

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»  
Институт новых материалов и технологий



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке  
А.В. Германенко  
» \_\_\_\_\_ 2022 г.

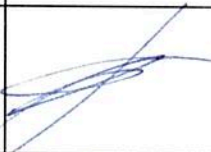

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

#### Энерго- и ресурсосберегающие технологии в металлургии черных и цветных металлов

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры Металлургия черных, цветных и редких металлов	Код ПА 2.6.2.
Группа специальностей Химические технологии, науки о материалах, металлургия	Код 2.6.
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург  
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Спирин Николай Александрович	Д.т.н., профессор	Заведующий кафедрой	Кафедра теплофизики и информатики в металлургии	
2	Маковская Ольга Юрьевна	К.т.н.	Доцент	Кафедра металлургии цветных металлов	

**Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 20220526-01 от 26.05.2022 г.



О.Ю. Корниенко

**Согласовано:**

Начальник ОПНПК

Е.А. Бутрина

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Энерго- и ресурсосберегающие технологии в металлургии черных и цветных металлов» является факультативом в программе аспирантуры.

Цель дисциплины: получение аспирантами знаний об особенностях физико-химических процессов, лежащих в основе технологических процессов получения черных и цветных металлов, перспективам развития ресурсосберегающих технологий производства цветных и черных металлов, а также развитие навыков самостоятельного анализа актуальных вопросов металлургии и путей их решения на основе использования ресурсосберегающих технических решений.

## 1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результаты освоения дисциплины «Энерго- и ресурсосберегающие технологии в металлургии черных и цветных металлов» направлены на расширение кругозора аспирантов в смежной области науки и техники и могут быть использованы при научно-исследовательской деятельности аспирантов и подготовке кандидатской диссертации.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

### Знать:

- основы теории и практики использования энерго- и ресурсосберегающих технических решений в производстве черных и цветных металлов;
- перспективы освоения энерго- и ресурсосберегающих технологий в интересах повышения эффективности и экологической безопасности металлургического производства и смежных отраслей промышленности;
- методологию оценки показателей технического уровня разработок с точки зрения энерго-, ресурсо- и экологической эффективности.

### Уметь:

- анализировать технические и технологические решения в области производства черных и цветных металлов;
- оценивать эффективность и перспективность технических и технологических решений для развития конкретной металлургической технологии, смежных производств и минерально-сырьевого комплекса в целом.

### Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методами расчёта технико-экономической эффективности технологических решений, поиска, анализа и научного обоснования перспективных направлений развития металлургического производства.

## 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	4
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
2.	Лекции	4	4	4
4.	<b>Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>104</b>	<b>1</b>	<b>104</b>



5.	Промежуточная аттестация	36	0,25	Зачет
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	5,25	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Актуальные проблемы металлургии	Тенденции развития человеческого общества и их связь с проблемами минерально-сырьевого комплекса. Влияние технических решений в металлургии на показатели научно-технического прогресса, развитие экономики и обороноспособности страны. Роль ресурсосберегающих технологий в решении проблем металлургии.
P2	Основные тенденции в изменении сырьевой базы металлургии и перспективы её развития	Сырьевая база металлургии и тенденции её изменения применительно к основным группам цветных и черных металлов. Вовлечение в сферу производства забалансового и нетрадиционного сырья, вторичного сырья и сырья техногенного происхождения. Особенности минерально-сырьевой базы энергетического и вспомогательного сырья и актуальные проблемы её развития. Рециклинг металлов и материалов, как эффективное направление снижения нагрузки на сырьевую базу металлургии.
P3	Современное состояние и перспективы развития ресурсосберегающих технологий в металлургии черных и цветных металлов	Ресурсосберегающие технологии в металлургии цветных и черных металлов. Внедрение автогенных технологий при переработке сульфидного сырья цветных металлов. Использование и внедрение непрерывных технологических процессов в металлургии железа, меди, никеля, цинка и свинца.
P4	Энергоэффективные технологии и информационно-моделирующие системы в металлургии.	Основные альтернативные методы прямого получения железа. Новые технологии и аппараты для грануляция металлургических расплавов, обжига металлургического сырья, очистки железорудного концентрата от фосфора. Новые ресурс- и энергосберегающие, экологически безопасные конструкции и режимы работы нагревательных, термических и плавильных печей. Современные теплотехнические аппараты и топливосжигающие устройств в пирометаллургии. Цифровая трансформация пирометаллургических технологий. Научные проблемы создания интеллектуальных систем управления технологическими процессами в пирометаллургии на основе концепции «Индустрия 4.0».

## 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

### 3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

#### 3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.



## 4.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

### 4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Термины и определения в области энерго-, ресурсосбережения, охраны окружающей среды, экологической безопасности.
2. Принципы и критерии устойчивого развития общества.
3. Основные факторы воздействия металлургического производства на окружающую среду.
4. Энергоэффективность медеплавильного и рафинировочного производств, цинкового производства пирометаллургическими и гидрометаллургическими способами.
5. Ресурсосбережение в металлургии.
6. Особенности формирования загрязнений в производстве меди из первичного и техногенного сырья, цинкового производства.
7. Принципы экологически безопасного развития металлургического производства. Основные эколого-экономические критерии оценки металлургических технологий.
8. Рациональное использование материальных, энергетических и социальных ресурсов в металлургии.
9. Отходы производства. Источники образования материальных и энергетических отходов, возможности их утилизации.
10. Основные показатели энерго-, ресурсоэффективности и экологичности технологий производства цветных металлов, пути их улучшения.
11. Создание замкнутых производств на основе комплексной переработки первичного сырья и отходов, минимизация энергопотребления.
12. Методы оценки и анализа экологических проблем металлургического предприятия.
13. Перспективные энерго- и ресурсосберегающие технологии получения цветных металлов: автогенные процессы, ПЖВ, Ausmelt, электрофизические методы.
14. Планирование и организация экологически чистого производства меди из вторичного и техногенного сырья, дистилляционного способа получения цинка и пирометаллургического способа рафинирования цинка.
15. Переработка сульфидных концентратов в агрегате КИВЦЭТ. Новые процессы получения цинка.
16. Пути совершенствования гидрометаллургических процессов получения цинка. Автоклавные способы переработки цинксодержащего сырья.
17. Энергетическое обследование (энергоаудит) промышленного предприятия. Разработка и ведение энергетического паспорта промышленного потребителя ТЭР.
18. Разработка и внедрение системы энергетического менеджмента, программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности производства.
19. Механизмы управления природоохранной деятельностью. Экологический аудит. Экологический менеджмент. План действий по охране окружающей среды.
20. Регулярное планирование, организация и систематический контроль выполнения, постоянное совершенствование программ повышения энергетической и экологической эффективности производства цветных металлов. Применение методик интегрированного эколого-энергетического анализа.
21. Оценка воздействия предприятий по производству меди и цинка на окружающую среду. Методы, процессы, устройства и схемы предупреждения неорганизованных эмиссий и комплексной очистки газовых выбросов в атмосферу.
22. Оборудование сухой очистки технологических и сбросных газов. Устройства мокрой очистки газов.
23. Химическая очистка газов, производство серной кислоты и элементарной серы из отходящих газов производства цветных металлов.
24. Перспективные разработки в схемах и оборудовании газоочистки.
25. Наилучшие доступные технологии уменьшения неорганизованных выбросов, сокращения выбросов газообразных и твердых веществ, загрязняющих воздушную среду.



26. Характеристика сточных вод, образующихся на предприятиях цветной металлургии. Особенности стоков при переработке техногенного и вторичного медного сырья, предприятий по производству цинка.
27. Схемы водообеспечения и водоотведения металлургических предприятий. Основные методы очистки сточных вод производства меди из вторичного и техногенного сырья, цинкового производства пирометаллургическими и гидрометаллургическими способами.
28. Системы физической и химической очистки сточных вод.
29. Технологии биохимической и биологической очистки сточных вод.
30. Наилучшие доступные технологии предотвращения образования сточных вод и сокращения сбросов загрязняющих веществ со сточными водами производства меди и цинка.
31. Описание и характеристики основных технологических процессов, оборудования и методов, применяемых при производстве цветных металлов.
32. Обращение с отходами и остаточными продуктами. Основные показатели и оценка безотходности производства меди из первичного и техногенного сырья, цинкового производства пирометаллургическими и гидрометаллургическими способами.
33. Технические и экономические аспекты применения наилучших доступных технологий производства цветных металлов, позволяющих снизить эмиссии в окружающую среду, водопотребление, повысить энергоэффективность, обеспечить экономию ресурсов.
34. Системы управления энергоэффективностью и качеством окружающей среды. Национальные стандарты ГОСТ Р ИСО 14001, 50001.
35. Формирование энергетической и экологической стратегий на предприятиях с полным металлургическим циклом, для новых мини-заводов.
36. Общие тенденции и перспективы реализации энерго- и ресурсоэффективного металлургического производства меди и цинка.
37. Нетрадиционная металлургия вторичной меди, перспективные технологии производства цветных металлов.
38. Выбор приоритетов инвестиционной деятельности при организации нового и совершенствовании существующего производства на основе применения наилучших доступных технологий производства цветных металлов.
39. Физико-химические основы технологических процессов окускования железорудного сырья.
40. Недостатки существующих и перспективных технологий окускования железорудного сырья.
41. Современное и перспективное оборудование для подготовки руд к доменной плавке.
42. Методы оценки энергоэффективности технологических схем подготовки руд к плавке.
43. Физико-химические основы бескоксовой металлургии.
44. Физико-химические подходы к оценке качества железорудного сырья.
45. Физико-химические основы изучения восстановительных процессов доменной плавки.
46. Современные представления и методы математического описания теплообмена в доменной печи.
47. Физико-химические подходы к выбору составов шлака для выплавки чугуна.
48. Взаимосвязь между развитием основных процессов доменной плавки.
49. Закономерности движения газов и расплавов в доменной печи.
50. Тенденции совершенствования оборудования и конструкции доменной печи.
51. Физико-химические основы мероприятий, направленных на снижение энергозатрат на выплавку чугуна.
52. Физико-химические основы технологических процессов получения стального полупродукта.
53. Физико-химические основы технологии внепечного рафинирования стали.
54. Конструкции современных сталеплавильных агрегатов и перспективы их развития.
55. Пути снижения энергозатрат при производстве стали.



#### 4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1. Рекомендуемая литература

##### 5.1.1. Основная литература

1. Ярошенко, Ю.Г. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии черной металлургии: учебное пособие для вузов / Ю.Г. Ярошенко, Я.М. Гордон, И.Ю. Ходоровская. Под ред. Ю.Г. Ярошенко. - Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2012. - 670 с. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. - 378 с.
2. Набойченко, С.С. Процессы и аппараты цветной металлургии: Учебник для вузов / С.С. Набойченко, Н.Г. Агеев, А.П. Дорошкевич и др. - Екатеринбург: УГТУ, 2005. - 699 с.
3. Резник, И.Д. Никель. в 3-х томах / И.Д. Резник, Г.П. Ермаков, Я.М. Шнеерсон. - М.: ООО Наука и технологии. 2003. - 1545 с.
4. Казанбаев, Л.А. Гидрометаллургия цинка / Л.А. Казанбаев, П.А. Козлов, В.Л. Кубасов и др. - М.: Руда и металлы. 2006. - 171 с.
5. Жуков, В.П. Рафинирование меди / В.П. Жуков, В.С. Спитченко. УРФУ, - Екатеринбург. 2011. - 317 с.
6. Набойченко, С.С. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов / С.С. Набойченко и др. - Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2002. - 940 с.
7. Масленицкий, И.Н. Металлургия благородных металлов: Учебник для вузов / И.Н. Масленицкий, Л.В. Чугаев, В.Ф. Борбат и др. - М.: Металлургия. 1987. - 432 с.
8. Беляев А.И. Металлургия легких металлов Учебник для вузов / А.И. Беляев. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: Металлургия, 1970 - 368 с.
9. Зеликман, А.Н. Металлургия редких металлов / А.Н. Зеликман. - М.: Металлургия. 1980. - 328 с.
10. Тарасов, А.В. Металлургия титана : Учеб. пособие для студентов металлург. и авиац. вузов / А. В. Тарасов. - М. : Академкнига, 2003 . - 328 с.
11. Ярошенко Ю.Г. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии черной металлургии: учебное пособие для вузов / Ю.Г.Ярошенко, Я.М.Гордон, И.Ю.Ходоровская. Под ред. Ю.Г.Ярошенко. - Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2012. - 670 с. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. - 378 с.
12. Теплофизические основы тепловой работы металлургических слоевых печей и агрегатов / Ю.Г. Ярошенко, В.С. Швыдкий, Н.А. Спиринов, В.И. Матюхин, В.В. Лавров. Под ред. Ю.Г. Ярошенко. Екатеринбург: АМК «День РА», 2019. 464 с. Электронный научный архив УрФУ <http://hdl.handle.net/10995/78843>
13. Математическое моделирование металлургических процессов в АСУ ТП: учебное пособие / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, Л.Ю. Гилева, А.В. Краснобаев, В.С. Швыдкий, О.П. Онорин, К.А. Щипанов, А.А. Бурькин; под ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 558 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://hdl.handle.net/10995/27839>.
14. Спиринов Н.А., Лавров В.В., Паршаков С.И. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии: Учебное пособие для вузов. –Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. – 310 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://hdl.handle.net/10995/40110>
15. Компьютерные методы моделирования доменного процесса / О. П. Онорин и др. ; Под ред. Н.А. Спирина. - Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2005. - 301 с. Электронный научный архив УрФУ. <http://hdl.handle.net/10995/40111>
15. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, А.В. Краснобаев, О.П. Онорин. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 462 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://hdl.handle.net/10995/39973>



### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Спирин Н.А., Лавров В.В., Паршаков С.И. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии: Учебное пособие для вузов. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. – 310 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://hdl.handle.net/10995/40110>
2. Компьютерные методы моделирования доменного процесса / О.П. Онорин и др. ; Под ред. Н.А. Спирина. - Екатеринбург : УГТУ - УПИ, 2005. - 301 с. <http://hdl.handle.net/10995/40111>
3. Бигеев, В.А. Металлургические технологии в высокопроизводительном электрошлаковом цехе: учеб. пособие / В. А. Бигеев, А. М. Столяров, А. Х. Валиахметов ; Магнитогос. техн. ун-т им. Г.И. Носова. - Магнитогорск : Изд-во Магнитогос. техн. ун-т им. Г. И. Носова, 2014. - 308 с. : ил.
4. Лисиенко, В.Г. Оборудование промышленных предприятий: справочное изд. в 6-ти т. / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплотехник, 2008 - . Т. 1 : Развитие цветной металлургии. Тяжелые цветные металлы. - 2008. - 720 с.
5. Структура и свойства расплавов меди с алюминием, оловом и свинцом / Н. В. Корчемкина [и др.] ; Ин-т металлургии. - Екатеринбург : УИПЦ, 2014. - 181 с.: ил.
6. Москвитин, В.И. Металлургия лёгких металлов / В. И. Москвитин, И. В. Николаев, Б. А. Фомин. - М.: Интермет Инжиниринг, 2005. - 416 с., ил.
7. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов / А. Н. Зеликман, Б. Г. Коршунов. - М.: Металлургия, 1991. - 432 с.
8. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов М.: Интермет Инжиниринг, 2003. - 464 с.
9. Букин В.И., Игумнов М.С. и др. Переработка производственных отходов и вторичных сырьевых ресурсов, содержащих редкие, благородные и цветные металлы М.: Деловая столица, 2002. - 224 с
10. Жуков, В.П. Черновая медь и серная кислота в 2-х томах / В.П. Жуков, А.И. Вольхин, Е.И. Елисеев, : Челябинск. Производственное объединение «Книга», 2004. 855 с
11. Тарасов, А.В. Огневое рафинирование медного лома / А.В. Тарасов, А.И. Окунев. Москва: Гинцветмет. 2005.104 с.
12. Кобальт / Резник И.Д., Соболев С.И., Худяков В.М. в 2-х томах, 1995. М.: Машиностроение. 1995. 908 с.
13. Набойченко, С.С. Расчеты гидрометаллургических процессов / С.С. Набойченко, А.А. Юнь. Москва: МИСИС, 1995. 428 с.
14. Кобахидзе В.В. Тепловая работа и конструкции печей цветной металлургии. – М.: МИСИС, 1994. – 356 с.
15. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепломассоперенос. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. 455 с.
16. Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. и др. Механика жидкости и газов / Под ред. В.С. Швыдкого. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 464 с.
17. Информационные системы в металлургии / Н.А. Спирин, Ю.В. Ипатов, В.И. Лобанов и др. Под ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001. 617 с.
18. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, А.В. Краснобаев, О.П. Онорин. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 462 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://hdl.handle.net/10995/39973>
19. Конструирование и расчет индукционных плавильных печей: учебное пособие / С. В. Карелов [и др.] ; [науч. ред. С. Н. Гущин]. — Екатеринбург : УрФУ, 2014. — 162. <http://hdl.handle.net/10995/28670>

### 5.2. Методические разработки

Не используются.

### 5.3. Программное обеспечение

Не используется.

### 5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru>
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

3. База данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, Cambridge University Press <http://www.journals.cambridge.org>
4. База данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>
5. База данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters <http://apps.webofknowledge.com>
6. Поисковые системы: [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [google.ru](http://google.ru) [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru)

### **5.5. Электронные образовательные ресурсы**

1. Корюков В.Н., Рогожников Д.А., Шопперт А.А. Экологическая безопасность на предприятиях цветной металлургии. ЭОР УрФУ. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13543>.
2. Лебедев В.А. Теория электрометаллургических процессов. ЭОР УрФУ Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/283>.
3. Кырчиков А.В., Логинова И.В. Производство глинозема. ЭОР УрФУ. <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/11678>.
4. Металлургия цветных металлов: электронный учебный курс / Маковская О.Ю., Колмачихина О.Б. // Система электронного обучения на платформе Moodle. URL: <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=5791>
5. Спирин Н.А. Моделирование процессов и объектов в металлургии. ЭОР УрФУ <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/14165>, <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=4769>
6. Системы поддержки принятия решений: электронный учебный курс / Спирин Н.А. // Система электронного обучения на платформе Moodle. URL: <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=4632> <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/14164>.

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

### **6.1. Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Учебные занятия проводятся в специализированных аудиториях Института новых материалов и технологий. Аудитории Института новых материалов и технологий (Мт-329, Мт-408, Мт-409 Х-509, Х-512, Х-506, С-109) оснащены необходимым специализированным оборудованием: проекторы и экраны, широкоформатные дисплеи, документ-камеры, электронные интерактивные доски и планшеты, системы озвучивания.