

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры металлургии цветных металлов

Протокол №9 от 14 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МЕТАЛЛУРГИЯ ВТОРИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ»

Направление: 22.03.02 Металлургия

Металлургия цветных, редких и благородных металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Кузьмина Марина Юрьевна Дата подписания: 30.05.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Немчинова Нина Владимировна Дата подписания: 30.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Металлургия вторичных металлов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ДК-1 Способность осуществлять деятельность, находящуюся за пределами основной профессиональной сферы	ДК-1.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ДК-1.2	Демонстрирует способность предлагать пути переработки вторичного металлосодержащего сырья	Знать – основные направления развития металлургии вторичных цветных металлов; – сырье для производства вторичных цветных металлов; – способы производства вторичных цветных металлов и сплавов на их основе; – основную аппаратуру, используемую при переработке вторичного металлосодержащего сырья; – принципы работы и особенности конструкции основных плавильных, печей, применяемых при переработке вторичных цветных металлов. Уметь – предлагать пути переработки вторичного металлосодержащего сырья; – выбирать определенные шихтовые материалы из числа имеющихся для получения вторичного сплава заданного химического состава. Владеть – способами расчета шихты для получения сплавов определенного химического состава. – производить расчёты промышленного оборудования, используемого при переработке вторичного металлосодержащего сырья.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Металлургия вторичных металлов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «История развития металлургии в России», «Аналитическая и физическая химия», «Теория гидрометаллургических процессов», «Теория электрометаллургических процессов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Металлургия легких металлов», «Металлургия редких металлов», «Металлургия тяжелых цветных металлов», «Металлургия благородных металлов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	16	16
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Основы технологии вторичных цветных металлов	1	2					2	20	Реферат
2	Раздел 1. Сырье для производства вторичных цветных металлов.	2	4			1	4	4, 6	5	Устный опрос

	Заготовка и первичная переработка лома и отходов цветных металлов									
3	Раздел 2. Производство вторичного алюминия и его сплавов	3	8					7	4	Решение задач
4	Раздел 3. Производство вторичной меди и сплавов на ее основе	4	4			2	6	4, 5	7	Доклад
5	Раздел 4. Переработка вторичного никельсодержащего сырья	5	2					6	3	Устный опрос
6	Раздел 5. Производство вторичного свинца и его сплавов	6	4					6	3	Устный опрос
7	Раздел 6. Переработка вторичного оловосодержащего сырья	7	2					6	3	Устный опрос
8	Раздел 7. Вопросы охраны природы при переработке вторичного сырья	8	2			3	6	4, 6	5	Устный опрос
9	Раздел 8. Основные направления развития металлургии вторичных цветных металлов	9	4					1, 3	10	Тест
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				16		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Основы технологии вторичных цветных металлов	Рассмотрены вопросы заготовки и первичной переработки лома и отходов цветных металлов. Изложена технология получения вторичных алюминия, меди, никеля, свинца, олова и сплавов на основе этих металлов с использованием пирометаллургических процессов. Освещены вопросы охраны природы, предотвращения загрязнения воздушного и водного бассейнов при

		производстве вторичных цветных металлов и сплавов.
2	Раздел 1. Сырье для производства вторичных цветных металлов. Заготовка и первичная переработка лома и отходов цветных металлов	Рассматриваются вопросы: 1. Источники образования вторичного сырья; классификация лома и отходов цветных металлов; характеристика вторичного сырья цветных металлов; 2. Организация сбора лома и отходов цветных металлов; первичная переработка лома и отходов; переработка стружки цветных металлов и сплавов; первичная переработка кабельного лома; горячее окатывание; первичная переработка лома свинцовых аккумуляторов.
3	Раздел 2. Производство вторичного алюминия и его сплавов	Рассматриваются вопросы: физико-химические основы переработки алюминиевого сырья; плавильные печи; рафинирование алюминиевых сплавов; переработка шлаков.
4	Раздел 3. Производство вторичной меди и сплавов на ее основе	Рассматриваются вопросы: шахтная плавка вторичного сырья; конвертирование черной меди; огневое и электролитическое рафинирование вторичной меди; производство вторичных сплавов на медной основе; гидрометаллургические методы переработки вторичного медьсодержащего сырья.
5	Раздел 4. Переработка вторичного никельсодержащего сырья	Рассматриваются вопросы: производство ферроникеля; совместная переработка первичного и вторичного сырья; гидрометаллургическая переработка никельсодержащих отходов.
6	Раздел 5. Производство вторичного свинца и его сплавов	Рассматриваются вопросы: плавка в котлах; плавка в отражательных печах; шахтная плавка свинецсодержащего вторичного сырья; плавка в электрических печах; производство сурьмянистого свинца; рафинирование черновых сплавов; производство баббитов.
7	Раздел 6. Переработка вторичного оловосодержащего сырья	Рассматриваются вопросы: подготовка сырья к металлургической переработке; регенерация олова с жестяного скрапа; переработка оловосодержащих отходов и полупродуктов.
8	Раздел 7. Вопросы охраны природы при переработке вторичного сырья	Рассматриваются вопросы: пылеулавливание и газоочистка в металлургии вторичных цветных металлов; очистка сточных вод; оборотное водоснабжение предприятий вторичной цветной металлургии.
9	Раздел 8. Основные направления развития металлургии вторичных цветных металлов	Рассматриваются возможные способы усовершенствования пирометаллургических. способов переработки вторичных материалов. Пирометаллургический способ позволяет извлекать из исходного сырья металлы в чистом виде или в виде соединений, а также получать готовую продукцию в виде соответствующих сплавов. Пирометаллургический способ переработки содержит определенные резервы, использование которых является одной из

		основных задач. Главным резервом является резкое повышение качества подготовки шихты к плавке. Одним из элементов подготовки шихты к плавке является придание ей определенной крупности. Во вторичной цветной металлургии этот вопрос решается путем дробления ее отдельных компонентов, автогенной и плазменной резки, механической распиловки.
--	--	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Вторичное сырье цветных металлов	4
2	Расчёт шахтных печей	6
3	Электрохимическое растворение металлических отходов вольфрама	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	5
2	Написание реферата	20
3	Подготовка к зачёту	5
4	Подготовка к практическим занятиям	6
5	Подготовка презентаций	5
6	Проработка разделов теоретического материала	15
7	Решение специальных задач	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения практических занятий по курсу “Металлургия вторичных металлов” используются следующие интерактивные методы обучения: групповые дискуссии. Лекционные и практические занятия по дисциплине проводятся с использованием слайд-материалов.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия предназначены для закрепления обучающимися теоретических знаний, полученных при прослушивании лекций по курсу “Металлургия вторичных

металлов”

Целью практических занятий по курсу “Металлургия вторичных металлов” является преломление полученных общих теоретических знаний по изучаемой дисциплине к конкретным металлургическим процессам, а также ознакомление с конструкцией и принципами работы металлургических агрегатов, используемых в промышленности, и их расчётом.

За время, отведенное на подготовку к практическим занятиям, обучающийся должен изучить материал по теме практического занятия и предварительно к нему подготовиться. При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо работать с источниками, указанными в списке рекомендуемой литературы, интернет-ресурсами, презентациями.

Практическое занятие 1. Расчёт шахтных печей

Цель занятия: ознакомиться с расчётом шахтных печей, используемых в металлургии вторичных металлов.

Вопросы, рассматриваемые на данном практическом занятии, относятся к разделу 3. – “Производство вторичной меди и сплавов на ее основе” дисциплины “Металлургия вторичных металлов”.

Задание на занятие: рассмотреть и обсудить приведённые ниже теоретические вопросы, а также решить практические вопросы и выполнить задания по изучаемой теме.

Вопросы для практического занятия:

1. Топливные печи чёрной металлургии. Шахтные печи: особенности теплообмена в слое; доменные печи; обжиговые печи.
2. Топливные печи цветной металлургии. Шахтные печи: особенности тепловой работы; конструкция и основные показатели работы.
3. Производство вторичной меди и сплавов на ее основе. Шахтная плавка вторичного сырья. Шахтная печь с передним электрообогреваемым горном-отстойником для плавки вторичного медьсодержащего сырья.
4. Использование шахтных печей в металлургии вторичных металлов. Шахтная печь плавки алюминиевого лома и отходов. Шахтная плавка свинецсодержащего вторичного сырья.
5. Расчёт шахтных печей.

Пример расчёта шахтных печей.

Определить количество дутья, удельную производительность, площадь сечения в области фурм, длину и высоту печи, количество фурм для следующих исходных данных: производительность печи $\Pi = 700$ т/сут, объем газов, образующихся в печи на единицу дутья $\varphi = 1,14$; доля слоя кокса в шихте $h_1 = 0,22$; доля слоя агломерата $h_2 = 0,78$; насыпная масса кокса $= 970$ кг/м³; насыпная масса агломерата $= 1400$ кг/м³; плотность газов в слое $= 1,38$ кг/м²; средняя температура газов в печи $t_{ср} = 775$ °С; средний размер кусков кокса $= 0,025$ м; средний размер кусков агломерата $= 0,015$ м; время работы печи в сутки $\tau = 22$ ч; удельный расход топлива $m = 11,5$ %; удельный расход воздуха на единицу топлива $\gamma_{уд} = 5,7$ м³/кг; ширина печи в области фурм $B = 1,45$ м, удельный объем шихты $V_m = 1$ м³/т; время пребывания шихты в печи $t_{пр} = 1,5$ ч; диаметр фурмы $D = 0,1$ м; общая площадь сечения фурм составляет 5,5 % от площади сечения печи в области фурм.

Пример расчёта шахтных печей; исходные данные для самостоятельных расчётов шахтных печей по вариантам приведены в учебном пособии:

Клёц В.Э. Основы пирометаллургических производств : учеб. пособие для вузов / В.Э.

Клёц, Н.В. Немчинова, В.С. Кокорин. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2009. – С. 60–66.

При подготовке к данному практическому занятию обучающимся необходимо работать с несколькими учебниками, указанными в списке рекомендуемой литературы.

Библиографический список приводится по степени значимости указанных источников.

Рекомендуемая литература:

1. Клёц В.Э. Основы пирометаллургических производств : учеб. пособие для вузов / В.Э. Клёц, Н.В. Немчинова, В.С. Кокорин. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2009. – С. 60–66.
2. Metallurgical heat engineering : учеб. для вузов : В 2 т / Т. 2. Конструкция и работа печей / В.А. Кривандин, И.Н. Неведомская, В.В. Кобахидзе; под науч. ред. В.А. Кривандина. – М. : Metallurgy, 1986. – С. 358–395.
3. Технология вторичных цветных металлов : учеб. для вузов / И.Ф. Худяков, А.П. Дорошкевич, Кляйн С.Э. – М. : Metallurgy, 1981. – С. 123–171.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Металлургические технологии (металлургия вторичных металлов) [Электронный ресурс] : методические указания для самостоятельной работы по направлению подготовки 22.04.02 "Металлургия" (уровень магистратуры) / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. – 12 с

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Решение задач

Описание процедуры.

Цель: решить практические вопросы и задачи по изучаемой теме.

Пример задачи (Раздел 2. Производство вторичного алюминия и его сплавов):

Определить напряжение разложения глинозема (случай – применение в качестве анода инертного к кислороду материала: $\text{Al}_2\text{O}_3 \leftrightarrow 2\text{Al} + 1,5\text{O}_2$) при температурах 1200 К; 1223 К; 1273 К и 1300 К.

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия вопросов, качество выполненных заданий (качество оформления, правильность выполненных расчетов).

6.1.2 семестр 6 | Доклад

Описание процедуры.

Целью подготовки к докладу (по выполненной презентации) является проработка отдельного раздела теоретического курса. Обучающийся готовит презентацию по выбранной тематике реферата (согласно варианту из списка группы). Презентация – не более 5 мин, количество слайдов – 15–20.

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия вопроса, качество выполненной презентации (оформление, информативность), ответы на вопросы аудитории при докладе.

6.1.3 семестр 6 | Тест

Описание процедуры.

При подготовке к тестированию самостоятельно изучить теоретический материал с помощью основной и дополнительной литературы и информационных ресурсов и прочесть конспект лекционного материала.

Критерии оценивания.

Тест считается успешно пройденным при правильных ответах на вопросы теста более 50 %.

6.1.4 семестр 6 | Реферат

Описание процедуры.

Данный вид самостоятельной работы предполагает индивидуальное самостоятельное выполнение письменной работы (реферата) по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемой литературы и информационных ресурсов. Обучающийся выбирает одну из предложенных тем для написания реферата (согласно порядковому номеру в списке группы). Текст реферата должен быть выполнен с помощью ПК, на листах белой бумаги формата А4. Правила оформления работы стандартны и приведены в СТО.

Необходимо подготовить презентацию по теме реферата (15–20 слайдов) и сделать доклад.

Вопросы для контроля:

Примерная тематика рефератов:

1. Организация сбора лома цветных металлов на металлургических предприятиях.
2. Состав и свойства алюминиевых шлаков и особенности их переработки.
3. Вторичные ресурсы металлургии цветных металлов.
4. Переработка шлаков ферросплавного производства.
5. Первичная переработка лома свинцовых аккумуляторов.
6. Первичная переработка кабельного лома.
7. Плавка алюминиевых шлаков в наклонных роторных печах.
8. Переплавка медного лома в отражательных печах.
9. Переработка свинцовых аккумуляторов.
10. Переработка сплавов благородных металлов.
11. Переработка золотосодержащих отходов радиотехнической промышленности.
12. Извлечение серебра из кино- и фотоматериалов.
13. Переработка золоченых материалов.
14. Металлургия вторичных металлов и проблемы экологии.
15. Переработка молибденсодержащих катализаторов.
16. Извлечение серебра из электронного лома. Особенности и состав электронного лома.
17. Оборудование для вторичной обработки металлов и сплавов.
18. Переработка производственных отходов и вторичных сырьевых ресурсов, содержащих редкие, благородные и цветные металлы.
19. Методы разделения металлов по маркам без разрушения
20. Вторичные редкие металлы (тугоплавкие, редкоземельные, радиоактивные).
21. Физико-химические, технологические, экономические и экологические аспекты обогащения и переработки наиболее характерных видов вторичного сырья, содержащего редкие, цветные и благородные металлы.

Рекомендуемая литература по каждой теме реферата представлена в методических указаниях по самостоятельной работе обучающихся. Для более глубокого изучения выбранной темы реферата, обучающимся необходимо работать с несколькими учебниками, указанными в списке рекомендуемой литературы.

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы, предлагаемой для написания реферата; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

Полнота раскрытия вопроса, качество презентации (оформление, информативность), ответы на вопросы аудитории при докладе.

6.1.5 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

В методических указаниях по самостоятельной работе обучающихся приведены темы для самостоятельного изучения разделов курса и рекомендуемая литература. Изучать материал рекомендуется по главам учебника (учебного пособия). Преподаватель проводит устный опрос (выборочно из обучающихся).

Вопросы для контроля (на примере раздела 1. Сырье для производства вторичных цветных металлов. Заготовка и первичная переработка лома и отходов цветных металлов):

1. Физико-химические, технологические, экономические и экологические аспекты обогащения и переработки наиболее характерных видов вторичного сырья, содержащего редкие, цветные и благородные металлы.
2. Организация сбора лома и отходов цветных металлов.
3. Первичная переработка лома и отходов.
4. Переработка стружки цветных металлов и сплавов.
5. Первичная переработка кабельного лома.
6. Горячее окатывание.
7. Первичная переработка лома свинцовых аккумуляторов.
8. Источники образования и классификация вторичных отходов металлов.
9. Операции разделки и компактирования, сепарации лома и отходов металлов.
10. Привести конструктивные схемы установок и оборудования для вторичной обработки металлов и сплавов.
11. Основное оборудование для обработки вторичных металлов и сплавов.
12. Разработки в области извлечения золота из хвостов обогащения, отвалов и балансовых руд.

Критерии оценивания.

Активное участие обучающегося в устном опросе.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ДК-1.2	Способен предлагать пути переработки вторичного металлсодержащего сырья и	Устное собеседование по вопросам к

	правильно обосновывает принятое решение. Умеет тесно увязывать теоретические вопросы металлургии вторичных цветных металлов с прикладными задачами.	зачёту.
--	---	---------

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в виде устного собеседования по вопросам, предназначенным к зачёту.

Пример задания:

Перечень вопросов к зачету:

1. Источники образования вторичного сырья – лома и отходов предприятий различных отраслей промышленности.
2. Классификация лома и отходов цветных металлов.
3. Характеристика вторичного сырья цветных металлов.
4. Заготовка и первичная переработка лома и отходов цветных металлов.
5. Предложить пути переработки вторичного металлосодержащего сырья (вторичного алюминия).
6. Физико-химические основы переработки алюминиевого сырья.
7. Конструкция основных металлургических печей, используемых при производстве вторичного алюминия.
8. Производство вторичной меди и сплавов на ее основе.
9. Предложить пути переработки вторичного никельсодержащего сырья.
10. Провести анализ основных направлений развития металлургии вторичных цветных металлов.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Способен предлагать пути переработки вторичного металлосодержащего сырья и правильно обосновывает принятое решение. Умеет тесно увязывать теоретические вопросы металлургии вторичных цветных металлов с прикладными задачами.	Не способен предлагать пути переработки вторичного металлосодержащего сырья и правильно обосновывает принятое решение. Не умеет тесно увязывать теоретические вопросы металлургии вторичных цветных металлов с прикладными задачами.

7 Основная учебная литература

1. Худяков Иван Федорович. Металлургия вторичных тяжелых цветных металлов : учебник для вузов по спец. "Металлургия цв. металлов" и "Металлургия вторич. цв. металлов" / Иван Федорович Худяков, Анатолий Поликарпович Дорошкевич, Станислав Викторович Карелов, 1987. - 525.

2. Технология вторичных цветных металлов : учебник для вузов по спец. "Металлургия цв. металлов" и "Металлургия вторичных цв. металлов" / Под ред. И. Ф. Худякова, 1981. - 277.
3. Процессы и аппараты цветной металлургии : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия цв. металлов" / Под ред. С. С. Набойченко, 1997. - 655.
4. Галевский Г. В. Металлургия алюминия : справочник по технологическим и конструктивным измерениям и расчетам / Г. В. Галевский, М. Я. Минцис, Г. А. Сиразутдинов, 2013. - 234.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Баранов А. А. Технология вторичных цветных металлов и сплавов / А. А. Баранов, О. П. Микуляк, А. А. Резняков, 1988. - 161.
2. Купряков Ювеналий Прокофьевич. Производство тяжелых цветных металлов из лома и отходов / Ювеналий Прокофьевич Купряков, 1992. - 399.
3. Купряков Ювеналий Прокопьевич. Шлаки медеплавильного производства и их переработка / Ювеналий Прокопьевич Купряков, 1987. - 200.
4. Купряков Ю. П. Шахтная плавка вторичного сырья цветных металлов / Ю. П. Купряков, 1995. - 164.
5. Комплексная переработка цинк- и свинецсодержащих пылей предприятий цветной металлургии / С.В. Мамяченков, С.С. Набойченко, Станислав Викторович Карелов, 1996. - 40.
6. Семенов Григорий Антонович. Совершенствование организации производства во вторичной цветной металлургии / Григорий Антонович Семенов, Владимир Иванович Крючков, Александр Владимирович Бреславцев, 1992. - 159.
7. Фомин Б. А. Металлургия вторичного алюминия : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов 651300 "Металлургия"... / Б. А. Фомин, В. И. Москвитин, С. В. Махов, 2004. - 238.
8. Производство алюминиевых сплавов : учеб. пособие для вузов по направлению 150100-Металлургия / Г. В. Галевский [и др.], 2006. - 282.
9. Справочник металлурга. Производство алюминия и сплавов на его основе : справочник / Б. И. Зельберг, Л. В. Рагозин, А. Г. Баранцев [и др.], 2015. - 764.
10. Самохвалов Г. В. Металлургические электропечи : учебное пособие для вузов по направлению 150100 Металлургия / Г. В. Самохвалов, М. В. Темлянцев, Н. В. Темлянцев; под ред. Г. В. Самохвалова, 2009. - 304.
11. Уткин Н. И. Производство цветных металлов : научное издание / Н. И. Уткин, 2004. - 442.
12. Краткий справочник физико-химических величин / сост. Н. М. Барон [и др.]; под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономаревой, 2010. - 237.
13. Металлургическая теплотехника : учеб. для металлург. спец. вузов: В 2т. Т. 2. Конструкция и работа печей / Под. науч. ред. В. А. Кривандина, 1986. - 597.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)
2. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Мультимедиа-проектор Acer XD1150 ADV.DLP.ZOOM.SVGA800*600
2. Экран Projecta SlimScreen настенный
3. Экран на штативе ScreenMedia Apollo-T