

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО  
В.Н. Бричкин**

---

**Проректор по образовательной  
деятельности доцент Д.Г. Петраков**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **МЕТОДЫ ПОСТАНОВКИ И РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	22.04.02 Металлургия
<b>Направленность (профиль):</b>	Металлургия цветных металлов
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Фокина С.Б.

**Рабочая программа дисциплины «Методы постановки и решения технологических задач» разработана:**

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки «22.04.02 Metallургия», утвержденного приказом Минобрнауки России №308 от 24 апреля 2018 г.;

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «22.04.02 Metallургия» направленность (профиль) «Metallургия цветных металлов».

Составитель \_\_\_\_\_ доцент С.Б. Фокина

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Metallургия» от 04.02.2021г., протокол № 16.**

Заведующий кафедрой metallургии \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. В.Н. Бричкин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса к.т.н. \_\_\_\_\_ Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель изучения дисциплины:

– ознакомить будущих магистров с приемами и опытом системного анализа технологических процессов в металлургии и методами реализации поставленных задач.

### Основные задачи дисциплины:

– **изучение** принципов постановки технологических задач и методов их решения; практики решения задач на примере отечественных и зарубежных производств

– **овладение** современными методиками решения технологических задач и реализации результатов научных исследований

– **формирование** навыков практического применения знаний по физике, физической и аналитической химии, основам обогащения руд, по методам производства основных цветных и редких металлов; мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области металлургии и переработки минерального сырья.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы постановки и решения технологических задач» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «22.04.02 Металлургия» и изучается в 3 семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы постановки и решения технологических задач» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1	УК-1.1. Знать методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. УК-1.2. Уметь применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации. УК-1.3. Владеть методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя знания в области моделирования, математики, естественных и прикладных наук	ПКС-4	ПКС-4.1. Знать моделирование процессов и объектов в металлургии компьютеризированными методами ПКС-4.2. Уметь связывать технологические процессы и объекты металлургического производства со свойствами металлов, сырья и расходных материалов ПКС-4.3. Владеть решением задач, связанных с моделированием состава структуры и свойств металла и процессов их формирования
Способен разрабатывать и обосновывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования	ПКС-5	ПКС-5.1. Знать возможные нарушения технологии и неисправности оборудования металлургического производства. Статистическую обработку данных ПКС-5.2. Уметь устанавливать основные требования к технологическому оборудованию. Анализировать нормативные требования, к процессам и объектам металлургического производства. Оценивать вероятность отказа работы и сокращения срока службы оборудования ПКС-5.3. Владеть выявлением возможных направлений модернизации техники и возможностей модернизации оборудования, применением методов математической статистики для анализа работоспособности технологического оборудования и устойчивости технологических процессов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
<b>Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>56</b>	<b>56</b>
Лекции	28	28
Практические занятия (ПЗ)	28	28
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СРС), в том числе:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
Подготовка к практическим занятиям	16	16
Подготовка к лабораторным работам	-	-
<b>Вид аттестации (экзамен - Э)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>ак. час</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>

## 4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. «Классификация процессов и задач цветной металлургии»	10	4	4	-	2
Раздел 2. «Характеристика задач высших диапазонов»	14	6	6	-	2
Раздел 3. «Критерии оценки технологических схем»	16	6	6	-	4
Раздел 4. «Решение задач комплексного использования сырья и предупреждения техногенного рассеяния микрокомпонентов»	16	6	6	-	4
Раздел 5. «Методы создания технологических схем переработки сырья»	16	6	6	-	4
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>16</b>

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Классификация процессов и задач цветной металлургии	Классификация процессов производства цветных металлов. Задачи первого типа: Изменение физического состояния веществ. Задачи второго типа: Синтез соединений. Задачи третьего типа: Разделение элементов. Задачи разделения элементов в однофазных системах. Задачи разделения элементов в гетерогенных системах.	4
2	Характеристика задач высших диапазонов	Задачи первого диапазона. Задачи высших диапазонов. Анализ раскрытия неопределенности постановки задачи. Причины усложнения технологических схем. Пути преодоления причин усложнения технологических схем.	6
3	Критерии оценки технологических схем	Поиск общего критерия оценки техногенеза. Обобщенный термодинамический подход. Анализ энергетических балансов металлургических процессов.	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Понятие эксергии. Проблемы компоновки технологических схем с учетом принципа минимального расхода энергии. Критерий минимума числа технологических операций при разделении элементов в гетерогенных средах. Критерий экологической чистоты.	
4	Решение задач комплексного использования сырья и предупреждения техногенного рассеяния микрокомпонентов	Малоотходные технологии. Замкнутые циклы. Проблема реагентов. Предупреждение техногенного рассеяния микрокомпонентов при больших потоках переработки сырья. Понятие о технофильности и кларке концентраций элементов. Общая схема изыскания решений попутного концентрирования сопутствующих элементов, в том числе микроэлементов.	6
5	Методы создания технологических схем переработки сырья	Общие принципы решения технологических задач высших диапазонов. Актуальность проблемы совершенствования технологии действующих предприятий и создания новых технологий. Создание контуров технологических схем. Оценка основных технологических решений. Технико-экономический анализ технологических решений.	6
<b>Итого:</b>			<b>28</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Классификация процессов и задач цветной металлургии	4
2	Раздел 2	Причины усложнения технологических задач и пути их преодоления: Анализ технологии переработки молибденовых концентратов аммиачным методом	6
3	Раздел 3	Расчет материального баланса обжига цинкового концентрата	2
4	Раздел 3	Расчет теплового баланса обжига цинкового концентрата	2
5	Раздел 3	Критерий минимума числа технологических операций при разделении элементов в гетерогенных системах	2
6	Раздел 4	Решение задач комплексного использования сырья: Малоотходные технологии. Замкнутые циклы.	3

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Проблема реагентов	
7	Раздел 4	Причины усложнения технологических схем и пути их преодоления: Анализ обжигово-электролитной технологии переработки платиносодержащих шламов	3
8	Раздел 5	Создание контуров технологических схем: Формирование и анализ вариантов технологии переработки шеелитовых концентратов	3
9	Раздел 5	Создание контуров технологических схем: Создание контуров принципиальных технологических схем переработки сульфидных медно-никелевых руд и концентратов	3
<b>Итого:</b>			<b>28</b>

**4.2.4. Лабораторные работы** – лабораторные работы не предусмотрены.

**4.2.5. Курсовые работы (проекты)** – курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В курсе дисциплины «Методы постановки и решения технологических задач» используются следующие образовательные технологии:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на практических занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Классификация процессов и задач цветной металлургии**

1. Классификация процессов производства цветных металлов.
2. Задачи первого типа: Изменение физического состояния веществ.
3. Задачи второго типа: Синтез соединений.
4. Задачи третьего типа: Разделение элементов.
5. Задачи разделения элементов в однофазных системах.
6. Задачи разделения элементов в гетерогенных системах.

#### **Раздел 2. Характеристика задач высших диапазонов**

1. Задачи первого диапазона.
2. Задачи высших диапазонов.
3. Анализ раскрытия неопределенности постановки задачи.
4. Причины усложнения технологических схем.
5. Пути преодоления причин усложнения технологических схем.

#### **Раздел 3. Критерии оценки технологических схем**

1. Поиск общего критерия оценки техногенеза.
2. Обобщенный термодинамический подход.
3. Анализ энергетических балансов металлургических процессов.
4. Понятие эксергии.
5. Проблемы компоновки технологических схем с учетом принципа минимального расхода энергии.
6. Критерий минимума числа технологических операций при разделении элементов в гетерогенных средах.
7. Критерий экологической чистоты.

#### **Раздел 4. Решение задач комплексного использования сырья и предупреждения техногенного рассеяния микрокомпонентов**

1. Малоотходные технологии.
2. Замкнутые циклы.
3. Проблема реагентов.
4. Предупреждение техногенного рассеяния микрокомпонентов при больших потоках переработки сырья.
5. Понятие о технофильности и кларке концентраций элементов.
6. Общая схема изыскания решений попутного концентрирования сопутствующих элементов, в том числе микроэлементов.

#### **Раздел 5. Методы создания технологических схем переработки сырья**

1. Общие принципы решения технологических задач высших диапазонов.
2. Актуальность проблемы совершенствования технологии действующих предприятий и создания новых технологий.
3. Создание контуров технологических схем.
4. Оценка основных технологических решений.
5. Технико-экономический анализ технологических решений.



## 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

### 6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену

1. По каким признакам проводят градацию металлургических процессов?
2. Приведите классификацию задач первого типа.
3. Приведите классификацию задач второго типа.
4. Приведите классификацию задач третьего типа.
5. К какому типу относятся задачи разделения элементов в однофазных системах?
6. К какому типу относятся задачи разделения элементов в гетерогенных системах?
7. К задачам какого подкласса относятся процессы экстракции в гидрометаллургии?
8. Какие задачи относятся к задачам первого диапазона?
9. Какие задачи относятся к задачам высших диапазонов?
10. Назовите основные причины усложнения технологических схем.
11. В чем заключается правило неопределенности постановки технологических задач?
12. Назовите классификацию полезных ископаемых по энергоемкости.
13. В чем заключается «обобщенный термодинамический подход»?
14. Что выступает крупным источником повышения экономичности переработки минерального сырья?
15. Что включает энергетический баланс металлургического процесса?
16. Какова структура типичных тепловых балансов ряда пирометаллургических процессов переработки сульфидного сырья?
17. Что такое «эксергия»?
18. С чем связаны проблемы компоновки технологических схем с учетом принципа минимального расхода энергии?
19. От каких факторов зависит число технологических операций при разделении элементов в гетерогенных средах?
20. В каких процессах эффективно реализуется разделение компонентов при использовании газовой фазы?
21. Что означает термин «безотвальная технология»? Приведите пример малоотвальной технологии.
22. Приведите пример технологии с замкнутым циклом.
23. На какие группы технологические схемы делятся по способу использования реагентов и основных материалов?
24. Что означает термин «технофильности»?
25. Дайте характеристику общей схеме изыскания решений попутного концентрирования сопутствующих элементов, в том числе микроэлементов.
26. В чем заключаются общие принципы решения технологических задач высших диапазонов?
27. Чем аппаратурно-технологическая схема отличается от технологической схемы?
28. Назовите основные принципы выбора металлургической технологии переработки природных и техногенных ресурсов.
29. Назовите пути повышения экономичности производства.
30. Как проводят технико-экономический анализ технологических решений?

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	К пирометаллургическим процессам не относится	1. обжиг; 2. плавка; 3. автоклавное выщелачивание; 4. вельцевание.
2.	К гидрометаллургическим не процессам относится	1. экстракция; 2. фьюмингование; 3. атмосферное выщелачивание; 4. автоклавное выщелачивание.
3.	Как называется технологическая схема, в которой сырье или материал подвергается однократной обработке?	1. разомкнутая; 2. замкнутая; 3. комбинированная; 4. нет правильного ответа.
4.	Какие процессы не относятся к видам технологических процессов по признаку кратности обработки сырья?	1. с разомкнутой (открытой) схемой; 2. с замкнутой (круговой, циркуляционной или циклической) схемой; 3. комбинированные (со смешанной схемой); 4. автогенные.
5.	Процессы, характеризующиеся изменением состава системы, называют	1. физические; 2. химические; 3. вакуумные; 4. высокотемпературные.
6.	Какие технологические задачи являются доминирующими в металлургии:	1. изменения физического состояния; 2. синтеза; 3. разделение элементов; 4. гомогенизации.
7.	Метод, применяемый для решения технологической задачи диспергации кусковых материалов:	1. термическая декриптация; 2. прессование; 3. порошковая металлургия; 4. грануляция.
8.	Тип абстракции как метод научного исследования:	1. обобщение; 2. синтез; 3. гипотеза; 4. идеализация.
9.	В иерархической структуре модели сложного процесса на уровне частиц малого объема учитываются:	1. явления массо- и теплопереноса; 2. особенности химической кинетики; 3. характеристики движения потоков; 4. термодинамика процесса.
10.	Взаимооднозначное соответствие между множеством элементов или объектов:	1. равенство; 2. изоморфизм; 3. логичность; 4. идеальность.
11.	Модели, представляющие многофазную систему как однородную:	1. однофазные; 2. одинарные; 3. абстрактные; 4. псевдогомогенные.
12.	Метод, применяемый для решения задачи создания градиента концентрации в пространственных координатах:	1. газовая диффузия; 2. электродиализ; 3. зонная плавка; 4. синтез.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
13.	Синоним эмпирического подхода к анализу объекта:	1. традиционный; 2. силлогический; 3. стохастический; 4. абстрактный.
14.	К технологическим задачам первого типа относят	1. изменение физического состояния веществ; 2. синтез соединений; 3. разделение элементов; 4. нет правильного ответа.
15.	Примером технологической задачи второго типа служит	1. дробление, измельчение; 2. плавление, порошковая металлургия; 3. синтез иодидов титана и циркония для их рафинирования; 4. зонная плавка и направленная кристаллизация.
16.	К какому процессу относится данная характеристика фазового состояния $\sum_{i=1}^n T_i, Ж :$	1. магнитная сепарация; 2. выщелачивание; 3. сорбция; 4. флотация.
17.	К какому процессу относится данная характеристика фазового состояния $\sum_{i=1}^n Ж_i, Г :$	1. магнитная сепарация; 2. выщелачивание; 3. дистилляция; 4. флотация.
18.	Способ приближения к равновесию в пирометаллургических процессах разделения элементов в системе «расплав-газ»?	1. диспергация газа; 2. повышение пористости материала и длительности контакта фаз; 3. перемешивание; 4. уменьшение вязкости расплава.
19.	К способам разделения элементов в системах, далеких от равновесия не относится	1. достаточный избыток осадителя; 2. оптимизация времени процесса, отвечающего равенству скоростей осаждения и растворения осадка; 3. пассивация поверхности за счет образования плотных пленок малорастворимых соединений; 4. исключение пассивация поверхности.
20.	Сопоставление прихода и расхода тепловой энергии при анализе тепловых процессов называют	1. материальный баланс; 2. тепловой баланс; 3. экологический баланс; 4. товарный баланс продуктов.

### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	К пирометаллургическим процессам не относится	1. экстракция; 2. обжиг; 3. плавка; 4. вельцевание.
2.	К гидromеталлургическим не процессам относится	1. экстракция; 2. плавка на шнейн; 3. атмосферное выщелачивание;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. автоклавное выщелачивание.
3.	Как называется технологическая схема, в которой сырье или вспомогательные материалы неоднократно возвращаются в начальную стадию процесса для повторной обработки, а иногда и регенерации?	1. разомкнутая; 2. замкнутая; 3. комбинированная; 4. нет правильного ответа.
4.	Какие процессы не относятся к видам технологических процессов по признаку кратности обработки сырья?	1. физические; 2. с разомкнутой (открытой) схемой; 3. с замкнутой (круговой, циркуляционной или циклической) схемой; 4. комбинированные (со смешанной схемой).
5.	Процессы, характеризующиеся отсутствием изменением состава системы, называют	1. физические; 2. химические; 3. вакуумные; 4. высокотемпературные.
6.	К какому подклассу технологических задач относятся процессы плавления:	1. синтез товарных продуктов; 2. получение компактных металлов и сплавов; 3. окусование; 4. диспергация.
7.	Принцип решения технологических задач высших диапазонов (создание технологических схем) при разделении элементов:	1. уменьшение диапазона решения задачи; 2. повышение уровня неопределенности задачи; 3. конкретизация задачи; 4. абстрагирование.
8.	Методика снижения неопределенности технологической задачи при создании схемы переработки минерального сырья:	1. градации; 2. «обратной связи»; 3. обобщения; 4. «прямых аналогий».
9.	Технологические задачи, относящиеся к 2-му типу:	1. изменение физического состояния; 2. синтез соединений; 3. разделение элементов; 4. изменение химической активности.
10.	С помощью какого метода анализа устанавливается существенность влияния фактора на исследуемую величину:	1. дисперсионный; 2. метод наименьших квадратов; 3. корреляционный; 4. тестовый.
11.	Метод выявления существенности факторов:	1. аксиоматичное ранжирование; 2. иерархия; 3. градация; 4. априорное ранжирование .
12.	Эксперимент, проводимый на основе статистического планирования:	1. пассивный; 2. активный; 3. статистический; 4. непрерывный.
13.	К какому типу относятся системы, в которых в одной области протекают процессы различной природы:	1. идеальные; 2. с сосредоточенными параметрами; 3. псевдопараметрические; 4. статические.
14.	К технологическим задачам второго типа относят	1. изменение физического состояния веществ; 2. синтез соединений;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. разделение элементов; 4. нет правильного ответа.
15.	Примером технологической задачи третьего типа служит	1. дробление, измельчение; 2. плавление, порошковая металлургия; 3. синтез иодидов титана и циркония для их рафинирования; 4. зонная плавка и направленная кристаллизация.
16.	К какому процессу относится данная характеристика фазового состояния $\sum_{i=1}^n T_i$ :	1. магнитная сепарация; 2. выщелачивание; 3. сорбция; 4. флотация.
17.	К какому процессу относится данная характеристика фазового состояния $\sum_{i=1}^n T_i, \Gamma$ :	1. магнитная сепарация; 2. окислительный обжиг; 3. сорбция; 4. флотация.
18.	Способ приближения к равновесию в пирометаллургических процессах разделения элементов в системе «расплав-расплав»?	1. диспергация газа; 2. повышение пористости материала и длительности контакта фаз; 3. перемешивание; 4. уменьшение вязкости расплава.
19.	К способам разделения элементов в системах, далеких от равновесия не относится	1. достаточный избыток осадителя; 2. недостаток осадителя; 3. оптимизация времени процесса, отвечающего равенству скоростей осаждения и растворения осадка; 4. пассивация поверхности за счет образования плотных пленок малорастворимых соединений.
20.	Вещественное выражение закона сохранения массы применительно к химико-технологическому процессу	1. материальный баланс; 2. тепловой баланс; 3. экологический баланс; 4. товарный баланс продуктов.

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	К пирометаллургическим процессам не относится	1. сорбция; 2. обжиг; 3. плавка; 4. вельцевание.
2.	К гидromеталлургическим не процессам относится	1. экстракция; 2. обжиг; 3. атмосферное выщелачивание; 4. автоклавное выщелачивание.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
3.	Как называется технологическая схема, являющаяся сочетанием процессов с открытой и закрытой схемой?	1. разомкнутая; 2. замкнутая; 3. комбинированная; 4. нет правильного ответа.
4.	Какие процессы не относятся к видам технологических процессов по признаку кратности обработки сырья?	1. механические; 2. с разомкнутой (открытой) схемой; 3. с замкнутой (круговой, циркуляционной или циклической) схемой; 4. комбинированные (со смешанной схемой).
5.	Какие процессы не относятся к классификации технологических процессов по давлению?	1. вакуумные процессы; 2. процессы при нормальном давлении; 3. процессы при повышенном давлении; 4. автогенные процессы.
6.	Принцип разделения элементов в гетерогенных системах:	1. скачкообразное изменение концентрации; 2. направленное формирование фаз требуемого состава; 3. конденсация; 4. дискретное изменение температуры.
7.	Что определяется на основании данных параллельных опытов и характеризует равнозначность измерения во всех опытах:	1. среднее отклонение; 2. дисперсия воспроизводимости; 3. конкордация; 4. факторная дисперсия.
8.	Мера первоначальной неопределенности объекта, зависящая от числа возможных его состояний и от вероятностей этих состояний:	1. энтропия; 2. энтальпия; 3. внутренняя энергия ; 4. эксергия.
9.	Метод, используемый при разделении фаз в неравновесных системах:	1. концентрирование в промежуточном продукте; 2. повышение температуры; 3. достижение равновесия; 4. катализ.
10.	Критерия оптимального числа стадий разделения элементов:	1. $S=n-1/f$ ; 2. $S=(n-1)/(f-1)+a$ ; 3. $S=(n+1)/(f-1)+a$ ; 4. $S=n(f-1)/a$ .
11.	Модели, представляющие многофазную систему как однородную:	1. одинарные; 2. однофазные; 3. первичные; 4. псевдооднородные.
12.	К технологическим задачам третьего типа относят	1. изменение физического состояния веществ; 2. синтез соединений; 3. разделение элементов; 4. нет правильного ответа.
13.	Примером технологической задачи первого типа служит	1. дробление, измельчение; 2. синтез карбониллов вольфрама и молибдена для последующего их разложения с получением покрытий; 3. синтез иодидов титана и циркония для их рафинирования; 4. зонная плавка и направленная кристаллизация.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
14.	Меры, способствующие приближению фаз к равновесным составам в случае наличия кинетической инертности соединений	1. репульпация; 2. временная выдержка; 3. лабилизация; 4. стабилизация
15.	Какой гидрометаллургический процесс может быть использован для разделения элементов при данной характеристике фазового состояния системы $\sum_{i=1}^n \mathcal{J}_i$	1. электролиз; 2. сорбция; 3. экстракция; 4. кристаллизация.
16.	К какому процессу относится данная характеристика фазового состояния $\sum_{i=1}^n \mathcal{J}_i$ :	1. магнитная сепарация; 2. выщелачивание; 3. сорбция; 4. плавка с получением шлама и штейна.
17.	При составлении модели технологической схемы для разделения элементов в системе $\sum_{i=1}^n T_i, \Gamma$ может быть применен процесс:	1. гравитации; 2. сублимации; 3. ликвации; 4. фьюмингования.
18.	Способ приближения к равновесию в пирометаллургических процессах разделения элементов в системе «твердое-газ»?	1. диспергация газа; 2. повышение пористости материала и длительности контакта фаз; 3. перемешивание; 4. уменьшение вязкости расплава.
19.	К способам разделения элементов в системах, далеких от равновесия не относится	1. достаточный избыток осадителя; 2. оптимизация времени процесса, отвечающего равенству скоростей осаждения и растворения осадка; 3. пассивация поверхности за счет образования плотных пленок малорастворимых соединений; 4. нет правильного ответа.
20.	Одним из современных требований к металлургической технологии является энергосбережение, что достигается:	1. минимизацией удельных затрат энергоносителей; 2. утилизацией тепла отходящих газов; 3. повышением в тепловом балансе доли тепла экзотермических процессов; 4. повышением выхода штейна.

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **7.1. Основная литература**

1. Планирование и организация эксперимента: учеб.-метод. комплекс / сост. И.Е. Ушаков. СПб.: Изд-во СЗТУ, 2010. 229 с.

2. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства: учеб. пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 224 с.

<https://e.lanbook.com/book/2775>

3. Основы научной работы и методология диссертационного исследования: монография / Г.И. Андреев и др. Москва: Финансы и статистика, 2012. 296 с.

<https://e.lanbook.com/book/28348>

4. Металлургия цветных металлов: учебник / В. М. Сизяков и др. СПб.: Горн. ун-т, 2015. 392 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=34%2E315%2F%D0%9C%2054%2D031287145<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=34%2E315%2F%D0%9C%2054%2D031287145<.>)

5. Неведров А.В. Основы научных исследований и проектирования: учеб. пособие / А.В. Неведров, А.В. Папин, Е.В. Жбырь. Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. 108 с.

<https://e.lanbook.com/book/6681>



## **7.2. Дополнительная литература**

1. Введение в управление технологиям: учеб. пособие / сост. П.А. Петров; науч. ред. Ю.В. Шариков. СПб.: Art-Xpress, 2015. 67 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%90%2088946%2F%D0%92%2024%2D929524889<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088946%2F%D0%92%2024%2D929524889<.>)

2. Шариков Ю.В. Моделирование процессов и объектов в химических технологиях: учеб. пособие / Ю. В. Шариков. СПб.: Горн. ун-т, 2015. 145 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%96995<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%96995<.>)

## **7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

2. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

3. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

4. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

5. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»:

<https://e.lanbook.com/books>

6. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

7. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

8. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

9. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru>

10. Электронно-библиотечная система «SciTecLibrary»: <http://www.sciteclibrary.ru>

## **7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Методы постановки и решения технологических задач: Методические указания к практическим занятиям / Сост. Г.В. Петров, С.Б. Фокина. СПб., 2018. 63 с.

[http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr\\_1542927248.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr_1542927248.pdf)

2. Методы постановки и решения технологических задач: Методические указания к самостоятельной работе / Сост. Г.В. Петров, С.Б. Фокина. СПб., 2018. 8 с.

[http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs\\_1542927248.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1542927248.pdf)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

Специализированная аудитория, используемая при проведении лекционных и практических занятий, оснащена мобильным интерактивным комплексом, позволяющим демонстрировать текстовые и графические материалы.

Мебель: стол Canvaго ASSMANN – 16 шт., компьютерное кресло 7873 A2S – 1 шт., стул 7874 A2S – 30 шт., доска белая Magnetoplan C2000x1000 мм, эмал.покрыт, магн/марк, 12 409 CC – 1 шт., тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Vitaco ASSMANN – 1 шт.

Компьютерная техника: мобильный интерактивный комплекс – 1 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники», ГК № 447-06/11 от

06.06.11 «На поставку оборудования», ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования», Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012  
Kaspersky antivirus 6.0.4.142

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)