

**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**  
**доцент В.Ю. Бажин**

---

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ В МЕТАЛЛУРГИИ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
<b>Направленность (профиль):</b>	Автоматизация технологических процессов и производств в металлургической промышленности
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Составитель:</b>	доцент Фокина С.Б.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Автоматизации технологических процессов и производств»** составлена:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 730 от 09.08.2021 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в металлургической промышленности».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. С.Б. Фокина

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств от 31.08.2021 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой АТПП \_\_\_\_\_ д.т.н. Бажин В.Ю.

**Рабочая программа согласована:**

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

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель изучения дисциплины:

– дать слушателям систематическое представление об основных знаниях по современным и перспективным технологиям переработки сырья цветных металлов и сопутствующих элементов, обеспечивающих комплексное использование, безотходное производство с минимальными энергетическими затратами и вредностями для окружающей среды, а также полную автоматизацию и контроль технологических параметров металлургического процесса.

### Основные задачи дисциплины:

– изучение металлургических процессов, технологических параметров, технических устройств основных металлургических агрегатов, содержания основных методов контроля, используемых на всех уровнях автоматизации, при этом необходимо понимание связи физико-химических процессов с проблемами собственной специальности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологические процессы автоматизированных производств в металлургии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата)» и изучается в 5 семестре.

Для изучения дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств в металлургии» необходимы знания, умения и владения, полученные в результате освоения следующих дисциплин: «Химия», «Материаловедение и защита от коррозии», «Технические измерения и приборы».

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

Процесс изучения дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств в металлургии» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен собирать и подготавливать информацию для составления технического задания на АСУТП	ПКС-2	ПКС-2.1. Знает современные способы реализации технологических схем в металлургии; типы технологических процессов и их назначение; требования к сырью и качеству продукции ПКС-2.4. Умеет рассчитывать технико-экономические показатели основных и вспомогательных технологических процессов металлургической промышленности ПКС-2.5. Умеет выделять особенности металлургических процессов и оборудования как объектов автоматизации для составления технического задания на АСУТП

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		ПКС-2.6. Владеет методами анализа металлургических процессов и оборудования как объектов управления ПКС-2.7. Владеет навыками расчета технико-экономических показателей основных и вспомогательных технологических процессов в металлургии

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
Подготовка к практическим занятиям	6	6
Подготовка к лабораторным работам	12	12
Подготовка к контрольной работе	5	5
<b>Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э)</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак. час. 144</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед. 4</b>	<b>4</b>

##### 4.2 Содержание дисциплины

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

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Введение	6	2	2	-	2
2.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии меди.	23	8	4	8	3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
3.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии никеля.	17	4	2	8	3
4.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии цинка.	21	4	2	12	3
5.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии свинца.	15	4	2	6	3
6.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии золота.	9	4	2	-	3
7.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в производстве глинозема.	10	4	3	-	3
8.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в производстве алюминия.	7	4	-	-	3
<b>Итого:</b>		<b>108</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>23</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
1.	Введение	Современное состояние техники и технологии производства цветных металлов и разработок в области создания и эксплуатации систем класса АСУТП. Основные принципы управления технологическими процессами.	2
2.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии меди	Переработка и обжиг медных руд и концентратов. Штейновые плавки медных руд и концентратов. Процессы разделения и фазовые превращения при конвертировании медных штейнов. Автогенные плавки и перспективные пирометаллургические способы переработки медных концентратов и руд. Технологические и технические решения для современных плавков на штейн. Расчет показателей автогенных плавков. Разделение агрегатов по режиму их работы на периодические и непрерывные. Функции	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
		и структуры автоматизированных систем управления. Производство черновой меди и ее огневое рафинирование. Балансовые плавки и расчет дутья. Электрохимическое рафинирование меди. Конструкция электролизных ванн и управление процессом электролиза.	
3.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии никеля	Технологии переработки медно-никелевых руд. Производство никелевого и медно-никелевого фэйнштейна и их переработка. Технологические схемы и аппаратное оформление процессов. Электрохимическое рафинирование черного никеля Локальные системы на основе устройств удаленного сбора данных и управления. Промышленные сети контроллеров. Выбор, разработка и внедрение локальных автоматических систем управления.	4
4.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии цинка.	Пирометаллургические технологии переработки цинковых сульфидных концентратов и их аппаратное оформление. Обжиг цинковых концентратов. Технологии переработки сульфидных цинковых концентратов гидromеталлургическим методом и их аппаратное оформление.	4
5.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии свинца	Двухступенчатый метод переработки свинцовых концентратов. Автогенные процессы переработки свинцовых концентратов. Теоретические основы и практика рафинирования черного свинца пирометаллургическим и электролитическим методом.	4
6.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии золота	Типовая схема переработки золотых руд. Роль гравитационных методов и их место в технологической схеме. Гравитационный метод извлечения золота из руд. Переработка золотосодержащих руд цианистым процессом. Агитаторы с механическим, пневматическим и пневмомеханическим перемешиванием. Практика и аппаратное оформление процесса осаждения золота и серебра цинковой пылью Переработка золотоцинковых осадков с получением черного металла. Особенности сорбции золота из цианистых растворов и пульп. Устройство пачуков для сорбции из пульп.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
		Схема цепи аппаратов сорбционного выщелачивания. Технологии переработки медьэлектролитных шламов. Аффинаж золота.	
7.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в производстве глинозема	Общие концепции производства глинозема и аппаратное оформление. Сущность физико-химических процессов при получении глинозема. Структурные схемы систем управления на базе программно-технических комплексов в производстве глинозема. Интегрированные системы автоматизации и управления технологическими процессами, производствами и предприятиями, этапы разработки и внедрения.	4
8.	Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в производстве алюминия	Алюминиевые электролизеры. Общая характеристика, классификация и примеры задач оптимального управления процессом электролиза алюминия. Критерии оптимальности, ограничения. Оптимальные алгоритмы оценивания состояния. Системы с анализом процесса управления. Интегрированные системы управления с участием систем питания АПГ. Экстремальные системы. Методы оптимального управления динамическими режимами электролиза. Регулирование тока электролизной серии. Особенности применения при синтезе оптимальных систем управления.	4
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Расчет рационального состава вещества.	2
2.	Раздел 2	Технологические расчеты в металлургии меди.	4
3.	Раздел 3	Технологические расчеты в металлургии никеля.	2
4.	Раздел 4	Технологические расчеты в металлургии цинка.	2
5.	Раздел 5	Технологические расчеты в металлургии свинца.	2
6.	Раздел 6	Технологические расчеты в металлургии золота.	2

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
7.	Раздел 7,8	Технологические расчеты в металлургии алюминия.	3
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 2	Электролиз сульфатных растворов с инертными электродами.	6
2.	Раздел 2,3	Расчеты и моделирование автогенной плавки медных (медно-никелевых) концентратов	4
3.	Раздел 3	Цементация меди никелевым порошком.	6
4.	Раздел 4	Выщелачивания цинкового огарка.	6
5.	Раздел 4	Очистка раствора сульфата цинка от железа.	6
6.	Раздел 5	Очистка черного свинца.	6
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.5. Курсовая работа (проект)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**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.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

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 (проектов).

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 лекциях и других 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**

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

**Раздел 1. Введение в дисциплину: Особенности металлургических процессов как объектов автоматического управления и регулирования. Подготовка сырья к металлургической переработке**

1. Что является основным сырьем для получения металлов?
2. На какие руды делятся руды цветных металлов в зависимости от вида присутствующих металлосодержащих минералов?
3. Какие месторождения цветных металлов называют техногенными?
4. Приведите промышленную классификацию металлов.
5. Что понимается под «комплексностью переработки» руды?
6. Из каких стадий состоит технологический процесс извлечения ценных компонентов из рудного сырья?
7. Назовите механические методы подготовки руды к переработке.
8. Назовите химические методы подготовки руды к переработке.
9. Приведите примеры пирометаллургических процессов.
10. Приведите примеры гидрометаллургических процессов.

**Раздел 2. Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии меди**

1. В какой печи проводят окислительный обжиг сульфидных концентратов «на порошок»?
2. Что является целью окислительного обжига в пирометаллургии меди, в каких печах его осуществляют?
3. Назовите традиционные виды плавок на штейн в металлургии меди.
4. Какие минеральные фазы являются основными составляющими штейновых расплавов, получаемых при переработке сульфидного медьсодержащего сырья?
5. На каком дутье проводится плавка сульфидного сырья во взвешенном состоянии?
6. Что является целью конвертирования медного штейна?
7. В каких печах проводят конвертирование медных штейнов?
8. С какой целью на первом этапе конвертирования в конвертер загружают флюс?
9. Что такое белый мат? С чем связан быстрый износ футеровки в конвертере?
10. Назовите примерное содержание примесей в конвертерной меди.
11. В какой печи проводят огневое рафинирование черновой меди?
12. Что такое дразнение черновой меди?
13. С какой целью проводят восстановительное плавление при огневом рафинировании меди?
14. Назовите состав электролита при электролитическом рафинировании меди.
15. Каким способом медь выделяют из отработанного электролита?
16. С какой целью в электролит вводят коллоидные добавки?
17. Что такое автоклав?
18. Какие требования предъявляют к автоклавам?

19. Для какого рода медьсодержащего сырья применяют метод автоклавного выщелачивания?
20. Назовите методы выделения меди из растворов выщелачивания.
21. Какими методами производят концентрирование меди из бедных по меди растворов?
22. Назовите основные растворители в металлургии меди.

### **Раздел 3. Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии никеля**

1. Основные переделы производства никеля из окисленных руд.
2. Технология производства никеля при переработке сульфидных медно-никелевых руд.
3. Схема производства ферроникеля.
4. Из чего состоит шихта конвертирования?
5. Особенности конвертирования никелевых штейнов, основные реакции, продукты.
6. Чем объясняется, что при конвертировании никелевых штейнов длительное время при «наборе» в отходящих газах отсутствует сернистый ангидрид?
7. С чем связано образование металлической фазы в файнштейне при конвертировании медно-никелевых штейнов?
8. Какое основное назначение диафрагмы при электролитическом рафинировании никеля?
9. Что такое анолит?
10. Что такое католит?
11. Какой сульфидизатор применяется при шахтной плавке окисленных никелевых руд?
12. В какой печи проводят окислительный обжиг никелевого файнштейна?
13. В какой печи проводят восстановительную плавку обожженного файнштейна?
14. Какие гидрометаллургические технологии применяют для переработки окисленных никелевых руд?
15. Каким методом никель выделяют из раствора выщелачивания?

### **Раздел 4. Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии цинка**

1. Назовите полупродукты образующиеся при выщелачивании сульфидных цинковых концентратов. Как их в дальнейшем перерабатывают?
2. В чем отличие пирометаллургического от гидрометаллургического способа получения цинка?
3. Опишите гидролитический метод очистки цинксодержащих растворов.
4. На чем основан химический метод очистки цинксодержащего раствора от примесей?
5. Какая металлургическая операция в производстве цинка любым методом является первой?
6. Что такое клинкер?
7. В какой форме цинк и свинец присутствуют в вельц-возгонах?
8. Опишите основные реакции, протекающие при восстановительной плавке свинцово-цинкового агломерата в шахтной печи.
9. Что используется в качестве восстановителя при восстановительной плавке свинцово-цинкового агломерата в шахтной печи?
10. В чем заключается сущность процесса вельцевания?
11. Назовите основной растворитель, используемый при автоклавном выщелачивании цинксодержащих материалов?

12. На каком свойстве цинка или его соединений основана пиromеталлургическая технология получения цинка?
13. В каких печах осуществляют процесс дистилляции цинка?
14. Какие задачи нейтрального цикла выщелачивания?
15. Какие задачи кислого цикла выщелачивания?

#### **Раздел 5. Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии свинца**

1. По какой технологии получают основное количество производимого свинца?
2. Каков состав шихты шахтной восстановительной плавки?
3. Назовите основные реакции, протекающие при восстановительной плавке свинцового агломерата в шахтной печи.
4. Назовите продукты восстановительной плавки свинцового агломерата.
5. С какой целью оборотный агломерат вводят в шихту при одноступенчатом агломерирующем обжиге свинцовых концентратов?
6. Назовите основные реакции, протекающие при выплавке свинца реакционным способом.
7. Переработка свинцовых концентратов в агрегате КИВЦЭТ-ЦС. Достоинства и недостатки процесса.
8. Осадительная плавка.
9. Щелочная плавка.
10. Содовая плавка.
11. В каких печах поводят автогенные плавки свинца?
12. Переработка шлаков методом вельцевания (химизм процесса, оборудование, продукты).
13. Переработка шлаков методом фьюмингования (химизм процесса, оборудование, продукты).
14. Как влияет образующаяся на поверхности свинцового анода корка шлама на процесс электролиза?
15. Укажите примесь, для удаления которой из свинца при его рафинировании используют в качестве реагентов  $\text{NaNO}_3$  и  $\text{NaOH}$ .

#### **Раздел 6. Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии золота**

1. Из какого типа сырья добывается основное количество золота в мире?
2. В чем заключается традиционный метод извлечения золота из собственно золотых руд?
3. Какой метод применяют на современных золотоизвлекательных фабриках для извлечения крупного золота из россыпей?
4. Что такое амальгама золота?
5. Из каких стадий состоит процесс растворения золота в цианистом растворе?
6. Оцените влияние концентрации цианида на показатели цианирования золота.
7. Какой реагент необходим для растворения золота в цианистом растворе?
8. С чем связан гидролиз цианистых растворов?
9. Назовите форму растворимого цианистого комплекса золота.
10. Какие технологические операции предшествуют процессу цианирования в случае переработки крупного золота?
11. В каком полупродукте в процессе электрорафинирования меди концентрируются благородные металлы?
12. Какой реагент добавляют для предупреждения перехода серебра в электролит электрорафинирования меди?
13. Какой химизм процесса окислительного обжига медьэлектролитных шламов?

14. С какой целью осуществляется окислительный обжиг медеэлектролитных шламов?
15. Как называется комплекс технологических операций по очистке и разделению благородных металлов?

### **Раздел 7. Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в металлургии глинозема**

1. Назовите основное сырье для производства алюминия.
2. К какому типу алюминиевого сырья можно отнести нефелиновые руды и почему?
3. В виде какого иона алюминий переходит в алюминатный раствор?
4. Какая твердая фаза образуется в технологически значимой области системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$  и в чем ее особенность?
5. Как осуществляется очистка алюминатных растворов от примеси кремния в способе Байера?
6. В чем заключается роль затравки при декомпозиции алюминатных растворов?
7. В какой форме присутствует галлий в алюминатно-щелочных щелочных растворах?
8. Каким образом компенсируются потери щелочи в способе Байера?
9. Почему температура является наиболее действенным фактором интенсификации процесса выщелачивания по Байеру?
10. По каким технологиям перерабатывают высококремистые бокситы?
11. С какой целью проводят спекание боксита, известняка и соды перед выщелачиванием?
12. В каких печах проводят спекание бокситов?
13. Назовите фазовый состав спека, формирующийся в процессе высокотемпературной обработки боксита, известняка и соды.
14. Назовите фазовый состав спека, формирующийся в процессе высокотемпературной обработки нефелина, известняка и соды.
15. Назовите фазовый состав белого шлама.

### **Раздел 8. Технологические процессы автоматизированных производств и основные агрегаты в производстве алюминия**

1. Каким основным требованиям должен удовлетворять оксид алюминия как материал для электролиза?
2. При какой температуре проводят электролиз криолит-глиноземных расплавов?
3. Назовите основные реакции на аноде, катоде, газообразные продукты при электролитическом получении алюминия.
4. Назовите основные требования к катодам.
5. Производство электродов.
6. Опишите анодное устройство.
7. Охарактеризуйте состав криолит-глиноземных расплавов.
8. Что такое кислый и щелочной электролит?
9. Опишите катодное устройство.
10. Производство криолита и других фтористых солей.
11. Физико-химические свойства электролита алюминиевой ванны.
12. Что такое анодный эффект и как его ликвидируют?
13. По какой величине оценивается мощность алюминиевого электролизера?
14. Главный источник тепла при электролитическом способе получения алюминия?
15. Каким образом извлекают жидкий алюминий из электролизера?

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

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

1. Назовите механические способы подготовки сырья к металлургической переработке.
2. Какие аппараты используются для дробления и измельчения шихты?
3. Какие способы преимущественно применяются для обогащения руд тяжелых цветных металлов?
4. Что такое шихта?
5. Как оценивается усреднение шихты?
6. В чем заключается традиционный пирометаллургический способ производства меди?
7. В каких металлургических агрегатах проводят автогенные плавки медьсодержащего сырья?
8. Опишите процесс конвертирования меди.
9. Что окисляется в ходе первого периода конвертирования медных штейнов в первую очередь?
10. Какое свойство химических соединений является основой для удаления примесей при огневом рафинировании черновой меди?
11. С какой целью стараются кобальт сохранить в никелевом файнштейне?
12. Какими способами разделяют медь и никель, находящиеся в файнштейне?
13. Что является целью рафинирования черного никеля?
14. Какие примеси при электролитическом рафинировании никеля переходят в шлам?
15. В чем заключается гидрометаллургическая переработка сульфидных никелевых руд?
16. Назовите полупродукты образующиеся при выщелачивании сульфидных цинковых концентратов. Как их в дальнейшем перерабатывают?
17. Чем объясняется преимущественное выделение на катоде цинка, а не водорода?
18. В чем заключается пирометаллургическая переработка цинковых концентратов?
19. Что является основным источником тепла для поддержания температуры обжига цинковых концентратов в печи КС?
20. В каких печах проводят ликвационное рафинирование цинка?
21. Назовите методы выплавки свинца из сульфидных концентратов.
22. Назначение агломерирующего обжига свинцовых концентратов?
23. Оборудование, применяемое для агломерирующего обжига?
24. Какие вы знаете способы переработки шлаков восстановительной плавки свинца?
25. В чем в периодическом режиме проводят рафинирование черного свинца пирометаллургическим (огневым) методом?
26. Какими методами выделяют золото из цианистых растворов?
27. Назовите виды сорбционных процессов извлечения золота из цианистых растворов.
28. Что является основным преимуществом сорбционной технологии цианирования?
29. В каком растворе осуществляется перевод меди в раствор из медных шламов?
30. Переработка какого золотосодержащего сырья осуществляется методом кучного выщелачивания?
31. Какие минералы алюминия в составе боксита являются породообразующими?

32. Что такое каустический модуль?
33. При какой температуре выщелачивают бокситы по методу Байера?
34. Что такое кремневый модуль?
35. Как осуществляется очистка алюминатных растворов от примеси кремния в способе Байера?
36. Назовите основной способ получения первичного алюминия.
37. Опишите устройство алюминиевого электролизера.
38. Из чего образуется гарниссаж и его роль?
39. Назовите футеровочные материалы алюминиевого электролизера.
40. Назовите основные реакции на катоде при электролитическом получении алюминия.

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Шлак представляет собой сплав	1. хлоридов; 2. металлов; 3. сульфидов; 4. оксидов.
2.	Основными составляющими штейновых расплавов, получаемых при переработке сырья тяжёлых цветных металлов, являются:	1. $\text{Cu}_2\text{O}$ , $\text{Ni}_3\text{S}_2$ , $\text{FeS}_2$ , $\text{ZnS}$ , $\text{PbS}$ ; 2. $\text{CuFeS}_2$ , $\text{Ni}_3\text{S}_2$ , $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , $\text{ZnS}$ , $\text{PbS}$ ; 3. $\text{Cu}_2\text{S}$ , $\text{Ni}_3\text{S}_2$ , $\text{FeS}$ , $\text{ZnS}$ , $\text{PbS}$ ; 4. $\text{CuFeS}_2$ , $\text{Ni}_3\text{S}_2$ , $\text{FeS}$ , $\text{ZnS}$ , $\text{SiO}_2$ .
3.	Главной основой плавок медь- и никельсодержащего сырья на штейн является:	1. отличие в прочности соединений различных металлов с серой и кислородом; 2. плохая взаимная растворимость штейновых и шлаковых расплавов; 3. различие плотности штейновых и шлаковых расплавов; 4. диссоциация высших сульфидов металлов при высших температурах с образованием низших сульфидов.
4.	Основным источником тепла в автогенных процессах плавки сульфидных медных концентратов является:	1. окисление сульфидов железа; 2. подогретое дутьё; 3. окисление сульфидов меди; 4. горение топлива.
5.	Отметьте суммарную реакцию первого периода процесса конвертирования медного штейна:	1. $2\text{FeS} + 3\text{O}_2 = 2\text{FeO} + 2\text{SO}_2$ ; 2. $2\text{Cu}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$ ; 3. $\text{CuS} + \text{O}_2 = \text{Cu} + \text{SO}_2$ ; 4. $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{Cu} + \text{SO}_2$ .
6.	В ходе первого периода конвертирования медных штейнов в первую очередь окисляется:	1. $\text{ZnS}$ ; 2. $\text{Cu}_2\text{S}$ ; 3. $\text{Ni}_3\text{S}_2$ ; 4. $\text{FeS}$ .
7.	Укажите среди перечисленных природных минералов никеля пентландит:	1. $\text{NiS}$ ; 2. $\text{Ni}_3\text{S}_2$ ; 3. $\text{NiO}$ ; 4. $(\text{Ni},\text{Fe})\text{S}$ .
8.	Окисленные никелевые руды – это:	1. пентландит, бунзениит, миллерит, гарниерит, треворит; 2. миллерит, треворит, гарниерит, заратит, пентландит; 3. гарниерит, бунзениит, ревинскит, треворит, заратит;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. миллерит, пентландит, гарниерит, треворит, бунзенит.
9.	Агломерирующий обжиг окисленных никелевых руд перед восстановительно-сульфидирующей плавкой в шахтных печах проводят с целью:	1. глубокого обезвоживания руды; 2. окускования руды; 3. подогрева руды; 4. сульфидирования никеля и части железа.
10.	Сульфидизаторами железа и никеля при шахтной плавке окисленных никелевых руд служит:	1. элементарная сера; 2. гипс или пирит; 3. сероводород; 4. кокс.
11.	Отметьте основную реакцию сульфатизирующего обжига цинкового концентрата:	1. $ZnO + SO_3 = ZnSO_4$ ; 2. $ZnS + 4SO_3 = ZnSO_4 + 4SO_2$ ; 3. $ZnSO + 2O_2 = ZnSO_4 + Fe_2O_3$ ; 4. $ZnFe_2O_4 + SO_3 = ZnSO_4$ .
12.	Окислительный обжиг цинковых концентратов в печах кипящего слоя для последующей переработки огарка гидрометаллургическим способом преимущественно ведут при температурах, °С:	1. 750-800; 2. 650-750; 3. 800-900; 4. 900-1000.
13.	Основой для нейтрального выщелачивания цинкового огарка является:	1. различие растворимости в воде сульфатов металлов; 2. различие скорости растворения соединений металлов, находящихся в огарке, в водных растворах серной кислоты; 3. различие величин произведений растворимости сульфидов металлов; 4. различие величин равновесных значений pH гидратообразования цинка и других металлов, находящихся в огарке.
14.	Отметьте реакцию, по которой в основном переходит цинк в раствор при выщелачивании цинкового огарка раствором серной кислоты в обычных условиях:	1. $ZnS + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2S$ ; 2. $ZnO \cdot 2ZnSO_4 + H_2SO_4 = 3ZnSO_4 + H_2O$ ; 3. $2ZnO \cdot SiO_2 + 2H_2SO_4 = 2ZnSO_4 + H_4SiO_4$ ; 4. $ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O$ .
15.	Восстановительная плавка свинцового агломерата проводится в:	1. трубчатых вращающихся печах; 2. отражательных печах; 3. электродуговых печах; 4. шахтных печах.
16.	Оборотный агломерат вводят в шихту при одноступенчатом агломерирующем обжиге свинцовых концентратов в основном с целью:	1. повышения газопроницаемости шихты; 2. повышения в шихте доли оксидов металлов; 3. снижения в шихте содержания свинца; 4. снижения содержания серы в шихте до требуемой величины.
17.	В процессе электрорафинирования меди благородные металлы концентрируются в:	1. электролите; 2. катоде; 3. аноде; 4. шламе.
18.	Для растворения золота в цианистом растворе необходим дополнительный реагент	1. известь; 2. едкий натр; 3. кислород; 4. водород.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	Алюминат натрия в водном щелочном растворе:	1. преимущественно образует гидроксокомплекс $Al(OH)_4^-$ ; 2. находится в виде ионов $AlO_2^-$ ; 3. образует смесь ионов $Al^{3+}$ и $AlO_2^-$ ; 4. полностью гидролизуется с образованием осадка $Al(OH)_3$ .
20.	Термодинамическая основа способа Байера заключается в:	1. зависимости растворимости $Al_2O_3$ от температуры и концентрации щелочи; 2. различии в скорости растворения $Al_2O_3$ и $SiO_2$ ; 3. образовании пересыщенных растворов; 4. возможности повторного применения оборотных щелочных растворов.

### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	К механическим способам подготовки руды к металлургической переработке относится:	1. обжиг; 2. брикетирование; 3. классификация; 4. автоклавное выщелачивание.
2.	К гидрометаллургическим процессам не относится:	1. выщелачивание; 2. экстракция; 3. дистилляция; 4. сорбция.
3.	75 % пирита в руде необходимы для:	1. извлечения серы из отходящих газов; 2. обеспечения комплексности использования медных руд; 3. образования богатых штейнов; 4. проведения пиритной плавки в соответствии с главными процессами на фурмах.
4.	10 % коксика в медносерной шахтной плавке необходимы для:	1. обеспечения теплового баланса; 2. предотвращения окисления сульфидов в подготовительной зоне; 3. формирования шлака оптимального состава; 4. обеспечения восстановительного потенциала газовой фазы.
5.	Шлаки медных плавков – это:	1. сплав оксидов и сульфидов; 2. сплав оксидов меди, железа и кремния; 3. сплав кислотных оксидов и основных оксидов; 4. сплав силикатов, ферритов, фосфатов, алюминатов.
6.	В процессе электрорафинирования меди благородные металлы концентрируются в:	1. электролите; 2. катоде; 3. шламе; 4. распределяются между электролитом и шламом.
7.	При конвертировании никелевых штейны в первую очередь окисляется:	1. Fe; 2. FeS; 3. Ni; 4. $Ni_3S_2$



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8.	В файнштейнах, получаемых при конвертировании медно-никелевых штейнов, обычно оставляют 2,5-3,5% железа с целью:	1. снижения температуры плавления файнштейна; 2. как можно более полного извлечения в файнштейн кобальта; 3. улучшения структуры файнштейна при его охлаждении; 4. повышения хрупкости файнштейна после его затвердевания.
9.	Гидрометаллургическая переработка файнштейнов по технологии завода "Харьяваята" основана на выщелачивании растворами:	1. сернистокислыми; 2. хлористыми; 3. сернокислыми; 4. азотнокислыми.
10.	Гидрометаллургическая переработка файнштейнов по технологии "Фалконбридж" основана на выщелачивании растворами:	1. сернистокислыми; 2. хлористыми; 3. азотнокислыми; 4. сернокислыми.
11.	Основной целью кислого выщелачивания цинкового огарка является:	1. как можно более полное извлечение в раствор из огарка цинка; 2. более глубокая очистка раствора от примесей гидролитическим путем, чем при нейтральном выщелачивании огарка; 3. окисление Fe(II) в растворе до Fe(III) кислородом воздуха; 4. селективное извлечение в раствор из огарка меди и кадмия.
12.	Вывод железа из цинковых растворов при противоточном выщелачивании основан на:	1. различной растворимости Fe <sup>3+</sup> в нейтральном и кислом растворах; 2. осаждении Fe <sup>3+</sup> при нейтральном выщелачивании; 3. низкой скорости растворения продуктов гидролиза Fe <sup>3+</sup> при кислом выщелачивании; 4. осаждении Fe <sup>3+</sup> при кислом выщелачивании.
13.	Укажите электрохимическую реакцию, которая должна протекать в первую очередь на катоде в условиях обратимого процесса электролиза раствора сульфата цинка, содержащего примеси:	1. $2H_3O^+ + 2e = H_2 + 2H_2O$ ; 2. $Zn^{2+} + 2e = Zn^0$ ; 3. $Co^{2+} + 2e = Co^0$ ; 4. $Cu^{2+} + 2e = Cu^0$ .
14.	Что используется в качестве восстановителя Zn при вельцевании:	1. коксик; 2. водород; 3. мазут; 4. железо.
15.	Основными источниками тепла при агломерирующем обжиге сульфидных свинцовых концентратов являются:	1. реакции окисления сульфидов металлов до оксидов; 2. реакции окисления сульфидов металлов до сульфатов; 3. горение углеродистого топлива в шихте; 4. реакции взаимодействия между собой оксидов металлов в шихте.
16.	В практике свинцового производства для агломерирующего обжига свинцовых концентратов в основном	1. печи отражательного типа; 2. котлы и чаши с решетками; 3. ленточные спекательные машины;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	используют:	4. трубчатые вращающиеся печи.
17.	Растворение золота и серебра в цианистых растворах можно рассматривать как результат действия:	1. короткозамкнутого гальванического элемента; 2. анодной поляризации; 3. катодной поляризации; 4. концентрационной поляризации.
18.	Какой металл является основным в цементных золотых осадках	1. медь; 2. золото; 3. серебро; 4. цинк.
19.	Для определения теоретического извлечения $Al_2O_3$ из боксита необходимо знать содержащиеся:	1. $Al_2O_3$ ; 2. $SiO_2$ ; 3. $CaO$ и $SiO_2$ ; 4. $SiO_2$ и $Al_2O_3$ .
20.	Введение затравочных кристаллов в производстве глинозема обеспечивает рост осадка:	1. только в лабильной области; 2. только в метастабильной области; 3. из стабильных растворов; 4. при любых пересыщениях.

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	К пиromеталлургическим процессам не относится:	1. вельцевание; 2. цементация; 3. спекание; 4. обжиг.
2.	Разделение расплава на штейн и шлак возможно за счет различия в их:	1. температуре плавления; 2. электропроводности; 3. плотности; 4. теплопроводности.
3.	Медный штейн – это:	1. сплав сульфидов и оксидов; 2. сплав меди и ее сульфида; 3. сульфид меди; 4. сплав сульфидов меди, железа, примесей и магнетита.
4.	Для предупреждения перехода серебра в электролит электрорафинирования меди добавляют:	1. $Na_2S$ ; 2. $NaCl$ ; 3. $NaOH$ ; 4. $NaNO_3$ .
5.	Кучное выщелачивание применяется для:	1. низкосортных медных руд; 2. потерянной при шахтной добыче медной руды; 3. богатых оксидных медных руд; 4. богатых сульфидных медных руд.
6.	Автоклавное окислительное выщелачивание применяется для:	1. низкосортных медных руд; 2. потерянной при шахтной добыче медной руды; 3. богатых оксидных медных руд; 4. богатых сульфидных медных руд.
7.	Омеднение никелевых катодов возникает при:	1. падении температуры до $20^\circ C$ ; 2. повышении концентрации меди в католите более $4 \text{ мг/л}$ ; 3. повышении кислотности электролита;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. повреждении диафрагмы.
8.	Никельэлектролитные шламы медно-никелевого производства характеризуются повышенным содержанием:	1. золота, серебра; 2. железа; 3. диоксида кремния; 4. металлов платиновой группы.
9.	Технология переработки электролитных шламов медно-никелевого производства комбината Североникель основана на использовании	1. двойной сульфатизации; 2. электрорастворения вторичных анодов; 3. щелочного выщелачивания; 4. сульфидного выщелачивания.
10.	Технология переработки электролитных шламов медно-никелевого производства комбината НГМК основана на использовании	1. щелочного выщелачивания; 2. двойной сульфатизации; 3. электрорастворения вторичных анодов; 4. сульфидного выщелачивания.
11.	Переработку цинковых кеков вельц-процессом осуществляют на практике:	1. в печах шахтного типа; 2. в печах кипящего слоя; 3. в трубчатых вращающихся печах; 4. на агломерационных машинах.
12.	При переработке оксидных цинксодержащих материалов вельц-процессом в возгоны из сырья извлекается основная масса:	1. Zn, Fe, Cd; 2. Zn, Cd, Cu; 3. Pb, Cd, Zn; 4. Zn, Pb, Fe.
13.	Тепловые потребности различных вариантов автогенных процессов плавки сульфидных свинцовых концентратов обеспечиваются в основном за счет:	1. подогрева дутья; 2. реакций окисления сульфидов металлов до сульфатов; 3. сжигания дополнительного топлива; 4. реакций окисления сульфидов металлов до оксидов.
14.	Выберите реакцию, за счет которой в основном получается свободный свинец при восстановительной шахтной плавке свинцового агломерата:	1. $PbO + H_2 = Pb + H_2O$ ; 2. $PbO + Fe = Pb + FeO$ ; 3. $2PbO + PbS = 3Pb + SO_2$ ; 4. $PbO + CO = Pb + CO_2$ .
15.	Форма растворимого цианистого комплекса Au:	1. $[Au_3(CN)_4]^-$ ; 2. $[Au(CN)_2]^-$ ; 3. $[Au_5(CN)_6]^-$ ; 4. $[Au_6(CN)_7]^-$ .
16.	При связывании катиона золота в прочный цианистый комплекс $ox - red$ потенциал золота	1. сильно возрастает; 2. сильно уменьшается; 3. незначительно возрастает; 4. незначительно уменьшается.
17.	При разбавлении щелочных алюминатных растворов их каустический модуль:	1. уменьшается; 2. растет; 3. не изменяется; 4. стремится к нулю.
18.	Преимущество нефелинов перед другими сырьевыми источниками алюминия заключается в:	1. высоком содержании $Al_2O_3$ ; 2. высоком качестве по $\mu_{Si}$ ; 3. низком содержании вредных примесей; 4. комплексном характере.
19.	Что такое анодный эффект?	1. остановка процесса с выделением $CF_4$ и $C_2F_6$ ; 2. катодное перенапряжение; 3. выделение газов $CO$ и $CO_2$ ; 4. пассивация анода.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Температура электролита при электролизе алюминия?	1. 970; 2. 660; 3. 900; 4. 870.

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
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, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные 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:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Основы металлургического производства: учеб. / В.А. Бигеев и др. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 464 с.

<https://e.lanbook.com/book/90165>

2. 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](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402)

3. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. М.: Интермет Инжиниринг, 2002. 442 с.
4. Metallurgy черных и цветных металлов: Учебник для вузов / Е.В. Челищев, П.П. Арсеньев, В.В. Яковлев, Д.И. Рыжонков. М.: Metallurgy, 1993. 446 с.

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Орлов А.К. Metallurgy свинца и цинка: Учеб. пособие / С.-Петербург. гос. горн. ин-т (техн. ун-т). СПб.: СПГИ, 2004. 71 с.
2. Metallurgy алюминия: Учеб. пособие / Ю.В. Борисоглебский и др. Новосибирск: Наука. Сиб. издат. фирма РАН, 1999. 437 с.
3. Бочаров, В.А. Технология переработки золотосодержащего сырья: учеб. / В.А. Бочаров, В.А. Игнаткина, Д.В. Абрютин. Москва: МИСИС, 2011. 328 с.  
<https://e.lanbook.com/book/47438>
4. Основы рафинирования цветных металлов: учеб. пособие / Г.А. Колобов и др. Москва: МИСИС, 2010. 93 с.  
<https://e.lanbook.com/book/2059>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Технологические процессы автоматизированных производств в металлургии: Методические указания к самостоятельной работе / Сост. Г.В. Петров, С.Б. Фокина. СПб., 2021. 23 с.
2. Технологические процессы автоматизированных производств в металлургии: Методические указания к лабораторным работам / Сост. С.Б. Фокина. СПб., 2021. 46 с.
3. Технологические процессы автоматизированных производств в металлургии: Методические указания к практическим занятиям / Сост. С.Б. Фокина. СПб., 2022. 32 с.

### **7.1.4. 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»
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>
11. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>

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

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

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технологические процессы автоматизированных производств в металлургии».

Мебель лабораторная:

доска аудиторная – 1 шт., стол ученический – 6 шт., стол для весов – 2 шт., тумба для документов – 3 шт., шкаф для хранения реактивов – 2 шт., стол приборный с большой полкой – 4 шт., шкаф для книг – 3 шт., стул – 13 шт., стол преподавателя – 1 шт., шкаф – 1 шт., стол-мойка двойной – 1 шт.

стол для весов большой – 1 шт., стол лабораторный нержавеющий – 12 шт., стол приборный без полки – 1 шт., шкаф-тумба – 1 шт., шкаф вытяжной для нагрев. печи – 1 шт., шкаф вытяжной стандартный с водой – 2 шт., шкаф для хранения реактивов – 2 шт., шкаф платяной – 1 шт., табурет – 12 шт., стол-мойка с сушилкой – 2 шт., стол офисный – 2 шт., тумбы для документов – 2 шт., технологическая приставка без воды – 12 шт., полка с дверцами – 6 шт., тумба подкатная – 4 шт., стул «ИСО» - 3 шт.

Оборудование и приборы:

титровальная установка – 1 шт., реактор с мешалкой – 1 шт., термостат – 2 шт., рН-метр- милливольтметр рН-673.М – 1 шт., магнитная мешалка – 5 шт., устройство для перемешивания (10 мест) – 1 шт., весы лабораторные ВЛР-200 – 1 шт., печь трубчатая СНОЛ 0,2/1250 С – 1 шт., весы лабораторные – 1 шт., сушильный шкаф – 1 шт., плакат в рамке под стеклом – 4 шт., лабораторная посуда и химические реактивы, огнетушитель – 1 шт.

воздуходувка электрическая (550 Вт, производительность. 3,8 м<sup>3</sup>/мин) – 2 шт., микроскоп «Полам Р-312» – 1 шт., микроскоп «Полам Р-32» – 1 шт.; микроскоп МИМ-5 – 1 шт., твердомер ТБ-5004 – 1 шт., твердомер ТБ-5006 – 2 шт., печь лабораторная – 4 шт., печь лабораторная трубчатая – 1 шт., печь муфельная МИМП-10П – 1 шт., вакуумный насос VR1,5-12 – 3 шт., весы ВЛТ-1500-П 1кг с калибровочной гирей 2к – 1 шт., универсальный твердомер НБРВ-187.5 – 1 шт., универсальная лабораторная муфельная печь МИМП-3П – 2 шт., печь трубчатая СНОЛ-0,2/1250 – 2 шт., печь высокотемпературная камерная ПВК-1,6-5 – 1 шт., плакат в рамке под стеклом – 2 шт., лабораторная посуда и химические реактивы; огнетушитель – 1 шт.

Компьютерная техника:

мультимедийный блок – 1 шт.,

моноблок 24" Asus ET2411PUKI – 2 шт. (с возможностью подключения к сети «Интернет»), сканер – HP ScanJet 3500C – 1 шт., принтер «Canon LBP-800» - 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» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), 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 (обслуживание до 2020 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года)

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)