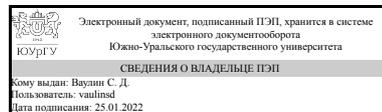


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



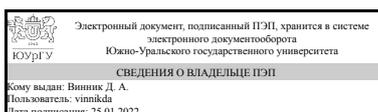
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.09.01 Производство цветных и редких металлов  
для направления 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

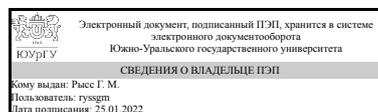
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.11.2015 № 1331

Зав.кафедрой разработчика,  
Д.ХИМ.Н., доц.



Д. А. Винник

Разработчик программы,  
к.хим.н., доц., доцент



Г. М. Рысс

## 1. Цели и задачи дисциплины

Ознакомление студентов с разнообразием способов получения металлов, с перспективными направлениями развития цветной металлургии.

### Краткое содержание дисциплины

- на примере получения меди и никеля рассмотреть основные способы переработки сульфидного сырья пирометаллургическими технологиями, - познакомиться с гидрометаллургическими технологиями извлечения металлов из концентратов и электролизом на примерах получения цинка и алюминия, - рассмотреть практическое использование процессов хлорирования на примере получения титана, - рассмотреть способы восстановления металлов из соединений газообразными восстановителями, - познакомиться с металлокерамическим методом получения компактного металла, а также с промышленным использованием электронно-лучевого переплава, зонной и плазменной плавки на примерах производства вольфрама и молибдена.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности	Знать:- технологии получения цветных и редких металлов, теоретические основы технологических процессов, основное технологическое оборудование; - иметь представление об областях науки, техники и многоотраслевых секторах производства, охватывающих средства и способы получения цветных и редких металлов, о сырьевых ресурсах, о системе государственных стандартов в металлургии
	Уметь: анализировать влияние технологических параметров на процесс производства металла с позиции современных научных представлений.
	Владеть: навыками в оценке параметров технологических процессов, условий получения цветных и редких металлов и влияний различных факторов на качество продукции.
ПК-9 готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	Знать: производство цветных металлов. и основное оборудование.
	Уметь: оценивать условия получения металлов с позиции современных научных представлений.
	Владеть: методами разработки технологических процессов.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.11 Физико-химия процессов и систем	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.11 Физико-химия процессов и систем	знать основные законы термодинамики и кинетики металлургических систем; уметь анализировать процессы металлургического производства; владеть методиками анализа и расчета равновесий и скоростей протекания металлургических процессов.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	180	108	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	48	32
Лекции (Л)	48	32	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	100	60	40
Подготовка к экспресс-контролю	24	16	8
Выполнение курсовой работы	28	28	0
Выполнение курсовой работы	14	0	14
Подготовка к экзамену	18	0	18
Подготовка к зачету	16	16	0
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен, КР

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Задачи и структура курса. Подготовка руды к металлургической переработке.	6	6	0	0
2	Металлургия меди и никеля	22	10	12	0
3	Металлургия цинка	18	10	8	0
4	Металлургия алюминия	14	10	4	0
5	Металлургия титана	8	4	4	0
6	Металлургия вольфрама	6	4	2	0
7	Металлургия молибдена	6	4	2	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Классификация цветных металлов, их применение в народном хозяйстве. История развития цветной металлургии, ее современное состояние и перспективы	2
2	1	Руды цветных металлов, необходимость их обогащения. Подготовка руды к обогащению. Обогащение флотацией.	2
3	1	Обогащение руд цветных металлов гравитационными, электрическим и магнитным способами. Специальные методы обогащения. Обезвоживание концентратов после обогащения.	2
4	2	Физические и химические свойства меди. Сплавы на ее основе. Области применения и перспективы. Современное состояние металлургии меди. Медные руды и способ их обогащения. Получение медных штейнов. Автогенные способы выплавки штейна.	2
5	2	Выплавка черновой меди из штейна. Непрерывные процессы выплавки меди.	2
6	2	Рафинирование меди огневым и электролитическим способами. Техно-экономические показатели производства меди	2
7	2	Руды никеля. Получение ферроникеля из окисленных руд. Переработка сульфидной никелевой руды пирометаллургическим и гидрометаллургическими способами.	2
8	2	Получение металлического никеля - электроэкстракция из раствора, карбонильный способ, восстановление водородом. Выплавка ферроникеля.	2
9	3	Физические и химические свойства цинка. Сплавы на его основе. Области применения и перспективы. Современное состояние металлургии цинка. Цинковые руды и способы их обогащения.	2
10	3	Обжиг цинковых концентратов. Выщелачивание огарка.	2
11	3	Очистка цинкового раствора от выщелачивания огарка от примесей. Гидролитическая очистка. Цементация. Соосаждение примесей	2
12	3	Электролитическое выделение цинка из сульфатного раствора.	2
13	3	Выделение цинка из кека. Вельц-процесс. Переплавление цинковых катодов. Техно-экономические показатели производства цинка.	2
14	4	Физические и химические свойства алюминия. Сплавы на его основе. Области применения и перспективы. Современное состояние металлургии алюминия. Сырье алюминиевой промышленности.	2
15	4	Производство глинозема методом Байера. Переработка алюминиевого сырья методом спекания. Последовательная и параллельная схемы Байер -спекание	2
16	4	Производство глинозема кислотными способами. Получение криолита из плавикового шпата.	2
17	4	Получение алюминия электролизом глинозема, растворенного в расплаве криолита. Основные технологические параметры процесса.	2
18	4	Рафинирование электролитного алюминия. Получение алюминия особой чистоты хлорированием, вторичным электролизом, дистилляцией и т.д. Техно-экономические показатели производства алюминия.	2
19	5	Физические и химические свойства титана. Сплавы на его основе. Области применения и перспективы. Титаносодержащие руды. Способы их обогащения. Схема переработки ильменитовых концентратов. Восстановительная плавка ильменита. Производство четыреххлористого титана.	2
20	5	Металлотермическое восстановление титана из тетрахлорида магнием и натрием. Очистка титановой губки. Вакуумный переplав титановой губки и	2

		получение слитков. Техничко-экономические показатели производства титана.	
21	6	Физические и химические свойства вольфрама. Сплавы на его основе. Области применения и перспективы. Минералы, руды, концентраты. Способы разложения вольфрамовых концентратов: спеканием с содой, содовым раствором, минеральными кислотами. Выделение вольфрама из растворов, получение его оксида (III).	2
22	6	Восстановление вольфрама из оксида водородом и углеродом. Металлокерамический способ получения компактного вольфрама. Перспективы использования электронно-лучевой, плазменной, индукционной и дуговой плавки.	2
23	7	Физические и химические свойства молибдена. Сплавы на его основе. Области применения и перспективы. Переработка молибденовых концентратов. Окислительный обжиг молибденита. Аммиачный способ переработки огарка. Разложение концентрата азотной кислотой.	2
24	7	Восстановление молибдена из оксида водородом и углеродом. Получение компактного молибдена и сплавов на его основе.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Термодинамика и кинетика обжига сульфидов	4
2	2	Условия сульфидной плавки медных концентратов	4
3	2	Термодинамика и кинетика окислительного рафинирования металлов	4
4	3	Диаграмма Пурбэ системы H <sub>2</sub> O – Zn	2
5	3	Термодинамика сернокислого выщелачивания цинковых концентратов	2
6	3	Использование гидролиза в металлургии	2
7	3	Электролитическое выделение металлов из водных растворов	2
8	4	Теоретические основы способа Байера	2
9	4	Условия электролиза расплава глинозема в криолите	2
10	5	Теоретические основы процесса хлорирования титанистого шлака	4
11	6	Термодинамика разложения вольфрамовых концентратов	2
12	7	Условия восстановления оксидов вольфрама и молибдена	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	не предусмотрены	0

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Выполнение курсовой работы	1. Германюк, Н.В. Курсовая работа по дисциплине «Общая металлургия»: учебное пособие./Н.В. Германюк. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010.– 34 с.; 2. Расчеты металлургических процессов производства меди [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия"	42

	/ Е. И. Елисеев и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2012. -220 с. Конкретные разделы, главы и страницизависят от темы курсовой работы	
Подготовка к зачету	Список рекомендуемой литературы приведен в разделе 8 РПД	16
Подготовка к экзамену	Список рекомендуемой литературы приведен в разделе 8 РПД	18
Подготовка к экспресс-контролю	Список рекомендуемой литературы приведен в разделе 8 РПД	24

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Видеолекция	Лекции	Иллюстрация современных металлургических процессов	10
интерактивное обучение	Практические занятия и семинары	Обсуждение применения теоретических закономерностей в технологии на примерах конкретных технологических процессов; обсуждение практических ситуаций.	16

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Раздаточный материал	Схемы процессов и оборудования

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: ПНР-2

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности	экспресс-контроль	1
Все разделы	ПК-9 готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	проверка решения задач	2
Все разделы	ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и	проверка и защита	3

	общеинженерные знания в профессиональной деятельности	курсовой работы	
Все разделы	ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности	зачет	4
Все разделы	ПК-9 готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	зачет	4
Все разделы	ОПК-3 готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности	экзамен	5, 6
Все разделы	ПК-9 готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	экзамен	5, 6

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
экспресс-контроль	<p>По окончании изучения разделов осуществляется контроль усвоения теоретических знаний. Студенту задаются вопросы по теме раздела. Количество вопросов по разделу - 10, время на ответ 10 минут.</p> <p>Опрос проводится в виде компьютерного тестирования либо в письменной форме (также в форме теста).</p> <p>Ответы загружаются в электронную среду (ЮУрГУ 2.0).</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания: - правильный ответ на заданный вопрос - 1 балл; -неправильный ответ на заданный вопрос - 0 баллов. Максимальное количество баллов за один опрос – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.</p>
проверка решения задач	<p>Студент решает задачи на практических занятиях. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильно решенная на занятии задача соответствует 3 баллам. Задача решенная с погрешностями, соответствует 2 баллам. Задача, решенная с существенными погрешностями, соответствует 1 баллу. Отсутствие решения задачи соответствуют 0 баллов. Если задача решена дома, то для получения оценки 3 балла необходимо объяснить решение. В противном случае правильно решенная задача оценивается в 2 балла. Максимальное количество баллов за одну задачу - 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1</p>	<p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %.</p>
проверка и защита	Задание на курсовую работу выдается в первую неделю семестра. Не позже, чем за две недели до окончания	Отлично: величина рейтинга обучающегося по курсовой

курсовой работы	<p>семестра, студент сдает преподавателю на проверку выполненную работу. Преподаватель проверяет пояснительную записку и графический материал и, при отсутствии замечаний, допускает студента к защите. Защита курсовой работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Показатели оценивания: – Соответствие заданию: 3 балла – полное соответствие заданию; 2 балла – полное соответствие заданию, но имеются недочеты; 1 балл – неполное соответствие заданию; 0 баллов – несоответствие заданию. – Качество пояснительной записки: 3 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями 2 балла – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения 0 балл – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки Максимальное количество баллов – 9.</p>	<p>работе 85...100 %; Хорошо: величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 75...84 %; Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 60...74 %; Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по курсовой работе 0...59 %;</p>
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и собственно зачета (промежуточной	Зачтено: рейтинг по дисциплине равен или более 60 %. Не зачтено: рейтинг по

	<p>аттестации). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Зачет проводится в форме компьютерного тестирования. В тесте 20 вопросов по темам, изученным в течение семестра, время на прохождение теста 25 минут. Студенту дается 2 попытки, засчитывается лучшая из них. за правильный ответ на вопрос дается 1 балл, за неверный ответ - 0 баллов. Максимальное количество баллов 20. В случае невозможности проведения компьютерного теста зачет проводится в письменном виде. В билете 5 вопросов, на ответы дается 2 часа. После проверки письменного ответа студенту могут быть заданы уточняющие вопросы по темам вопросов билета. Критерии оценивания ответов: правильный ответ на вопрос соответствует 4 баллам; правильный ответ с погрешностями соответствует 3 баллам; неполный ответ соответствует 2 баллам; ответ с грубыми ошибками соответствует 1 баллу; неправильный ответ на вопрос или отсутствие ответа соответствует 0 баллов Максимальное количество баллов – 20.</p>	<p>дисциплине менее 60 %.</p>
<p>экзамен</p>	<p>На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и собственно экзамена (промежуточной аттестации). При оценивании результатов мероприятия (промежуточной аттестации) используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования. В тесте 20 вопросов по темам, изученным в течение всего курса, время на прохождение теста 25 минут. Студенту дается 2 попытки, засчитывается лучшая из них. за правильный ответ на вопрос дается 1 балл, за неверный ответ - 0 баллов. Максимальное количество баллов 20. В случае невозможности проведения компьютерного теста зачет проводится в письменном виде. В билете 5 вопросов, на ответы дается 2 часа. После проверки письменного ответа студенту могут быть заданы уточняющие вопросы по темам вопросов билета. Критерии оценивания ответов: правильный ответ на вопрос соответствует 4 баллам; правильный ответ с погрешностями соответствует 3 баллам; неполный ответ соответствует 2 баллам; ответ с грубыми ошибками соответствует 1 баллу; неправильный ответ на вопрос или отсутствие ответа соответствует 0 баллов Максимальное количество баллов – 20.</p>	<p>Отлично: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %; Хорошо: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %; Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
--------------	-----------------------------

экспресс-  
контроль

Задание 1.

Примеры вопросов тестов.

1. Большой угол захвата в щековой дробилке приводит к

- а) выталкиванию дробимого куска из рабочего пространства;
- б) к выходу мелких частиц;
- в) накапливанию влаги;
- г) износу ленты;
- д) износу привода.

2. В качестве искусственной постели в отсадочных машинах применяют:

- а) железную дробь, скрап, отработанные мелкие шары шаровой мельницы;
- б) реагенты-собиратели;
- в) коагулянты;
- г) шлюзы;
- д) колосники.

3. Если после грохочения подрешеточный продукт является конечным, то грохочение называется:

- а) предварительным;
- б) грохочением с целью обезвоживания;
- в) вспомогательным грохочением;
- г) подготовительным грохочением;
- д) поверочным грохочением.

4. Автогенный процесс протекает за счет :

- а) теплоты от сжигания вводимого топлива;
- б) теплоты экзотермических реакций обработки сырья;
- в) теплоты, выделяющейся при прохождении электрического тока;
- г) теплоты, утилизируемой в процессе плавки.

5. Сульфиды при их сравнимых количествах в сульфидном расплаве окисляются в последовательности :

- а)  $Cu \rightarrow Fe \rightarrow Ni$ ;
- б)  $Ni \rightarrow Cu \rightarrow Fe$ ;
- в)  $Fe \rightarrow Ni \rightarrow Cu$ .

6. При сульфидной плавке медных концентратов и конвертировании штейна основная часть благородных металлов концентрируется в :

- а) штейне и черновой меди;
- б) шлаке;
- в) газе;
- г) пыли.

7. При выплавке ферроникеля по мере опускания шихты в зону высоких температур в первую очередь восстанавливаются до металлов соединения \_\_\_\_ :

- а) никеля;
- б) железа;
- в) хрома;
- г) марганца.

8. Разность электрических потенциалов, которая заставляет электрические заряды перемещаться по проводникам, называется:

- а) сопротивлением;
- б) силой тока;
- в) мощностью;
- г) напряжением.

9. Основой электролита при электролитическом получении алюминия является:

- а) криолит – двойная соль фтористого натрия и фтористого алюминия;
- б) диоксид кремния;
- в) оксид железа;
- г) хлорид меди;
- д) угольная кислота.

	<p>10. Цинк можно выделить из водного раствора сульфата цинка электролизом:</p> <p>а) так как электродный потенциал цинка выше электродного потенциала гидратированного протона;</p> <p>б) из-за высокого перенапряжения выделения водорода на металлическом цинке;</p> <p>в) в результате большого различия скоростей доставки ионов цинка и водорода к катоду.</p> <p>11. Как влияет увеличение пористости восстановителя на скорость хлорирования титанового шлака в расплаве :</p> <p>а) увеличивает?</p> <p>б) не влияет?</p> <p>в) уменьшает?</p>
проверка решения задач	<p>Задание 2.</p> <p>Примерные темы задач</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет количественных показателей обогащения</li> <li>2. Расчет рационального состава руды или концентрата</li> <li>3. Расчет материального баланса конвертирования медного штейна</li> <li>4. Расчет окислительного рафинирования меди</li> <li>5. Расчет процесса электролитического рафинирования металла.</li> </ol>
проверка и защита курсовой работы	<p>Задание 3.</p> <p>Тема курсовой работы "Расчет материального и теплового баланса процесса и расчет агрегата для осуществления процесса". Темы работ выдаются индивидуально.</p>
зачет	<p>Задание 4</p> <p>Примеры вопросов зачетного теста</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По величине какого параметра происходит разделение зерен при классификации?</li> <li>2. Какие силы действуют на зерно в щековой дробилке с простым движением щеки?</li> <li>3. С какой целью устанавливают грохот перед дробилкой?</li> <li>4. Различие в величине каких характеристик зерен используют при электрическом обогащении?</li> <li>5. Что такое «раскрытие» зерен?</li> <li>6. В какой последовательности окисляются сульфиды при их сравнимых количествах в сульфидном расплаве?</li> <li>7. При электролитическом рафинировании меди примеси более благородных чем медь элементов переходят в _____?</li> <li>8. Автогенным называют процесс, протекающий за счет _____?</li> <li>9. Какой основной способ обогащения сульфидных руд?</li> <li>10. Какова цель конвертирования никелевого штейна?</li> </ol>
экзамен	<p>Задание 5.</p> <p>Образец экзаменационного теста</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По величине какого параметра происходит разделение зерен при классификации?</li> <li>2. Какие силы действуют на зерно в щековой дробилке с простым движением щеки?</li> <li>3. С какой целью устанавливают грохот перед дробилкой?</li> <li>4. Различие в величине каких характеристик зерен используют при электрическом обогащении?</li> <li>5. Что такое «раскрытие» зерен?</li> <li>6. В какой последовательности окисляются сульфиды при их сравнимых количествах в сульфидном расплаве: <math>Cu \rightarrow Fe \rightarrow Ni</math>; <math>Ni \rightarrow Cu \rightarrow Fe</math>; <math>Fe \rightarrow Ni \rightarrow Cu</math>.</li> <li>7. Как изменяется перенапряжение разряда водорода на цинке при увеличении плотности тока: увеличивается? уменьшается? не изменяется?</li> <li>8. Для чего проводят агломерацию никелевой руды?</li> <li>9. При электролитическом рафинировании меди примеси более благородных чем медь элементов удаляются на аноде? катоде? не удаляются?</li> <li>10. Автогенным называют процесс, протекающий за счет: тепла химических реакций; тепла от сгорания вводимого в агрегат топлива; тепла, утилизируемого в процессе плавки.</li> <li>11. Какой реагент используют при выщелачивании цинка из обожженного</li> </ol>

концентрата?

12 Почему цинк можно выделить из водного раствора сульфата цинка электролизом: а) электродный потенциал цинка выше электродного потенциала гидратированного протона; б) из-за высокого перенапряжения выделения водорода на металлическом цинке; в) в результате большого различия скоростей доставки ионов цинка и водорода к катоду?

13 Как влияет увеличение пористости восстановителя на скорость хлорирования титанового шлага в расплаве: увеличивает? не влияет? уменьшает?

14 В каком агрегатном состоянии выделяется цинк при его углеродотермическом восстановлении из обожженного концентрата?

15 Какой основной способ обогащения сульфидных руд: гравитационный? флотация? магнитная сепарация?

16 Каково соотношение парциального давления  $SO_3$  в газе  $PSO_3$  и упругости диссоциации сульфата цинка  $P^*SO_3$  при сульфатизирующем обжиге сульфидного сырья: а)  $PSO_3 > P^*SO_3$ ; б)  $PSO_3 = P^*SO_3$ ; в)  $PSO_3 < P^*SO_3$ ;

17 Какова цель конвертирования никелевого штейна?

18 Какое соединение является источником химических потерь цинка:  $ZnO$ ,  $ZnSO_4$ ,  $ZnS$ ,  $ZnFeO_4$ ,  $Zn_2SiO_4$ ?

19 Какие процессы протекают на аноде при электролизе расплава глинозема в криолите: выделение фтора? выделение оксидов углерода? восстановление алюминия?

20 Как влияет понижение температуры на скорость разложения алюминатного раствора: понижает? повышает? не влияет?

Задание 6

Примеры экзаменационных вопросов

1. Промышленная классификация металлов. Области применения цветных металлов.

2. Минералы и руды цветных металлов. Химический и минералогический состав руд и концентратов цветных металлов.

3. Задачи и способы обогащения руд цветных металлов.

4. Продукты обогащения. Его показатели.

5. Подготовительные операции при обогащении. Цель дробления и измельчения руд.

6. Грохочение и классификация. Цели, оборудование.

7. Гравитационные способы обогащения

8. Магнитные способы обогащения.

9. Принцип флотационного обогащения.

10. Основы разделения зерен минералов при классификации. Оборудования для классификации.

11. Флотационные реагенты, их назначение.

12. Электрические методы обогащения.

13. Схемы измельчения и классификации.

14. Схемы флотации.

15. Принципы, которые должны выполняться при дроблении и измельчении.

Способы осуществления.

16. Технологические схемы обогащения руд цветных металлов.

17. Поведение сульфидов при окислительном обжиге.

18. Принцип обжига в кипящем слое (КС).

19. Задачи обжига сульфидных медных концентратов.

20. Степень десульфуризации при обжиге сульфидных концентратов и факторы, влияющие на неё.

21. Выплавка медного штейна.

22. Состав и свойства шлаков и штейна.

23. Причины и формы потерь меди при плавке медных концентратов.

24. Задачи и принцип конверторной переработки медного штейна.

25. Поведение сульфидов различных металлов при конвертировании штейна.

<p>26. Задачи огневого рафинирования черновой меди и принцип удаления примесей.</p> <p>27. Полнота удаления примесей при огневом рафинировании и качество меди.</p> <p>28. Восстановление меди при огневом рафинировании (дразнение).</p> <p>29. Задачи электролитического рафинирования.</p> <p>30. Поведение элементов при электролизе в зависимости от величины окислительно-восстановительного потенциала и концентрации элемента в растворе. Напряжение разложения.</p> <p>31. Процессы на электродах. Поведение примесей меди при электролизе.</p> <p>32. Режим электролиза и показатели процесса.</p> <p>33. Поведение примесей меди при электролизе.</p> <p>34. Оборудование для электролитического рафинирования меди.</p> <p>35. Свойства алюминия и его значение в современной технике.</p> <p>36. Глинозем, как материал для электролиза, свойства глинозема. Способы производства глинозема.</p> <p>37. Побочные процессы при электролизе алюминия.</p> <p>38. Выход по току и факторы, определяющие его величину.</p> <p>39. Рафинирование алюминия, показатели процесса.</p> <p>40. Основные операции гидрометаллургической технологии.</p> <p>41. Режим выщелачивания и различные схемы выщелачивания.</p> <p>42. Очистка растворов от примесей.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Лыкасов, А. А. *Металлургия цветных металлов Ч. 1 Обогащение, металлургия меди Учеб. пособие* ЧГТУ, Каф. Физ.-хим. исслед. металлург. процессов. - Челябинск: ЧГТУ, 1993. - 68,[1] с. ил.
2. *Процессы и аппараты цветной металлургии Учеб. для вузов по направлению "Металлургия"* С. С. Набойченко, Н. Г. Агеев, А. П. Дорошкевич и др.; Под ред. С. С. Набойченко; Урал. гос. техн. ун-т (УПИ). - 2-е изд., доп. - Екатеринбург: Уральский государственный технический университет - У, 2005
3. Лыкасов, А. А. *Металлургия меди Текст учебное пособие* А. А. Лыкасов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 73, [2] с. ил.
4. Лыкасов, А. А. *Металлургия никеля Текст учеб. пособие* А. А. Лыкасов, Г. М. Рысс, Н. М. Танклевская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 78, [1] с. ил.
5. Лыкасов, А. А. *Металлургия цветных металлов Текст Ч. 2 Металлургия цинка учеб. пособие* А. А. Лыкасов, Г. М. Рысс ; ЧГТУ, Каф. Физико-химические исследования металлургических процессов. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1994. - 68 с. ил.
6. Лыкасов, А. А. *Общая металлургия Ч. 3 Металлургия алюминия Учеб. пособие* Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 51,[1] с.
7. Лыкасов, А. А. *Общая металлургия Ч. 4 Металлургия титана Учеб. пособие* Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 25,[2] с. ил.
8. Лыкасов, А. А. *Металлургия вольфрама и молибдена Текст учеб. пособие* А. А. Лыкасов, Г. М. Рысс, В. М. Жихарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 78, [2] с.

9. Уткин, Н. И. Производство цветных металлов Н. И. Уткин. - 2-е изд. - М.: Интермет Инжиниринг, 2004. - 442 с. ил.

10. Уткин, Н. И. Производство цветных металлов Н. И. Уткин. - М.: Интермет Инжиниринг, 2002. - 442 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Зеликман, А. Н. Металлургия редких металлов Учеб. для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" А. Н. Зеликман, Б. Г. Коршунов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Metallurgy, 1991. - 431 с. ил.

2. Зеликман, А. Н. Теория гидрометаллургических процессов Учеб. для вузов по спец. "Металлургия цв. металлов" и "Хим. технология редких и рассеян. элементов". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Metallurgy, 1983. - 423 с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Известия вузов. Цветная металлургия
2. Цветные металлы
3. Реферативный журнал. Металлургия.

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Расчеты металлургических процессов производства меди [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" / Е. И. Елисеев и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2012. -220 с.

2. Германюк, Н.В. Курсовая работа по дисциплине "Общая металлургия" [Текст] : учеб. пособие для студентов специальности 150102 "Металлургия цв. металлов" / Н. В. Германюк ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2010. - 31 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Расчеты металлургических процессов производства меди [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" / Е. И. Елисеев и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2012. -220 с.

2. Германюк, Н.В. Курсовая работа по дисциплине "Общая металлургия" [Текст] : учеб. пособие для студентов специальности 150102 "Металлургия цв. металлов" / Н. В. Германюк ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2010. - 31 с.

## **Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Лыкасов, А. А. Обогащение руд цветных металлов Текст учеб. пособие по специальности 150102 "Металлургия цв. металлов" А. А. Лыкасов, Г. М. Рысс, М. С. Павловская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр

			ЮУрГУ, 2009. - 85, [1] с. ил. электрон. версия <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000492059">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000492059</a>
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Лыкасов, А. А. Металлургия цинка Текст учеб. пособие А. А. Лыкасов, Г. М. Рысс, В. Н. Власов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 66, [3] с. электрон. версия <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000475432">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000475432</a>
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Расчеты металлургических процессов производства меди [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" / Е. И. Елисеев и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2012. -220 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000491997">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000491997</a>
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Германюк, Н.В. Курсовая работа по дисциплине "Общая металлургия" [Текст] : учеб. пособие для студентов специальности 150102 "Металлургия цв. металлов" / Н. В. Германюк ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2010. - 31 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000497459">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000497459</a>
5	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Самодурова, М. Н. Металлургия и технология порошкового вольфрама Текст учеб. пособие М. Н. Самодурова, Л. А. Барков, В. А. Иванов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Машины и технология обработки материалов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 127, [1] с. ил. электрон. версия <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD1&amp;key=000502444">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD1&amp;key=000502444</a>
6	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Самодурова, М. Н. Металлургия и технология порошкового молибдена Текст учеб. пособие по направлениям "Пр-во неметал. и метал. порошков" и "Боеприпасы и взрыватели" М. Н. Самодурова, Л. А. Барков, В. А. Иванов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Машины и технологии обработки материалов давлением ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 185, [1] с. ил. электрон. версия <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000535428">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000535428</a>
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Колобов, Г.А. Основы рафинирования цветных металлов. [Электронный ресурс] / Г.А. Колобов, А.В. Елютин, Н.Н. Ракова, В.Н. Бруэк. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2010. — 93 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2059">http://e.lanbook.com/book/2059</a> — Загл. с экрана.
8	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Лыкасов, А. А. Металлургия цветных металлов [Текст] учеб. пособие для направлений 22.03.01, 22.03.02 А. А. Лыкасов, Г. М. Рысс ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Материаловедение и физико-химия материалов ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2017. - 194, [1] с. ил. электрон. версия <a href="http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000560927">http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000560927</a>

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	314 (1)	Компьютер, проектор
Лекции	314 (1)	Компьютер, проектор
Самостоятельная работа студента	324 (1)	Компьютеры с выходом в сеть университета