

**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  
профессор В.Н. Бричкин**

---

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ**

<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.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Современные проблемы металлургии и материаловедения» разработана:**

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

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

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

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Металлургия» от 27.01.2022., протокол № 12.**

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

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

– ознакомить будущих магистров с актуальными проблемами цветной металлургии и материаловедения, современными подходами их решения, а также привить навыки самостоятельного анализа тенденций развития металлургической отрасли.

### Основные задачи дисциплины:

- формирование знаний о текущих проблемах современной металлургии и материаловедения;
- формирование умений выявлять причины и анализировать проблемы в современной металлургии и материаловедении для качественного и безопасного производства металлов и сплавов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные проблемы металлургии и материаловедения» 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 «Современные проблемы металлургии и материаловедения» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии	ОПК-1	ОПК-1.1. Демонстрация умения представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов математических и естественных наук для использования при решении научно-технических задач.
		ОПК-1.2. Использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач металлургического производства.
		ОПК-1.3. Знать содержание естественнонаучных и математических дисциплин, составляющих теоретическую основу модулей профильной подготовки.
		ОПК-1.4. Уметь решать профессиональные задачи в области металлургии и металлообработки, используя фундаментальные знания, применять фундаментальные знания для решения задач в междисциплинарных областях профессиональной деятельности.

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		ОПК-1.5. Владеть решением исследовательских и производственных задач, относящихся к области металлургии и металлообработки с применением фундаментальных знаний.
Способен связывать состав и структуру материалов, способы их формирования с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами	ПКС-3	<p>ПКС-3.1. Знать физические, химические, механические свойства металлов и физико-химических процессов металлургического производства. Технологические и эксплуатационные свойства</p> <p>ПКС-3.2. Уметь анализировать и синтезировать данные о составе и структуре материалов, способах их формирования Устанавливать связь состава структуры и свойств металла с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами</p> <p>ПКС-3.3. Владеть выявлением закономерностей связей структуры материалов и внешних условий, с поведением материала в реальных условиях эксплуатации. Установлением связь между составом и структуры металла и физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами</p>

#### 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, в том числе:</b>	<b>56</b>	<b>56</b>
Лекции	28	28
Практические занятия (ПЗ)	28	28
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
Подготовка к практическим занятиям	16	16
<b>Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак. час зач. ед. 108 3</b>	<b>108 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. «Введение. Роль металлургии и материаловедения в экономике страны»	6	2	-	-	4
Раздел 2. «Современные проблемы цветной металлургии и основные направления их решения»	44	18	20	-	6
Раздел 3. «Современные проблемы материаловедения и основные направления их решения»	22	8	8	-	6
<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	Введение. Роль металлургии и материаловедения в экономике страны.	Тенденции развития человеческого общества и их связь с проблемами минерально-сырьевого комплекса. Влияние технических решений в металлургии и материаловедении на показатели научно-технического прогресса, развитие экономики и обороноспособности страны. Сырьевая база цветной металлургии и ведущие тенденции её изменения применительно к основным группам цветных и редких металлов. Вовлечение в сферу производства забалансового и нетрадиционного сырья, вторичного сырья и сырья техногенного происхождения.	2
2	Современные проблемы цветной металлургии и основные направления их решения	Современные проблемы развития производства цветных металлов: переработка труднообогатимых полиметаллических концентратов; переработка техногенного сырья с извлечением ценных компонентов и обеспечением экологической безопасности; повышение показателей производства цветных металлов из традиционного сырья;	18

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		развитие высокоэффективных технологий для переработки вновь выявленных источников сырья, отличающихся неблагоприятным сочетанием химико-минералогического состава для их переработки.	
3	Современные проблемы материаловедения и основные направления их решения	Основные проблемы материаловедения цветных металлов: повышение качества цветных металлов и сплавов; ресурсосберегающие технологии синтеза лигатур цветных и редких металлов; получение дисперсноупрочнённых сплавов; производство порошков и композиционных материалов на их основе; современные разработки в области технологий литья.	8
<b>Итого:</b>			<b>28</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Рафинирование труднообогатимых медных полиметаллических сульфидных концентратов	4
2	Раздел 2	Извлечение золота из упорных флотационных концентратов	4
3	Раздел 2	Извлечение цинка из сталеплавильных пылей	4
4	Раздел 2	Извлечение платиновых металлов при переработке хромитовых руд дунитовых массивов	2
5	Раздел 2	Переработка золотосодержащих гравитационных концентратов	2
6	Раздел 2	Повышение показателей производства глинозема из нефелина	2
7	Раздел 2	Безэлектролизные способы получения алюминия	2
8	Раздел 3	Порошковые титановые материалы	2
9	Раздел 3	Производство отливок из различных сплавов	4
10	Раздел 3	Получения мелкозернистой структуры алюминиевых сплавов	2
<b>Итого:</b>			<b>28</b>

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

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В курсе дисциплины «Современные проблемы металлургии и материаловедения» широко 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 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 И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

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

#### **Раздел 1. Введение. Роль металлургии и материаловедения в экономике страны**

1. Структура металлургического комплекса.
2. Основная продукция цветной металлургии.
3. Основная продукция черной металлургии.
4. Основные задачи материаловедения.
5. Влияние технических решений в металлургии и материаловедении на показатели научно-технического прогресса, развитие экономики и обороноспособности страны.

#### **Раздел 2. Актуальные проблемы цветной металлургии и основные направления их решения**

1. Особенности минерально-сырьевой базы России, энергетического и вспомогательного сырья и актуальные проблемы её развития.
2. Характеристика забалансового и нетрадиционного сырья, вторичного сырья и сырья техногенного происхождения.
3. Современные проблемы производства тяжелых металлов.
4. Современные проблемы производства легких металлов.
5. Современные проблемы производства благородных металлов.

### **Раздел 3. Актуальные проблемы материаловедения и основные направления их решения**

1. Совершенствование существующих и разработка новых марок сталей и сплавов.
2. Ресурсосберегающие технологии синтеза лигатур цветных и редких металлов.
3. Пути повышения прочности металлоизделий.
4. Получение дисперсноупрочнённых сплавов.
5. Производство порошков и композиционных материалов основе.

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

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

1. Назовите крупнейшие отечественные предприятия цветной металлургии.
2. Сформулируйте понятие «минеральные ресурсы».
3. Что означает термин «комплексное сырьё»?
4. Какие требования предъявляют к металлургическому сырью?
5. Пути, обеспечивающие повышение качества медного концентрата, получаемого при обогащении колчеданных медно-цинковых руд?
6. Механизм гидротермального осаждения меди из растворов выщелачивания на твердом продукте?
7. Назовите типы упорных руд золота.
8. Укажите недостатки традиционного метода извлечения золота из упорных руд.
9. Приведите современные гидрометаллургические технологии переработки упорного сульфидного золотосодержащего сырья.
10. Какие факторы сдерживают активное применение биовыщелачивания золота на территории РФ?
11. Что понимают под термином «прег-роббинг»?
12. Каково поведение цинка в сталеплавильном процессе?
13. Приведите примерный химический и фазовый составы сталеплавильной пыли.
14. Какие факторы осложняют рециклинг цинксодержащей сталеплавильной пыли?
15. Приведите существующие методы извлечения цинка из пыли черной металлургии, их достоинства и недостатки.
16. Приведите нетрадиционные сырьевые источники металлов платиновой группы.
17. По каким технологическим схемам возможно извлечение платиновых металлов из хромитовых руд?
18. Дайте характеристику методам переработки гравитационных концентратов золота.
19. В чем заключается процесс «интенсивного цианирования» золота?
20. Приведите примеры реагентов-ускорителей при гидрометаллургическом извлечении золота из гравитационных концентратов.
21. Оцените перспективы замены цианида на малотоксичные растворители в технологиях выщелачивания золота.
22. Дайте характеристику сырьевой базе производства глинозема отечественной промышленности.
23. По какому показателю оценивают качество боксита и способ его дальнейшей переработки?
24. В чем сущность способа комплексной переработки нефелинов?
25. Какова роль рудоподготовки нефелина и известняка в повышение показателей производства глинозема?
26. Какие экологические проблемы стоят перед алюминиевыми заводами?
27. Какие легирующие добавки, обеспечивают повышение прочности изделий из титана, получаемых фасонным литьем?



28. Дайте характеристику способам получения литых титановых изделий сложных форм с высокими механическими свойствами.

29. Дайте характеристику способам воздействия на алюминиевый расплав с целью получения мелкозернистой структуры.

30. Какими механическими свойствами обладают мелкозернистые сплавы?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Содержание меди в перерабатываемых сульфидных медных концентратах обычно составляет, %	1. 5-10; 2. 10-15; 3. 15-35; 4. 35-50.
2.	Отметьте среди приведённых природных минералов меди халькопирит	1. $\text{CuFeS}_2$ ; 2. $\text{CuS}$ ; 3. $\text{Cu}_2\text{S}$ ; 4. $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ .
3.	Содержанием металла в концентрате называется	1. массовая единица; 2. объемная единица; 3. отношение массы металла в концентрате к массе металла в руде; 4. отношение массы металла в концентрате к массе концентрата.
4.	Золотые руды, переработка которых в «стандартных» условиях цианирования не обеспечивает требуемого извлечения золота, называют	1. упорные; 2. бедные; 3. коренные; 4. забалансовые.
5.	Необходимость предварительного кондиционирования золотой руды перед цианированием определяется	1. наличием королек золота; 2. присутствием углерода; 3. присутствием щелочных металлов; 4. присутствием электрума.
6.	К недостаткам окислительного обжига как подготовительной операции перед цианированием упорных сульфидных золотосодержащих материалов относится	1. высокие капитальные затраты; 2. жесткий контроль за выбросами $\text{SO}_2$ и $\text{As}_2\text{O}_3$ ; 3. большая длительность процесса; 4. плохая сплавляемость компонентов шихты.
7.	Что относится к проблемам применения пиролиза для подготовки золотой руды к цианированию?	1. невозможность переработки пиритного и арсенопиритного концентратов; 2. большая длительность процесса; 3. плохая цианируемость золота из-за капсулирования в пирротине; 4. сера и мышьяк выделяются в элементарной форме.
8.	Содержание цинка в сталеплавильных пылях, %	1. до 1; 2. до 10; 3. до 20; 4. до 50.
9.	Основные проблемы термических методов переработки цинксоодержащих сталеплавильных пылей связаны с	1. высоким расходом восстановителя и коррозией футеровки печей; 2. невозможностью вывода цинка из процесса, приводящей к его накоплению в улавливаемой пыли;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. невозможностью их использования по отношению к сырью, содержащему упорные ферритные формы цинка; 4. невозможностью доизвлечения благородных металлов.
10.	Плотность платины при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	1. 2,7; 2. 8,9; 3. 11,3; 4. 21,5.
11.	Продукт-концентрат платиновых металлов при механическом обогащении хромитсодержащих руд дунитовых массивов Среднего Урала	1. хромитовый концентрат; 2. магнитная фракция; 3. хвосты; 4. пенный продукт.
12.	К методам переработки богатых по золоту гравитационных концентратов относится	1. интенсивное цианирование; 2. конвертирование; 3. вельцевание; 4. сернокислотное выщелачивание.
13.	Отметьте среди приведенных природных минералов алюминия гидраргиллит:	1. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 2. (K,Na) <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> ; 3. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O; 4. Al(OH) <sub>3</sub> .
14.	Передовая технология сверхглубокого обескремнивания алюминатных растворов при переработке нефелиновых концентратов включает использование:	1. известкового молока; 2. твердых растворов CO <sub>2</sub> в четырехкальциевом гидроалюминате; 3. высокотемпературных автоклавных технологий; 4. каталитически активных известковых добавок.
15.	В современной промышленной практике основным методом получения металлического алюминия является:	1. электролиз расплава криолита; 2. электролиз криолито-глиноземного расплава; 3. электролиз расплава хлоридов алюминия; 4. восстановление Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> водородом.
16.	Производство алюминия в электролизерах с самообжигающимся анодом сопряжено с	1. высоким уровнем образования и выбросов загрязняющих веществ; 2. получением алюминия высокой частоты; 3. потерями алюминия; 4. повышением удельного расхода электроэнергии.
17.	Свойство титана, осложняющее технологический процесс производства деталей из титановых сплавов	1. высокая химическая активность в расплавленном состоянии; 2. низкая химическая активность; 3. низкая температура плавления; 4. низкая температура кипения.
18.	Способ литья, не позволяющий получать отливки более точных размеров с хорошим качеством поверхности	1. литье под давлением; 2. центробежное литье; 3. литье по выплавляемым моделям; 4. литье в песчано-глиняные формы.
19.	Для производства титановых сплавов используют печи	1. трубчатые; 2. шахтные; 3. вакуумные; 4. печи кипящего слоя.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
20.	К проблемам получения алюминиевых сплавов с высокими ресурсными характеристиками относят	1. склонность сплавов к образованию крупнозернистой структуры, что приводит к анизотропии свойств и повышенному количеству дефектов; 2. высокую температуру плавления сплавов; 3. низкую температуру кипения сплавов; 4. низкую жидкотекучесть сплавов.

### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Содержание цинка в перерабатываемых высококачественных сульфидных медных концентратах составляет, %	1. 0,05-2; 2. 5 -10; 3. 10-25; 4. 25-40.
2.	Отметьте среди приведённых природных минералов меди ковеллин	1. $\text{CuFeS}_2$ ; 2. $\text{CuS}$ ; 3. $\text{Cu}_2\text{S}$ ; 4. $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ .
3.	К подготовительным процессам относится	1. дробление, измельчение и классификация; 2. сгущение; 3. фильтрация; 4. флотация.
4.	Сложность переработки упорных золотых сульфидных руд связана с	1. близкой плотностью сульфидных минералов; 2. высокой плотностью золота; 3. высокой температурой плавления золота; 4. тонкой вкрапленностью золота в сульфидные минералы.
5.	К недостаткам автоклавного окислительного выщелачивания как подготовительной операции перед цианированием упорных сульфидных золотосодержащих материалов относится	1. высокие капитальные затраты; 2. жесткий контроль за выбросами $\text{SO}_2$ и $\text{As}_2\text{O}_3$ ; 3. большая длительность процесса; 4. плохая сплавляемость компонентов шихты.
6.	Что не относится к преимуществам применения сверхтонкого измельчения руды?	1. снижение температуры предварительной термообработки; 2. существенное снижение потерь золота с хвостами цианирования; 3. переработка пиритно-арсенопиритных руд; 4. осуществление твердофазных реакции без подвода тепла.
7.	Что является основным недостатком пиролиза как метода кондиционирования золотой руды?	1. капсулирование золота в пирротине; 2. тонкие частицы золота в продукте; 3. пористая структура продукта; 4. сера и мышьяк выделяются в элементарной форме.
8.	Железо и цинк присутствуют в сталеплавильных пылях в форме	1. сульфидов; 2. оксидов и ферритов;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. гидроксидов; 4. халькогенидов.
9.	Основные проблемы гидрометаллургических щелочных методов переработки цинксодержащих сталеплавильных пылей связаны	1. с высоким расходом восстановителя и коррозией футеровки печей; 2. с невозможностью вывода цинка из процесса, приводящей к его накоплению в улавливаемой пыли; 3. с невозможностью их использования по отношению к сырью, содержащему упорные ферритные формы цинка; 4. с невозможностью доизвлечения благородных металлов.
10.	Принципиальное значение для отечественного платинометалльного комплекса, в отличие от других ведущих продуцентов МПГ, имеет:	1. конъюнктура никеля; 2. полиметаллический характер российских руд; 3. географическое положение заводов; 4. цены на МПГ.
11.	Основная проблема в извлечении платиновых металлов при переработке хромитовых руд дунитовых массивов Среднего Урала связана с	1. разделением железа и платиновых металлов из магнитного продукта обогащения; 2. переходом платиновых металлов в газовую фазу; 3. потерями платиновых металлов с пылями; 4. потерями платиновых металлов со шлаком.
12.	Гидрометаллургическая переработка богатых по золоту (более 100 г/т) гравиконоцентратов традиционным цианированием характеризуется	1. высоким извлечением золотом; 2. низким извлечением золота; 3. переходом золота в газовую фазу; 4. осаждением золота в твердую фазу.
13.	Для получения глинозема методом Байера наиболее приемлемым видом сырья являются	1. нефелиновые концентраты; 2. бокситы гидраргилитового типа с низким содержанием кремнезема; 3. бокситы диаспорового типа; 4. бокситы гидраргилитового типа с высоким содержанием кремнезема.
14.	Главная проблема получения глинозема из нефелинов заключается в	1. в необходимости практически полного разделения элементов Al (III) и Si (IV); 2. в необходимости утилизации отвалов красных шламов; 3. в попутном извлечении благородных металлов; 4. в необходимости поддержания температуры спекания выше 2000 °С.
15.	При производстве глинозёма методом спекания в шихту вводят известняк с целью	1. поглощения избыточного тепла при его разложении; 2. образования в спёке $\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 3. образования в спёке $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ; 4. образования в спёке $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ .
16.	Производство алюминия электролитическим способом осложняется	1. образованием угольной пены в электролизере, негативно влияющей на показатели электролиза; 2. сложностью поддержания рабочей

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		температуры в электролизере; 3. высоким перенапряжением водорода на катоде; 4. низкой температурой плавления алюминия.
17.	Основная примесь в титановых сплавах?	1. цинк; 2. кислород; 3. сера; 4. фосфор.
18.	Температура плавления титана?	1. 327 °С; 2. 1083 °С; 3. 1670 °С; 4. 3400 °С.
19.	Свойство титана, осложняющее технологический процесс производства деталей из титановых сплавов	1. расплавленный титан активно взаимодействует со всеми обычными огнеупорными материалами, из которых выполнена плавильная зона плавильного агрегата; 2. высокая коррозионная стойкость; 3. низкая температура плавления; 4. низкая температура кипения.
20.	Тонкая зеренная структура сплава позволяет	1. уменьшить размеры дефектов (микропоры, выделения вторичных фаз по границам зерен); 2. уменьшить пластичность сплава; 3. уменьшить температуру плавления сплава; 4. не оказывает влияния на механические свойства сплава.

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	К причинам, осложняющим флотационное обогащение медно-цинковых руд, не относится	1. плотность минералов; 2. характер вкрапленности минералов меди, цинка, пирита; 3. близость флотационных свойств сульфидов меди, цинка и железа; 4. сложность вещественного состава руды.
2.	Отметьте среди приведённых природных минералов меди халькозин	1. $\text{CuFeS}_2$ 2. $\text{CuS}$ 3. $\text{Cu}_2\text{S}$ 4. $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
3.	В отвалах и хвостохранилищах складировются	1. хвосты обогащения; 2. концентраты; 3. промежуточные продукты; 4. руда.
4.	К методам, позволяющим интенсифицировать процесс цианирования упорных сульфидных золотосодержащих руд, не относится	1. автоклавное окислительное выщелачивание; 2. биовыщелачивание; 3. окислительный обжиг; 4. восстановительный обжиг.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
5.	К недостаткам биоокислительного выщелачивания как подготовительной операции перед цианированием упорных золотосодержащих материалов относится	1. высокие капитальные затраты; 2. жесткий контроль за выбросами SO <sub>2</sub> и As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 3. большая длительность процесса; 4. плохая сплавляемость компонентов шихты.
6.	Какой эффект не является осложнением при окислительном обжиге золотой руды?	1. потери золота с отходящими газами; 2. оплавление рудных частиц; 3. высокий расход кокса; 4. капсулирование золота рекристаллизованным гематитом.
7.	Что относится к недостаткам процесса выщелачивания золота цианистыми растворами?	1. высокая селективность растворителя; 2. токсичность цианистых соединений; 3. высокое извлечение золота; 4. простота аппаратного оформления.
8.	Основная проблема прямого возврата цинксодержащих сталеплавильных пылей в основное производство связана	1. с высоким расходом восстановителя и коррозией футеровки печей; 2. с невозможностью вывода цинка из процесса, приводящей к его накоплению в улавливаемой пыли; 3. с невозможностью их использования по отношению к сырью, содержащему упорные ферритные формы цинка; 4. с невозможностью доизвлечения благородных металлов.
9.	Низкие показатели по извлечению цинка из сталеплавильных пылей щелочными растворами обусловлены присутствием цинка в форме	1. ферритов цинка; 2. сульфидов; 3. халькогенидов; 4. элементарной.
10.	К металлам платиновой группы относятся	1. Pt, Pd; 2. Pb, Os; 3. Ir, Cu; 4. Pt, Au.
11.	В качестве перспективного сырьевого источника платиновых металлов выступают	1. медные порфиновые руды; 2. хромитовые руды; 3. бокситы; 4. шламы электролиза никеля.
12.	Гравитационные методы обогащения не позволяют извлечь	1. свободное крупное золото; 2. крупное в рубашке; 3. крупное золото в сростках с сульфидами; 4. тонкодисперсное золото.
13.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> получают при переработке	1. нефелиновых концентратов; 2. бокситов гидрагилитового типа с низким содержанием кремнезема; 3. бокситов диаспорового типа; 4. бокситов гидрагилитового типа с высоким содержанием кремнезема.
14.	При выщелачивании нефелиновых спеков SiO <sub>2</sub> осаждается в виде:	1. Na <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O; 2. 3CaO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·mSiO <sub>2</sub> ·(6-2m)H <sub>2</sub> O; 3. 2CaO·SiO <sub>2</sub> ;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. CaO·SiO <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O.
15.	Преимущество нефелинов перед другими сырьевыми источниками алюминия заключается в:	1. высоком содержании Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; 2. низком содержании вредных примесей; 3. комплексном характере; 4. его доступности и простоте переработки.
16.	В промышленности алюминий получают методом	1. пирометаллургии; 2. гидрометаллургии; 3. электрометаллургии; 4. всеми перечисленными способами.
17.	Максимально допустимая концентрация кислорода в титановых сплавах, %	1. 0,2; 2. 1; 3. 2,5; 4. 5.
18.	Изготовление фасонных отливок из титановых сплавов осложняется	1. низкими температурами заливки и химической активностью титановых расплавов; 2. высокими температурами заливки и химической активностью титановых расплавов; 3. низкой активностью титановых расплавов; 4. низкой жидкотекучестью титановых расплавов.
19.	На образование дефектов в сплавах влияют такие специфические свойства титана, как	1. низкая плотность; 2. резкое изменение механических свойств в результате растворения в металле продуктов химического взаимодействия; 3. низкая удельная масса; 4. низкая теплопроводность.
20.	Метод, позволяющий улучшать микроструктуру, механические и эксплуатационные свойства алюминиевых сплавов	1. микролегирование; 2. обработка давлением; 3. нормализация; 4. средний отпуск.

### 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. Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра: Учеб. пособие. М.: МИСИС, 2001. 336 с.
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. Петров Г.В. Металлургия тяжелых и благородных металлов: учеб. пособие / Г.В. Петров, А.Я. Бодуэн, С.Б. Фокина. Санкт-Петербург: Лема, 2017. 184 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=6%D0%9F3%2E2%2F%D0%9F%2030%2D786621671<.>](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=6%D0%9F3%2E2%2F%D0%9F%2030%2D786621671<.>)
4. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. М.: Интернет Инжиниринг, 2002. 442 с.
5. Петров Г.В. Современное состояние и технологические перспективы производства платиновых металлов из хромитовых руд. СПб.: Недра, 2001. 200 с.
6. Платиновые металлы в гипергенных никелевых месторождениях и перспективы их промышленного извлечения / В.Г. Лазаренков и др. СПб.: Недра, 2006. 188 с.
7. Металлургия благородных металлов: Учебник для вузов / Под общ. ред. Л.В. Чугаева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1987. 432 с.



8. Платинометалльные месторождения мира. Т.2: Платиносодержащие хромитовые и титаномагнетитовые месторождения/ Д.А.Додин. М.: ООО "Геоинформцентр", 2003. 409 с.

## **7.2. Дополнительная литература**

1. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов / С.С. Набойченко, Л.П. Ни, Я.М. Шнеерсон и др.; Под ред. С.С. Набойченко. Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2002. 940 с.

2. Современные проблемы металлургии и материаловедения благородных металлов: учеб. пособие / С.И. Лолейт и др. Москва: МИСИС, 2012. 196 с.

<https://e.lanbook.com/book/47428>

## **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. Портал металлургической отрасли: <http://www.infogeo.ru>

6. Термодинамические базы данных: <http://www.factsage.com>,  
<http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan>

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

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

8. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

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

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

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

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

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

1. Современные проблемы металлургии и материаловедения: Методические указания к практическим занятиям / Сост. Г.В. Петров, С.Б. Фокина. СПб: Лема, 2018. 14 с.

[http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr\\_1542964799.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr_1542964799.pdf)

2. Современные проблемы металлургии и материаловедения: Методические указания к самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Сост. С.Б. Фокина. СПб., 2018. 8 с.

[http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs\\_1544264921.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1544264921.pdf)

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

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

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

Мебель: стол 160×80×72 – 2 шт., стол компьютерный 80×90×95 – 9 шт., стол 140×80×72 – 1 шт., стул «Исо» – 19 шт., сектор 80×80×72 – 1 шт., стол 80×80×72 – 1 шт., доска аудиторная – 1 шт., экран для проектора – 1 шт.

Компьютерная техника: принтер Xerox Phaser 460 – 1 шт., монитор ЖК HP LA2205wgT – 10 шт., системный блок HP Compaq 6000 Pro MT – 10 шт. (с возможностью

подключения к сети «Интернет»), концентратор J3294A HP ProCurve 10 – 1 шт. (с возможностью подключения к сети «Интернет»), экран для проектора – 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)