической переработки. Основные этапы гидрометаллургической переработки сырья. Массообменные процессы в гидрометаллургии. Способы выражения состава фаз.

## Лекция 8-9

Тема: Гидрометаллургические процессы в цветной металлургии.

Краткая аннотация к лекции

Уравнение массопередачи. Кинетика массообмена. Подготовка материала к переделу. Выщелачивание и способы его осуществления. Термодинамика растворения. Кинетика растворения. Методы интенсификации процесса

## СЕМЕСТР 6

### Лекция 1-2

Тема: Жидкостная экстракция

Краткая аннотация к лекции.

Общие характеристики процесса гидрометаллургической переработки сырья, основные этапы процесса от рудного концентрата до металла.

Основные закономерности процесса массообмена: массоперенос, закон массообмена, движущая сила процесса. Способы выражения состава фаз. Массообменные процессы в гидрометаллургии. Уравнение массопередачи. Кинетика массообмена. Подготовка материала к переделу. Выщелачивание и способы его осуществления. Термодинамика растворения. Кинетика растворения. Методы интенсификации процесса.

#### Лекция 3

Тема: Ионный обмен с использованием органических смол

Краткая аннотация к лекции.

Назначение и области применения ионного обмена. Типы ионообменных смол, их основные свойства. Закономерности сорбции и десорбции.

#### Лекция 4

Тема: Ионный обмен с использованием органических смол

Краткая аннотация к лекции.

Материальный баланс процесса сорбции. Селективность ионного обмена. Кинетика ионного обмена. Сорбционное извлечение урана.

#### Лекция 5.

Тема: Выделение металлов и их соединений из растворов.

Краткая аннотация к лекции.

Осаждение малорастворимых соединений. Растворимость и произведение растворимости. Условия осаждения гидроксидов металлов. Процессы кристаллизации из растворов.

#### Лекция 6.

Тема: Выделение металлов и их соединений из растворов.

Краткая аннотация к лекции.

Зависимость растворимости от температуры и состава растворов. Кинетика кристаллизации.

#### Лекция 7.

Тема: Выделение металлов и их соединений из растворов.

Краткая аннотация к лекции.

Очистка циркония от гафния методом дробной перекристаллизации. Осаждение гидроксида циркония из растворов.

#### Лекция 8.

Тема: Гидро- и пирохимические процессы в технологии урана

Краткая аннотация к лекции.

Гидрометаллургическая схема получения тетрафторида урана. Растворение исходного сырья, аффинаж, осаждение тетрафторида, очистка сточных вод. Кальцийтермическое получение металлического урана.

### 3.3. Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены

### 3.4. Практические занятия

#### СЕМЕСТР 4

Практическое занятие 1.

Тема: Классификация металлов.

Перечень заданий:

1. Изучите таблицу химических свойств металлов (реактивность, склонность к образованию сплавов, устойчивость к коррозии, способность образовывать комплексные соединения).
2. Заполните таблицу классификации металлов по реактивности (металлы группы IA, IIA, переходные элементы):
3. Заполните таблицу области применения каждого класса металлов.

Практическое занятие 2.

Тема: Основы термодинамики металлургических систем

Перечень заданий:

Решение задач по теме основы термодинамики металлургических систем

Практическое занятие 3.

Тема: Термодинамика основных физико- химических процессов пирометаллургии

Перечень заданий:

Решение задач по теме термодинамика основных физико- химических процессов пирометаллургии

Практическое занятие 4.

Тема: Кинетика металлургических процессов

Перечень заданий:

1. Изучить кинетику отдельных металлургических процессов.
2. Определить порядок реакции и рассчитать константы скорости.
3. Начертить графики зависимостей скоростей реакции от исследуемых переменных.

Практическое занятие 5-6.

Тема: Производство чугуна и стали

Перечень заданий:

1. Изучить основные технологические операции и оборудование, применяемые при производстве чугуна и стали доменной металлургии.
2. Составить материальный баланс доменного процесса для изготовления заданного количества чугуна.
3. Рассчитать расход кокса, флюсов и железной руды, необходимых для получения одной тонны чугуна.
4. Проанализировать соблюдение баланса массы в ходе процесса.
5. Сделать выводы о влиянии состава шихты на качество производимого чугуна.

Практическое занятие 7-8.

Тема: Производство чугуна и стали

Перечень заданий:

1. Изучить основные технологические операции и оборудование, применяемые при производстве чугуна и стали сталеплавильной металлургии.
2. Рассчитать необходимый расход технического кислорода и топлива для полного обезуглероживания заданного объёма жидкого чугуна.
3. Построить кривую изменения содержания углерода в ванне конвертера во времени.
4. Проанализировать показатели качества полученной стали

## СЕМЕСТР 5

### Практическое занятие 1.

Тема: Пирохимические процессы в производстве циркония

Перечень заданий:

1. Изучить основные стадии производственного процесса и исследовать влияние ключевых параметров на выход и чистоту продукта.
2. Рассчитать количество необходимой шихты для плавки, учитывая соотношение компонентов и потери при плавлении.
3. Сделать выводы.

### Практическое занятие 2-3

Тема: Пирохимические процессы в производстве циркония

Перечень заданий:

Решение задач по теме пирохимические процессы в производстве циркония

### Практическое занятие 4-5

Тема: Получение металлического циркония

Перечень заданий:

1. Изучить нормативную документацию по теме.
2. Заполните таблицу сравнения разных документов.
3. Оформить презентацию

### Практическое занятие 6,7

Тема: Пирохимические процессы в производстве кальция

Перечень заданий:

1. Изучить основные операции процесса производства кальция.
2. Рассчитать материальный баланс для технологического процесса производства кальция, выбрав объем выпуска и состав исходного сырья.
3. Создать компьютерную модель пирохимического процесса.
4. Рассчитать рентабельность производства кальция.
5. Вывод по работе.

### Практическое занятие 8,9

Тема: Пирохимические процессы в производстве кальция

Перечень заданий:

Решение задач по теме пирохимические процессы в производстве кальция.

### Практическое занятие 10,11

Тема: 1-й закон термодинамики. Закон Гесса.

Перечень заданий: решение задач по теме.

1. Газ, расширяясь от 10 до 16 л при постоянном давлении 101,3 кПа, поглощает 126 Дж теплоты. Определите изменение внутренней энергии газа.
2. Определить изменение внутренней энергии при испарении 50 г этанола при температуре кипения, если удельная теплота испарения его равна 857,7 Дж/г, а удельный объем пара при температуре кипения — 607 см<sup>3</sup>/г. Объемом жидкости пренебречь. Давление в системе 101,3 кПа.
3. При взаимодействии 27 г алюминия с кислородом выделяется 836,8 кДж тепла. Определите энтальпию образования оксида алюминия.
4. Вычислите тепловой эффект реакции  $4\text{NH}_3(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 6\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 4\text{NO}(\text{г})$ , используя величины стандартных энтальпий образования  $\Delta H_f^\circ$ .

5. Вычислите, сколько теплоты выделится при взаимодействии 100 г карбида кальция с водой при стандартных условиях по реакции  $\text{CaC}_2(\text{т}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{тв}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$ .

#### Практическое занятие 12,13

Тема: 2-й закон термодинамики, изменение энтропии при различных процессах.

Перечень заданий: решение задач по теме.

1. Насколько изменится энтропия в результате изотермического расширения 3 молей углекислого газа от 10 до 30 л, если начальное давление равно 1 атм.? (считать  $\text{CO}_2$  идеальным газом.).
2. Вычислите изменение энтропии при нагревании 16 кг кислорода (считая его идеальным) от 273 до 373 К при постоянном объеме.
3. Рассчитайте изменение энтропии при смешении 2 молей водорода с 3 молями азота при давлении 101,3 кПа и постоянной температуре. (Считать газы идеальными.).
4. Рассчитайте изменение энтропии для реакции  $3\text{Fe}(\text{т}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{т}) + 4\text{H}_2(\text{г})$ .
5. Рассчитайте изменение энтропии для реакции  $3\text{Mn}_2\text{O}_3(\text{т}) + 8\text{Al}(\text{т}) \rightarrow 9\text{Mn}(\text{т}) + 4\text{Al}_2\text{O}_3(\text{т})$

#### Практическое занятие 14,15

Тема: Определение направленности самопроизвольных процессов в открытых системах

Перечень заданий: решение задач по теме.

1. Используя термодинамические данные, вычислите изменение энергии Гиббса при стандартных условиях и укажите, в каком направлении будут самопроизвольно протекать реакция:  $2\text{SO}_3(\text{г}) \rightarrow 2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$
2. Используя термодинамические данные, вычислите изменение энергии Гиббса при стандартных условиях и укажите, в каком направлении будут самопроизвольно протекать реакция:  $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{г}) + 3/2\text{O}_2(\text{г})$ .
3. Пользуясь значениями  $\Delta H^0$  и  $\Delta S^0$ , вычислите  $\Delta G^0$  и укажите, в каком направлении будут самопроизвольно протекать реакция:  $\text{SiO}_2(\text{тв.}) + 4\text{HF}(\text{г}) \rightarrow \text{SiF}_4(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$  и  $\text{CaCO}_3(\text{тв.}) \rightarrow \text{CaO}(\text{тв.}) + \text{CO}_2(\text{г})$ .
4. Пользуясь значениями  $\Delta H^0$  и  $\Delta S^0$ , вычислите  $\Delta G^0$  и укажите, в каком направлении будут самопроизвольно протекать реакция:  $\text{CaCO}_3(\text{тв.}) \rightarrow \text{CaO}(\text{тв.}) + \text{CO}_2(\text{г})$ .
5. Вычислите, как изменится энергия Гиббса реакции  $\text{TiO}_2(\text{тв.}) + 2\text{C}(\text{тв.}) \rightarrow \text{Ti}(\text{тв.}) + 2\text{CO}(\text{г})$  при изменении температуры с 298 К до 1000 К.

#### Практическое занятие 16.

Тема: Гидрометаллургические процессы в цветной металлургии.

Перечень заданий:

1. Решить инженерную задачу, такую как определение толщины плёнки конденсата, вытекающего из трубопровода, или расчет скорости абсорбции углекислого газа раствором воды.
2. Сделать выводы.

#### СЕМЕСТР 6

##### Практическое занятие 1,2

Тема: Определение теплового эффекта реакции (на примере растворения металлического магния в растворе соляной кислоты)

Перечень заданий:

Определение постоянной калориметра.

Проведение эксперимента по определению теплоты растворения магния в соляной кислоте.

Построение графиков зависимости температуры от времени, расчет температурного скачка.

Расчет постоянной калориметра и мольной теплоты растворения магния.

Оформление отчета.

### Практическое занятие 3,4

Тема: Определение константы равновесия и расчет основных термодинамических величин реакции разложения карбамата аммония.

Перечень заданий:

Проведение экспериментов по определению равновесного давления продуктов диссоциации над карбаматом аммония в зависимости от температуры.

Расчет константы равновесия реакции диссоциации карбамата аммония для каждой температуры.

Построение графических зависимостей  $\lg(K_p) - 1/T$  и  $T \lg(K_p) - T$ .

Определение стандартных изменений энтальпии и энтропии реакции диссоциации и их стандартные ошибки.

Оформление отчета.

### Практическое занятие 5,6

Тема: Построение диаграммы плавкости заданной бинарной системы (на примере смеси фенол — нафталин).

Перечень заданий:

Проведение экспериментов по определению зависимости температуры в ампулах от времени охлаждения для смесей разного состава и чистых веществ.

Построение кривых охлаждения.

обработка кривых охлаждения и определить температуры начала фазовых переходов.

Построение диаграммы состояния.

Оформление отчета.

### Практическое занятие 7,8

Тема: Гидро- и пирохимические процессы в технологии урана

Перечень заданий:

Решение задач по теме гидро- и пирохимические процессы в технологии урана

## 3.5. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены

## 3.6. Контроль самостоятельной работы

### СЕМЕСТР 4

Контроль самостоятельной работы 1.

Тема: Кинетика металлургических процессов

Перечень заданий: подготовка презентации по теме.

Контроль самостоятельной работы 2.

Тема: Производство чугуна и стали

Перечень заданий: работа со справочными материалами, решение расчетных задач.

### СЕМЕСТР 5

Контроль самостоятельной работы 1.

Тема: Пирохимические процессы в производстве кальция

Перечень заданий: работа со справочными материалами, решение расчетных задач

Контроль самостоятельной работы 2.

Тема: Гидрометаллургические процессы в цветной металлургии.

Перечень заданий: работа со справочными материалами, решение расчетных задач.

## СЕМЕСТР 6

Контроль самостоятельной работы 1.

Тема: Выделение металлов и их соединений из растворов.

Перечень заданий: работа со справочными материалами, решение расчетных задач

Контроль самостоятельной работы 2.

Тема: Гидро- и пирохимические процессы в технологии урана

Перечень заданий: подготовка итогового проекта

### 3.7. Самостоятельная работа студентов

Рекомендуемые формы самостоятельной работы студентов: закрепление материала по конспекту лекции, подготовка к практическим занятиям, подготовка презентаций к докладам, подготовка к различным формам промежуточной и итоговой аттестации. Формы работы можно взять из указаний «Методические рекомендации по организации образовательного процесса при освоении дисциплины».

## 4. Фонд оценочных средств

ФОС включает оценочные средства текущего, промежуточного и поститогового контроля (Приложение 1).

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 5.1. Основная литература

1. Медведев, А. С. Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения. Оборудование гидрометаллургических процессов : учебное пособие / А. С. Медведев, П. В. Александров. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 217 с. — ISBN 978-5-906846-02-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64197.html> (дата обращения: 11.02.2025).
2. Оборудование гидрометаллургических процессов : расчет аппаратов гидрометаллургических процессов. Учебное пособие / Ю. О. Колчин, В. В. Миклушевский, Е. В. Богатырева, В. С. Стрижко ; под редакцией А. С. Медведев. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2006. — 71 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/56094.html> (дата обращения: 11.02.2025).
3. Процессы получения и обработки материалов. Теория и расчеты металлургических процессов и систем : учебное пособие / Г. В. Серов, С. Н. Падерин, Е. Н. Сидорова, Д. В. Кузнецов. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2017. — 118 с. — ISBN 978-5-906847-76-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71681.html> (дата обращения: 11.02.2025).

### 5.2. Дополнительная литература

1. Медведев, А. С. Теория гидрометаллургических процессов : сборник тестов / А. С. Медведев, Е. В. Богатырева. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2002. — 104 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106985.html> (дата обращения: 11.02.2025).
2. Падерин, С. Н. Физико-химия металлов и неметаллических материалов : учебно-методическое пособие / С. Н. Падерин, Г. В. Серов. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2007. — 94 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/56132.html> (дата обращения: 11.02.2025).
3. Получение соединений тугоплавких металлов : учебное пособие / В. С. Челноков, И. В. Блинков, В. Н. Аникин [и др.]. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 60 с. — ISBN

978-5-87623-850-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/56574.html> (дата обращения: 11.02.2025).

4. Шипельников, А. А. Основы теории металлургических расплавов : учебное пособие / А. А. Шипельников, А. Н. Роговский, В. Г. Михайлов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 129 с. — ISBN 978-5-88247-686-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55646.html> (дата обращения: 11.02.2025).

5. Электрохимический контроль и расчеты сталеплавильных процессов : монография / С. Н. Падерин, Г. В. Серов, Е. В. Шильников, А. В. Алпатов. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2011. — 284 с. — ISBN 978-5-87623-410-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/56647.html> (дата обращения: 11.02.2025).

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **6.1 Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.gpntb.ru> – Государственная публичная научно-техническая библиотека
2. <http://cyberleninka.ru> – КиберЛенинка: научная электронная библиотека
3. <http://www.tehlit.ru> - библиотека нормативно-технической литературы

### **6.2. Перечень необходимых профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Национальная электронная библиотека. Режим доступа <https://rusneb.ru>
2. Научная электронная библиотека. Режим доступа <https://www.elibrary.ru>
3. Электронно-библиотечная система «IPR BOOKS». Режим доступа <https://www.iprbookshop.ru>
4. Образовательная платформа «Юрайт». Режим доступа <https://urait.ru>
5. Информационно-образовательная программа «Росметод». Режим доступа <https://www.rosmetod.ru>

## **7. Методические указания и учебно-методическое обеспечение для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина реализуется в соответствии с указаниями «Методические рекомендации по организации образовательного процесса при освоении дисциплины», размещенными в ЭИОС университета ([eios.ggpi.org](http://eios.ggpi.org)).

Методические рекомендации для работы с инвалидами и лицами с ОВЗ размещены в ЭИОС университета ([eios.ggpi.org](http://eios.ggpi.org)).

## **8. Материально-техническая база, программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебный корпус 1, аудитории 101, 127, 231, 229.

Полный перечень материально-технической базы и программного обеспечения размещены в ЭИОС института ([eios.ggpi.org](http://eios.ggpi.org)).



## 9. Рейтинг-план оценки успеваемости студентов

Дисциплина /семестр	Объем аудиторной работы			Виды текущей аттестационной аудиторной и внеаудиторной работы	Максимальное (норматив) количество баллов	Поощрение	Штрафы	Итоговая форма отчета (мин. балл)
	лк	пр	КСР					
Основы пирометрии и гидрометаллургии / 4 семестр	16	16	4	1. Контроль посещаемости лекций 2. Контроль посещаемости практических занятий 3. Контроль самостоятельной работы  <u>Формы контрольных мероприятий</u> 1. Тест 2. Контрольная работа  <u>Компенсационные мероприятия</u> Контрольная работа	16*4=64  16*4=64  4*5=20   5 5  8	+ 3 балла за дополнение	- 3 балла за невыполнение в установленные сроки	Зачет допуска к зачету – (50%)  зачет «автоматом» – (70%)
ИТОГО					158 баллов (без компенсации)			

Дисциплина/семестр	Объем аудиторной работы				Виды текущей аттестационной аудиторной и внеаудиторной работы	Максимальное (норматив) количество баллов	Поощрение	Штрафы	Итоговая форма отчета (мин. балл)
	лк	пр	лаб	КСР					
Основы пиро- и гидрометаллургического производства /5 семестр	18	32	-	4	1. Контроль посещаемости лекций 2. Контроль посещаемости практических занятий 3. Контроль самостоятельной работы  <u>Формы контрольных мероприятий</u> 1. Тест 2. Контрольная работа <u>Компенсационные мероприятия</u> 1. Презентация по темам лабораторных работ	18 32 4*5=20  10 10  5	+ 1 балл за дополнения; + 3 балла за подготовку дополнительного дидактического материала	- 3 балла за невыполнение в установленные сроки	Экзамен  Допуск к экзамену – 25 баллов 50%  «автомат» при экзамене – 45 баллов, 90%
ИТОГО						80 (без компенсации)			

Дисциплина/семестр	Объем аудиторной работы				Виды текущей аттестационной аудиторной и внеаудиторной работы	Максимальное (норматив) количество баллов	Поощрение	Штрафы	Итоговая форма отчета (мин. балл)
	лк	пр	лаб	КСР					
Основы пиро- и гидрометаллургического производства /6 семестр	16	16	-	4	1. Контроль посещаемости лекций 2. Контроль посещаемости практических занятий 3. Контроль самостоятельной работы <u>Формы контрольных мероприятий</u> 1. Тест 2. Контрольная работа <u>Компенсационные мероприятия</u> 1. Презентация по темам лабораторных работ	16*2=32 16*2=32 4*5=20 10 10 5	+ 1 балл за дополнения; + 3 балла за подготовку дополнительного дидактического материала	- 3 балла за невыполнение в установленные сроки	Зачет с оценкой Допуск к зачету с оценкой – 25 баллов 50% «автомат» при зачете с оценкой – 45 баллов, 90%
ИТОГО						104 (без компенсации)			

**Лист регистрации изменений и дополнений к РПД**  
(фиксируются изменения и дополнения перед началом учебного года,  
при необходимости внесения изменений на следующий год –  
оформляется новый лист изменений)

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой	Дата, номер протокола заседания совета факультета. Подпись декана факультета
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОСНОВЫ ПИРО- И ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и послитогового контроля по дисциплине

1.1. Настоящий Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «Основы пиро- и гидрометаллургического производства» является неотъемлемым приложением к рабочей программе дисциплины «Основы пиро- и гидрометаллургического производства» (РПД). На данный ФОС распространяются все реквизиты утверждения, представленные в РПД по данной дисциплине.

1.2. Оценивание всех видов контроля (текущего, промежуточного, послитогового) осуществляется по 5-ти балльной шкале.

1.3. Результаты оценивания текущего контроля учитываются в рейтинге.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	ОПК-5
Формулировка компетенции	Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств
Индикатор достижения компетенции	ОПК-5.1 Знает современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства. ОПК-5.2 Умеет использовать прикладные аппаратно-программные средства при решении научно-исследовательских задач ОПК-5.3 Владеет методиками и методами научных исследований

Код компетенции	ОПК-6
Формулировка компетенции	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
Индикатор достижения компетенции	ОПК-6.1 Знает эффективные и безопасные средства и технологии ОПК-6.2 Умеет выбрать и принять обоснованные технические решения ОПК-6.3 Владеет навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности, выбирая эффективные и безопасные технические средства и технологии

Код компетенции	ПК-2
Формулировка компетенции	Способен принимать на основе анализа решения о корректировке параметров технологических процессов и

	режимов работы агрегатов с учетом информации от подчиненных специалистов
Индикатор достижения компетенции	ПК-2.1 Знает типы оборудования и типовые режимы его работы ПК-2.2 Умеет проводить корректировку параметров технологического процесса ПК-2.3 Владеет навыками принятия решений о корректировке режимов процессов и работы агрегатов

### 3. Содержание оценочных средств текущего контроля и критерии их оценивания

3.1. Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в следующих формах:

3.2. Формы текущего контроля и критерии их оценивания.

#### **Форма контроля 1 - Типовые тестовые задания**

Типовой тест 1.

Семестр 4

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3,

Время выполнения заданий: 10 минут

Критерии оценивания:

- верные ответы на 90% - 100% вопросов – «отлично»;
- верные ответы на 70% - 89 % вопросов – «хорошо»;
- верные ответы на 50% - 69% вопросов – «удовлетворительно»;
- меньше 50% ответов на вопросы – «неудовлетворительно».

1.Основной способ получения железа из руды называется...

- a) электролиз
- b) окислительный обжиг
- c) пирометаллургия
- d) гидрометаллургия

2.Процесс извлечения меди из сульфидных руд осуществляется методом...

- a) возгонки
- b) флотации
- c) цементации
- d) карботермии

3.Наиболее распространённый восстановитель при выплавке чугуна в доменном процессе — это...

- a) уголь
- b) природный газ
- c) древесный уголь
- d) водород

4.Способы разделения компонентов смеси с использованием растворителей называются...

- a) экстракционными
- b) диффузионными
- c) осаждениями
- d) кристаллизацией

5. Чистый алюминий получают путём...

- a) хлорирования
- b) алюмотермии
- c) зонной плавки
- d) электролиза расплава солей алюминия

6. Самый распространённый метод очистки золота от примесей серебра и меди называется...

- a) цианидным методом
- b) амальгамированием
- c) аффинажем
- d) ртутизацией

7. Какой металл восстанавливается непосредственно из оксида с использованием водорода?

- a) железо
- b) медь
- c) титан
- d) магний

Типовой тест 2.

Семестр 5

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

Время выполнения заданий: 10 минут

Критерии оценивания:

- верные ответы на 90% - 100% вопросов – «отлично»;
- верные ответы на 70% - 89 % вопросов – «хорошо»;
- верные ответы на 50% - 69% вопросов – «удовлетворительно»;
- меньше 50% ответов на вопросы – «неудовлетворительно».

1. Какой из перечисленных методов является основным способом выделения металлического циркония из тетрахлорида циркония ( $ZrCl_4 \cdot ZrCl_4$ )?

- A) Карботермическое восстановление
- B) Водородное восстановление
- C) Иодидный метод
- D) Алкогольный гидролиз

2. Назовите основное сырьё для получения тетрахлорида циркония ( $ZrCl_4 \cdot ZrCl_4$ ), используемого в дальнейшем для синтеза металлического циркония:

- A) Бадделеит ( $ZrO_2 \cdot ZrO_2$ )
- B) Моназит
- C) Ильменит
- D) Вольфрамит

3. Температура плавления чистого циркония приблизительно равна:

- A)  $1850^{\circ}C$   $1850^{\circ}C$
- B)  $1400^{\circ}C$   $1400^{\circ}C$
- C)  $2125^{\circ}C$   $2125^{\circ}C$
- D)  $2600^{\circ}C$   $2600^{\circ}C$

4. Какой этап пирохимического метода получения циркония заключается в реакции взаимодействия тетрахлорида циркония с алюминием или кальцием?

- A) Гидрометаллургия
- B) Карботермическое восстановление
- C) Кремнийтермия
- D) Силотермическая реакция

5. Во время процесса синтеза циркония через реакцию с водородом, образуется соединение:

- A) Оксид циркония ( $ZrO_2 \cdot ZrO_2$ )
- B) Нитрид циркония ( $ZrN \cdot ZrN$ )
- C) Карбид циркония ( $ZrC \cdot ZrC$ )
- D) Цирконий металлический ( $Zr \cdot Zr$ )

6. После окончания процесса восстановления циркония, полученный продукт подвергается очистке. Один из эффективных методов очистки циркония основан на взаимодействии с иодом. Этот метод носит название:

- A) Иодидная очистка
- B) Газовая чистка
- C) Растворение и регенерация
- D) Флотационный метод

7. Какой элемент часто добавляют в качестве легирующего компонента для улучшения механических свойств циркония?

- A) Никель
- B) Ниобий
- C) Молибден
- D) Свинец

Типовой тест 3.

Семестр 6

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ОПК-6, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3

Время выполнения заданий: 10 минут

Критерии оценивания:

- верные ответы на 90% - 100% вопросов – «отлично»;
- верные ответы на 70% - 89 % вопросов – «хорошо»;
- верные ответы на 50% - 69% вопросов – «удовлетворительно»;
- меньше 50% ответов на вопросы – «неудовлетворительно».

1. Какой фактор оказывает наибольшее влияние на эффективность экстракции?

- a) Объем органического растворителя.
- b) Давление окружающей среды.
- c) pH водного раствора.
- d) Температура помещения.

2. Почему вода и эфир образуют две отдельные фазы при смешивании?

- a) Вода тяжелее эфира.
- b) Эти жидкости имеют разные цвета.
- c) Вода и эфир обладают разными уровнями гидрофильности.
- d) Этому способствует высокая вязкость обоих растворителей.



3. Выберите правильный порядок этапов процесса жидкостной экстракции:

- a) Экстракция → Фаза разделения → Реэкстракция → Концентрирование.
- b) Реэкстракция → Экстракция → Концентрирование → Фаза разделения.
- c) Фаза разделения → Экстракция → Реэкстракция → Концентрирование.
- d) Концентрирование → Реэкстракция → Экстракция → Фаза разделения.

4. Какой основной минерал служит сырьем для производства магния?

- a) касситерит
- b) апатит
- c) доломит
- d) боксит

5. Пирометаллургический способ получения цинка включает стадию...

- a) цементации
- b) дистилляции
- c) рафинирования
- d) ректификации

6. Процесс отделения полезных минералов от пустой породы называют...

- a) обогащением
- b) агломерацией
- c) прокаливанием
- d) селективной плавкой

## **Форма контроля 2 – Типовая контрольная работа**

Типовая контрольная работа 1.

Семестр 4

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3,

Время выполнения заданий: 20 минут

Критерии оценивания:

Для получения оценки «удовлетворительно» предлагается выполнить одно задание.

Для получения оценки «хорошо» предлагается выполнить два задания.

Для получения оценки «отлично» предлагается выполнить все задания.

Задание 1. Какие факторы влияют на скорость гетерогенных реакций в металлургии?

Задание 2. Что такое диффузионная стадия и кинетическая стадия в металлургических процессах? Когда одна из них становится лимитирующей?

Задание 3. Объясните значение понятия «порядок реакции», и как определить порядок реакции экспериментальным методом.

Типовая контрольная работа 2.

Семестр 5

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

Время выполнения заданий: 20 минут

Критерии оценивания:

Для получения оценки «удовлетворительно» предлагается выполнить одно задание.

Для получения оценки «хорошо» предлагается выполнить два задания.

Для получения оценки «отлично» предлагается выполнить все задания.

Задание 1. Какие цели преследуют процедуры конверсии диоксида урана ( $\text{UO}_2$ ) в тетрафторид урана ( $\text{UF}_4$ )? Назовите используемые технологии.

Задание 2. В чём состоит суть электродугового восстановления тетрафторида урана ( $\text{UF}_4$ )? Какие продукты образуются в результате этого процесса?

Задание 3. Как проводится контроль качества сырья и промежуточных продуктов в гидро- и пирохимических процессах переработки урана?

Типовая контрольная работа 3.

Семестр 6

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ОПК-6, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3

Время выполнения заданий: 20 минут

Критерии оценивания:

Для получения оценки «удовлетворительно» предлагается выполнить одно задание.

Для получения оценки «хорошо» предлагается выполнить два задания.

Для получения оценки «отлично» предлагается выполнить все задания.

Задание 1. Опишите технологию осаждения гидроксида циркония из растворов и её роль в общей схеме очистки циркониевых материалов.

Задание 2. Приведите химические реакции, происходящие при осаждении гидроксида циркония из солянокислых растворов.

Задание 3. Объясните причины возникновения трудностей при чистовом выделении циркония вследствие близкого сходства свойств циркония и гафния.

#### **4. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации и критерии их оценивания**

4.1. Промежуточная аттестация проводится в виде: зачета (4, 6 сем.) и экзамена (5 сем.).

4.2. Содержание оценочного средства. Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ПК-2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

Примерные вопросы и задания к зачету семестр 4

1. Сформулируйте основную задачу металлургического производства.
2. Место металлов в периодической системе элементов. Их отличие от неметаллов. s-, p- и d-металлы.
3. Классификация металлов. Основные методы получения металлов в зависимости от их положения в периодической системе.
4. На какие два основных типа подразделяются металлургические процессы? Сформулируйте их отличительные черты.
5. Что такое энтальпия? Как она связана с внутренней энергией системы?
6. Что такое энтропия? Как она изменяется в различных процессах?
7. Что такое свободная энергия Гиббса? Как она связана с направлением протекания химической реакции?
8. Что такое скорость реакции? Единицы измерения скорости гомогенных и гетерогенных реакций. Лимитирующая стадия процесса.
9. Охарактеризуйте влияние температуры на скорость химической реакции. Напишите уравнение Аррениуса.

10. Перечислите основные приёмы интенсификации физико-химических процессов в пирометаллургии.
11. Перечислите основные химические реакции процессов получения чугуна и стали.

Примерные вопросы и задания к зачету семестр 6

1. Дайте краткое описание доменного процесса: устройство домы, шихта, общая схема и химические процессы при получении чугуна, основные восстановители.
2. Дайте краткое описание производства стали: принципиальные основы и отличия от доменного процесса, преимущества и недостатки мартеновского и кислородно-конверторного способов, электроплавки.
3. Назовите основные минералы циркония и методы вскрытия концентратов.
4. Дайте краткое описание процесса очистки тетраоксида циркония от гафния и других примесей.
5. Дайте краткое описание процесса получения металлического циркония магнетермическим восстановлением тетраоксида и электролитическим методом.
6. Понятие транспортной реакции. Дайте краткое описание процесса иодидного рафинирования циркония.
7. Основные понятия процесса электролиза: анод, катод, потенциал разложения, выход по току, законы Фарадея.
8. Основные понятия процесса электролитического получения кальция.
9. Основные понятия процесса дистилляции. Изменение состава жидкости и пара при дистилляции.
10. Дайте краткое описание процесса выделения кальция методом дистилляции.

Примерные вопросы к экзамену семестр 5.

1. Дайте определение гидрометаллургии. Назовите основные преимущества и недостатки гидрометаллургических процессов. Перечислите основные этапы гидрометаллургической переработки сырья.
2. Дайте определение понятию «массообменный процесс». Уравнение массопередачи. Движущая сила процесса.
3. Кинетика массообмена, способы переноса вещества. Массообмен с участием твердой фазы.
4. Перечислите основные способы выражения состава фаз (концентрации).
5. Перечислите наиболее распространенные массообменные процессы в гидрометаллургии. Дайте их краткую характеристику.
6. Опишите основы термодинамики процесса растворения. Что такое интегральная и дифференциальная теплота растворения?
7. Приведите основные характеристики процесса выщелачивания. Основные стадии выщелачивания. Какие стадии определяют скорость процесса?
8. Перечислите основные способы и оборудование для осуществления выщелачивания. Методы интенсификации процесса.
9. Основные типы растворителей в процессе выщелачивания. Факторы, влияющие на выбор растворителя.
10. Дайте описание процесса экстракции. Назначение и области применения экстракции.
11. Составьте материальный баланс процесса экстракции.
12. Перечислите основные типы экстракторов, их достоинства и недостатки.
13. Перечислите основные требования к экстрагентам.
14. Дайте краткое описание процесса экстракции уранилнитрата трибутилфосфатом.
15. Дайте краткое описание процесса экстракционного разделения циркония и гафния.
16. Дайте описание процессам сорбции и десорбции, основные закономерности.

17. Дайте описание процессу ионного обмена. Назначение и области применения ионного обмена.
18. Типы ионообменных смол. Какие требования предъявляются к ионообменным смолам?
19. Понятие селективности ионного обмена. Ряды селективности анионов и катионов.
20. Дайте краткое описание процесса сорбционного извлечения урана.
21. Сравните процессы жидкостной экстракции и ионного обмена. Какими основными преимуществами и недостатками обладает каждый из них?
22. Что такое произведение растворимости?
23. Как растворимость веществ зависит от температуры, давления, наличия других растворенных веществ?
24. Как осаждение гидроксидов металлов связано с pH раствора?
25. Охарактеризуйте кинетику процесса кристаллизации.
26. Что такое перекристаллизация и дробная перекристаллизация? Основные закономерности.
27. Дайте краткое описание процесса очистки циркония от гафния методом дробной перекристаллизации.
28. Дайте краткое описание процесса осаждения гидроксида циркония из растворов.
29. Перечислите основные виды уранового сырья, способы его переработки.
30. Дайте краткое описание гидрометаллургической схемы получения тетрафторида урана.
31. Сформулировать условия, при которых металл может быть применен для восстановления оксида другого металла?
32. Дайте краткое описание процесса кальцийтермического получения металлического урана.

#### 4.3. Критерии оценивания

Зачет выставляется по результатам рейтинга. Если обучающийся набрал недостаточное количество баллов, то он сдает зачет.

#### Шкала оценивания для зачета:

Уровни освоения индикаторов достижения компетенций	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% освоения (рейтинговая оценка)
Сформирован	Студент показал достаточно прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.	Зачтено	50-100
Не сформирован	При ответе выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.	Не зачтено	менее 50

Оценка за экзамен выставляется с учетом рейтинга. Если обучающийся набрал недостаточное количество баллов или хочет повысить оценку, то обучающийся сдает экзамен.

**Шкала оценивания для экзамена:**

Уровни освоения индикаторов в достижения компетенций	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный (высокий)	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий.	Отлично	90-100
Базовый	Продуктивная деятельность	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	Хорошо	70-89
Удовлетворительный	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретического и практического материала	Удовлетворительно	50-69
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		Неудовлетворительно	менее 50

**4.4. Методические указания по проведению процедуры промежуточной аттестации**

1. Сроки проведения процедуры оценивания: по расписанию экзаменов (зачета - на последнем занятии по предмету). Если обучающийся по результатам рейтинговой системы не набирает нужное количество баллов или желает повысить оценку, то сдает экзамен/ зачет согласно требованиям.

2. Сбор, обработка и оценивание результатов промежуточной аттестации проводится преподавателем, ведущим дисциплину.

3. Предъявление результатов оценивания осуществляется: по окончании ответа студента и фиксируется в зачетной книжке и экзаменационной ведомости.

4. При наличии письменных ответов обучающихся, полученных в ходе экзаменационной сессии, материалы хранятся в течение месяца после завершения сессии на кафедрах.

5. Порядок выполнения и защиты курсовой работы регламентирован «Положением о курсовой работе ФГБОУ ВО «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В.Г. Короленко».

6. Считать, что положительные результаты промежуточного контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования указанных компетенций и индикаторов достижения компетенций (этапов формирования компетенций).

## **5. Содержание оценочных средств для проверки сформированности компетенций и индикаторов достижения компетенций (поститоговый контроль) и критерии их оценивания**

Задания для проверки компетенции и индикаторов достижения компетенции: ПК-2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

Код компетенции	ПК-2
Формулировка компетенции	Способен принимать на основе анализа решения о корректировке параметров технологических процессов и режимов работы агрегатов с учетом информации от подчиненных специалистов
Индикатор достижения компетенции	ПК-2.1 Знает типы оборудования и типовые режимы его работы ПК-2.2 Умеет проводить корректировку параметров технологического процесса ПК-2.3 Владеет навыками принятия решений о корректировке режимов процессов и работы агрегатов

Время выполнения заданий: не более 30 минут

### **1. Задания с выбором правильного ответа:**

**1. Что обозначает величина свободной энергии Гиббса ( $\Delta G$ )( $\Delta G$ ) в металлургических системах?**

- a) Полную энергию системы
- b) Суммарную механическую работу, которую система может совершить
- c) Доступную для совершения полезной работы долю общей энергии системы
- d) Количество тепла, выделяемого или поглощаемого системой

**2. Укажите верное утверждение касательно принципа Ле Шателье-Брауна:**

- a) Система стремится сохранить равновесие, изменяя условия обратимо
- b) Внешние воздействия приводят систему к состоянию постоянного равновесия
- c) Повышение температуры смещает равновесие экзотермической реакции вправо
- d) Система противодействует внешним изменениям, стремясь восстановить равновесие

**3. Какие факторы способствуют снижению температуры начала фазового перехода в сплавах?**

- a) Возрастающая доля растворимого элемента
- b) Постоянство состава сплава
- c) Понижение давления окружающей среды
- d) Добавление инертных добавок

**4. Свободная энергия Гиббса ( $\Delta G$ )( $\Delta G$ ) уменьшается при:**

- a) Повышении температуры и понижении давления
- b) Понижении температуры и повышении давления
- c) Постоянстве температуры и давления
- d) Только при повышении температуры

**5. Что такое фазовое равновесие в металлургических системах?**

- a) Отсутствие изменений в структуре сплава при изменении температуры
  - b) Состояние, при котором существует динамическое равновесие между несколькими фазами
- Процессы плавления и затвердевания одновременно

d) Переход сплава из твердого состояния в жидкое

**6. Как изменяется свободная энергия Гиббса ( $\Delta G$ ) при переходе от стабильного состояния к нестабильному?**

a) Остается неизменной

b) Увеличивается

c) Уменьшается

d) Колеблется неопределенно

**7. Согласно второму закону термодинамики, какое направление принимает любая необратимая реакция в замкнутой системе?**

a) Всегда идет в сторону уменьшения энтропии

b) Может идти в любом направлении независимо от изменения энтропии

c) Всегда идет в сторону увеличения энтропии

d) Не зависит от направления энтропии

**8. Какой критерий термодинамически устойчивого состояния металлической системы?**

a) Минимум энергии Гиббса

b) Минимум энтальпии

c) Минимум свободной энергии Гельмгольца

d) Максимум энтропии

## **2. Задания с выбором нескольких правильных ответов:**

**9. Какие факторы оказывают значительное влияние на скорость гетерогенных реакций в металлургии?**

A) Площадь межфазной границы

B) Температура процесса

C) Размер зерна реагента

D) Толщина пленки продуктов реакции

E) Наличие загрязнений в материалах

**10. Что относится к характерным особенностям лимитирующей стадии в гетерогенных реакциях?**

A) Самая быстрая из всех последовательных стадий

B) Самое узкое звено в цепи процессов

C) Ограничивает общую скорость реакции

D) Часто связана с диффузией или адсорбцией

E) Всегда соответствует самому медленному элементарному акту

**11. Какие эффекты проявляются при увеличении температуры в металлургических реакциях?**

A) Рост скорости химической реакции

B) Увеличение подвижности атомов и молекул

C) Улучшение условий для переноса массы

D) Более быстрое достижение равновесия

E) Усиление коррозионных процессов

**12. Какие меры направлены на повышение эффективности металлургических процессов?**

A) Оптимизация геометрии реакторов

B) Интенсификация перемешивания

C) Поддержание оптимальных значений pH среды

D) Создание благоприятных температурных градиентов

E) Применение катализаторов

## **3. Задания на установление соответствия:**

**13. Установите соответствие между термодинамическим понятием и его определением:**

**Термины:**

A) Энтальпия ( $H$ )

- Б) Энтропия (S)(S)  
 В) Внутренняя энергия (U)(U)  
 Г) Свободная энергия Гиббса (G)(G)  
 Д) Стандартные условия  
 Е) Химический потенциал ( $\mu$ )( $\mu$ )

**Определения:**

1. Функция состояния системы, учитывающая суммарную энергию и работу расширения системы при постоянных давлении и температуре.
2. Показатель хаотичности или беспорядка в системе, увеличивающийся при росте температуры.
3. Общая сумма кинетической и потенциальной энергии всех частиц системы.
4. Энергия, доступная для совершения полезной работы при постоянной температуре и давлении.
5. Условия, принятые за стандартные в термодинамике: температура 298 K 298K и давление 1 атмосфера 1 атмосфера.
6. Величина, характеризующая тенденцию компонента перемещаться из одной фазы в другую, зависящая от состава и температуры.

**4.Задания с развернутым ответом:**

- 14.Опишите устройство и принцип работы доменной печи. Раскройте ключевые моменты технологического процесса производства чугуна.
- 15.Опишите последовательность основных операций, происходящих в современной кислородно-конвертерной технологии производства стали. Покажите отличия от традиционной мартеновской технологии.
- 16.Объясните разницу между чугуном и сталью с точки зрения химического состава и областей применения. Приведите примеры марок чугуна и стали

**КЛЮЧ К ЗАДАНИЯМ С ВЫБОРОМ И ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ (ПК 2)**

Номер задания	Ответ
1	с
2	d
3	a
4	b
5	b
6	b
7	с
8	a
9	A, B, C, D, E
10	B, C, D, E
11	A, B, C, D, E
12	A, B, C, D, E
13	A-1,Б-2,В-3,Г-4,Д-5,Е-6

Задания для проверки компетенции и индикаторов достижения компетенции: ОПК-6, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3

Код компетенции	ОПК-6
-----------------	-------



Формулировка компетенции	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
Индикатор достижения компетенции	ОПК-6.1 Знает эффективные и безопасные средства и технологии ОПК-6.2 Умеет выбрать и принять обоснованные технические решения ОПК-6.3 Владеет навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности, выбирая эффективные и безопасные технические средства и технологии

### **1. Задания с выбором правильного ответа:**

#### **1. Каким основным методом получают металлический кальций?**

- a) Карботермическое восстановление
- b) Пиролиз природных ископаемых
- c) Электролиз расплава хлорида кальция
- d) Гидротермическое восстановление

#### **2. Какой минерал служит основным источником для получения кальция?**

- a) Гипс
- b) Доломит
- c) Фосфорит
- d) Известняк

#### **3. Какая форма кальция получается в результате восстановления известняка?**

- a) Оксиды кальция
- b) Карбиды кальция
- c) Гидроксид кальция
- d) Моноксид кальция

#### **4. Зачем проводят предварительную подготовку известняка перед производством кальция?**

- a) Чтобы снизить точку плавления минерала
- b) Для повышения активности сырья в последующих реакциях
- c) Чтобы удалить вредные примеси
- d) Чтобы увеличить плотность минерала

#### **5. Какой аппарат используют для проведения пирохимических процессов при производстве кальция?**

- a) Автоклав
- b) Доменную печь
- c) Вагранку
- d) Электродуговую печь

#### **6. Что служит продуктом пирохимического восстановления известняка?**

- a) Готовый чистый кальций
- b) Ангидрит
- c) Портландцемент
- d) Негашеная известь

#### **7. Какую роль играет электричество в пирохимическом процессе производства кальция?**

- a) Источник освещения
- b) Средство нагрева и инициатор химических реакций
- c) Способ перемещения сырья
- d) Используется исключительно для нейтрализации примесей

#### **8. Как называется процедура удаления влаги из известняка перед проведением пирохимических процессов?**

- a) Пропарка

- b) Каустификация
- c) Декарбонизация
- d) Сушка

**2.Задания с выбором нескольких правильных ответов:**

**9.Какие процессы относят к гидрометаллургическим?**

- A) Извлечение металлов из растворов
- B) Печное выплавление металлов
- C) Селективное растворение металлов
- D) Термическое восстановление металлов
- E) Мембранное разделение растворов

**10.Какие технологии используют для концентрирования растворов металлов в гидрометаллургии?**

- A) Адсорбция
- B) Фильтрация
- C) Ионный обмен
- D) Электродиализ
- E) Центрифугирование

**11.Какие металлы традиционно перерабатывают гидрометаллургическими методами?**

- A) Золото
- B) Медь
- C) Алюминий
- D) Никель
- E) Платина

**3. Задания на установление соответствия:**

Установите соответствие между этапом жидкостной экстракции и его описанием:

**Этапы жидкостной экстракции:**

- A) Смешивание фаз
- B) Фаза разделения
- B) Промывка экстракта
- Г) Реэкстракция
- Д) Сокращение разбавленности экстракта

**Описание этапов:**

1. Объединение исходного раствора и экстрагента с последующим перемешиванием для максимального извлечения целевых компонентов.
2. Отделение полученной эмульсии на чистые слои: исходный раствор и экстрагент с целевым компонентом.
3. Последующее повторное извлечение целевого компонента из экстрагента в исходный раствор.
4. Дальнейшая очистка экстракта от нежелательных примесей.
5. Процесс возврата части растворителя для сокращения разбавленности экстракта и повышения концентрации целевого компонента.

**4. Задания с развернутым ответом**

13.Рассмотрите процесс экстракционного разделения циркония и гафния с применением трибутилфосфата (ТБФ) в качестве экстрагента. Опишите основные этапы процесса, укажите принципиальную схему экстракции, назовите необходимые реагенты и растворители.

**КЛЮЧ К ЗАДАНИЯМ С ВЫБОРОМ И ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ (ОПК 6)**

Номер	Ответ
-------	-------

задания	
1	c
2	d
3	a
4	b
5	d
6	d
7	b
8	d
9	A, C, E
10	A, C, D
11	A, B, D, E
12	A-1,Б-2,В-3,Г-4,Д-5
13	Процесс экстракционного разделения циркония (Zr) и гафния (Hf) с использованием трибутилфосфата (ТБФ) представляет собой эффективный и широко применяемый метод в гидрометаллургии редких и цветных металлов. Данный метод позволяет разделить близкородственные металлы, отличающиеся близкими свойствами, что особенно важно для последующей глубокой очистки циркония, используемого в атомной промышленности и металлургии.

Задания для проверки компетенции и индикаторов достижения компетенции: ОПК-5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

Код компетенции	ОПК-5
Формулировка компетенции	Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств
Индикатор достижения компетенции	ОПК-5.1 Знает современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства. ОПК-5.2 Умеет использовать прикладные аппаратно-программные средства при решении научно-исследовательских задач ОПК-5.3 Владеет методиками и методами научных исследований

### 1. Задания с выбором правильного ответа:

#### 1. Что представляет собой ионообменная смола?

- a) Минерал, применяемый для смягчения воды
- b) Искусственный полимер, предназначенный для избирательной абсорбции ионов
- c) Натуральный сорбент, используемый в медицине
- d) Твердый металл, применяемый в строительстве

#### 2. Какие группы органических смол выделяются по знаку заряда ионов, которые они способны захватывать?

- a) Катионообменные и анионообменные
- b) Ферментативные и ферментативно-ингибирующие
- c) Ацидофильные и базофильные
- d) Органические и минеральные

#### 3. Какой тип обмена осуществляют катионообменные смолы?

- a) Захват положительно заряженных ионов

- b) Захват отрицательно заряженных ионов
- c) Сохраняют постоянную концентрацию ионов в воде
- d) Связывают только молекулы кислорода

**4. Что происходит при регенерации ионообменной смолы?**

- a) Происходит замена захваченных ионов на исходные ионы смолы
- b) Ионообменник разрушается и подлежит замене
- c) Смолу дополнительно нагревают для усиления обмена
- d) Ничего не меняется, ионаобмен продолжается непрерывно

**5. Какие преимущества органических ионообменных смол перед традиционными материалами (например, природными минералами)?**

- a) Высокая прочность и долговечность
- b) Хорошая селективность и высокая емкость по отношению к определенным ионам
- c) Большая чувствительность к изменению температуры
- d) Незначительная разница в стоимости

**6. В каком виде чаще всего выпускают ионообменные смолы?**

- a) Гранулы
- b) Порошок
- c) Пленки
- d) Листья

**7. Каково назначение предварительной регенерации ионообменника?**

- a) Сделать ионообменник совершенно новым веществом
- b) Подготовить ионообменник к новому рабочему циклу
- c) Повысить стоимость продукта
- d) Создать препятствие для обмена ионов

**8. Какой важный параметр оценивают при определении работоспособности ионообменной смолы?**

- a) Массу смолы
- b) Рабочее пространство аппарата
- c) Емкость по обмениваемым ионам
- d) Уровень влажности смолы

**2. Задания с выбором нескольких правильных ответов:**

**9. Какие вещества используют в качестве восстановителей при гидрохимической переработке урановых руд?**

- A) Водород
- Б) Углерод
- В) Железо(II)
- Г) Натрий

**10. Укажите методы разделения элементов в гидрометаллургии урана:**

- A) Фильтрация
- Б) Экстракция растворителями
- В) Ионный обмен
- Г) Флотация

**11. Какими методами проводят очистку растворов от примесей перед выделением конечного продукта в гидропирометаллургическом процессе переработки урана?**

- А) Осаждение гидроксидами
- Б) Сорбционные методы
- В) Кристаллизация
- Г) Плазменная очистка

### 3.Задания на установление соответствия

12. Установите соответствие между методом выделения металла из раствора и его описанием:

Методы	Описание
А) Экстракция растворителем	Разделение компонентов раствора путем контакта с органическим растворителем, избирательно извлекающим целевой металл
Б) Сорбционный метод	Избирательное поглощение целевого компонента твердым адсорбентом с последующей десорбцией
В) Ионнообменный процесс	Использование смолы или мембраны с определенными функциональными группами, способствующими избирательному захвату катионов или анионов
Г) Мембранные технологии	Отделение одного или нескольких компонентов раствора через полупроницаемую мембрану под действием давления или электрического поля

13. Определите соответствие между металлом и наиболее распространенным способом его выделения из водных растворов:

Металлы	Способы выделения
1) Золото	А) Цианидный процесс
2) Никель	Б) Хлоридная технология
3) Медь	В) Карбонил-процесс
4) Серебро	Г) Электролитическое рафинирование

### 4.Задания с развернутым ответом:

14. Описать гидрометаллургическую схему получения тетрафторида урана.

### КЛЮЧ К ЗАДАНИЯМ С ВЫБОРОМ И ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ (ОПК 5)

Номер задания	Ответ
1	б
2	а
3	а

4	a
5	b
6	a
7	b
8	c
9	A,Б,В
10	Б,В
11	A,Б
12	$A \rightarrow 1, Б \rightarrow 2, В \rightarrow 3, Г \rightarrow 4$
13	$1 \rightarrow A, 2 \rightarrow Б, 3 \rightarrow Г, 4 \rightarrow В$
14	Схема представляет собой последовательность операций подготовки, химической конверсии, обогащения и конвертации оксида урана в тетрафторид, обеспечивая промышленное производство важного ядерного материала для последующих стадий ядерно-топливного цикла.

Критерии оценивания:

Каждый индикатор достижения компетенции оценивается в 10 баллов:

- Тестовое задание оценивается в 10 баллов (ответ на вопрос теста стоит 0 или 2 балла);
- Задания на соответствие оцениваются в 10 баллов (каждое оценивается 0-5 баллов)
  - 5 баллов – полностью правильно найденные соответствия;
  - 4 балла – три правильных соответствия;
  - 3 балла – два правильных соответствия;
  - 2 балла – одно правильно соответствие;
  - 1 балл – отсутствие правильных соответствий;
  - 0 баллов – не приступал к выполнению задания;
- Каждое практическое задание оценивается в 10 баллов:
  - 10 баллов - студент правильно выполнил предложенные задания на основе изученной теории, методов, приемов, технологий;
  - 8 баллов - студент способен применять полученные теоретические знания в практической деятельности, решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов, при выполнении заданий допускает незначительные ошибки;
  - 6 баллов - при выполнении задания допущены грубые ошибки;
  - 0 баллов - студент не выполнил задание.

Оценка зависит от процента выполнения всех заданий.

#### Шкала оценивания сформированности компетенции(ий) и индикатора(ов) достижения компетенции(ий)

Уровни освоения индикатора (ов) достижений компетенций	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% выполнения всех заданий
Повышенный (высокий)	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий.	Отлично	90-100

Базовый	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	Хорошо	80-89
Удовлетворительный	Изложение в пределах задач курса теоретического и практического контролируемого материала	Удовлетворительно	70-79
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	Неудовлетворительно	менее 69

Считать, что положительные результаты поститогового контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования компетенции(ий) и индикатора(ов) достижения компетенции(ий) (этапа формирования компетенции). Если обучающийся получил оценку «неудовлетворительно», то считать компетенцию не сформированной на данном этапе. При получении оценок «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» считать, что проверяемая компетенция сформирована на достаточном уровне.

*Методические указания для проверки остаточных знаний*

1. Сроки проведения процедуры оценивания: по графику деканата.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов поститогового контроля проводится преподавателем по распоряжению деканата.
3. Предъявление результатов оценивания осуществляется в течение недели после проведения контрольного мероприятия, оформляется в виде отчета и хранится в деканате в течение всего срока обучения обучающегося.