

**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

«СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В МЕТАЛЛУРГИИ»

Направление: 22.04.02 Металлургия

Совершенствование и оптимизация технологических процессов производства цветных
металлов

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Кузьмин Михаил
Петрович
Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 03.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Современные научные тенденции в металлургии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-3 Способен собирать и анализировать научно-техническую информацию, научные и производственные данные и результаты исследований	ПК-3.4
ПК-6 Способен анализировать полный технологический цикл получения металлов	ПК-6.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-6.3	Демонстрирует способность проводить анализ новых направлений в технологических процессах получения металлов и предлагать возможные пути их внедрения в производство	Знать существующие перспективные направления в технологических процессах получения лёгких и благородных металлов; Уметь анализировать новые направления в технологических процессах получения металлов и предлагать возможные пути их внедрения в производство, разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов получения металлов; Владеть знаниями механизмов и путей доведения новых технологий до внедрения в технологический процесс получения металлов.
ПК-3.4	Демонстрирует способность сбора и изучения информации в области современных исследований и разработок в металлургии	Знать методы сбора, изучения и анализа информации в области современных исследований и разработок в металлургии; Уметь осуществлять сбор и изучение информации в области современных исследований и разработок в металлургии; Владеть навыками сбора и изучения информации в области современных исследований и разработок в металлургии.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Современные научные тенденции в металлургии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Современные

проблемы металлургии», «Методология научных исследований», «Анализ технологического цикла получения цветных металлов», «Планирование и организация исследований и разработок в области металлургии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Инновационные технологии в литейном производстве», «Основы производственного менеджмента», «Тенденции и перспективы развития алюминиевой промышленности»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	13	13
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	0	0
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	59	59
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 № 3

№ 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	Научные тенденции в производстве глинозёма и анодном производстве	1	3							Устный опрос
2	Научные тенденции в электролитическом производстве алюминия	2	3					3	10	Доклад
3	Научные	3	3					1	15	Устный

	тенденции в литейном производстве алюминия и сплавов на его основе									опрос
4	Научные тенденции в производстве благородных металлов	4	2					1	15	Доклад
5	Научные тенденции в производстве металлов платиновой группы	5	2					2	19	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13						59	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Научные тенденции в производстве глинозёма и анодном производстве	Производство глинозёма из бокситов по комбинированному способу (спекание на основе совместного выщелачивания спёков как двухкомпонентных, так и трёхкомпонентных шихт с бокситами ветви гидрохимии; способ переработки бокситового сырья, основанный на его безавтоклавном вскрытии, путем низкотемпературного спекания со щелочью). Технологии комплексной переработки бокситового сырья с получением высокожелезистого продукта для черной металлургии, концентрата редкоземельных металлов и титанового концентрата. Мероприятия, направленные на обеспечение формирования "зелёной" анодной массы. Технология инертного (нерасходуемого) анода и материалы, которые могут быть использованы для его изготовления.
2	Научные тенденции в электролитическом производстве алюминия	Электролиз в электролизерах с верхним подводом тока к аноду по технологии «Экологический Содерберг». Технология получения алюминия на высоко-амперных электролизёрах РА-550. Технология рельефной падины электролизеров для получения алюминия. Технологии утилизации теплоты анодных газов алюминиевого электролизера. Эффективные способы газоочистки в алюминиевом производстве и установки для их реализации (СГОУ, установка многокаскадных газоочистных систем и др.). Перспективы утилизации отходов электролизного производства.

3	Научные тенденции в литейном производстве алюминия и сплавов на его основе	Технология совмещенного литья, прокатки и прессования, направленная на получение высококачественной катанки. Технология производства цилиндрических слитков большого диаметра (от 203 до 457 мм). Технологии получения сплавов на основе новых систем легирования (Al-Ca). Технологии получения перспективных деформируемых литейных сплавов (Al-Cu-Mn-Zr). Алюминиевые сплавы с высокой коррозионной стойкостью. Аддитивные технологии в литейном производстве, материалы для их реализации (порошки, проволока). Расширение сферы применения алюминиевых сплавов 8xxx серии.
4	Научные тенденции в производстве благородных металлов	Способы переработки упорных золотосодержащих руд, технологии комплексной переработки золотосодержащих руд концентратов, технологии обезвреживания отходов золотоизвлекательных фабрик.
5	Научные тенденции в производстве металлов платиновой группы	Технологические схемы переработки концентратов, содержащих металлы платиновой группы, способы разделения металлов платиновой группы, аффинаж платины и сопутствующих элементов.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)	30
2	Подготовка к зачёту	19
3	Подготовка презентаций	10

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, мозговой штурм

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка доклада; подготовка презентаций; подготовка к зачету.

Доклад и презентации (как результат подготовки к лекционным занятиям 2, 4).

Цель – приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности, продемонстрировать способность к использованию творческого потенциала, повысить общекультурный уровень.

Задание на СРС – в начале семестра обучающийся выбирает одну из предложенных тем для подготовки доклада и презентаций.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов – после самостоятельного изучения литературы на очередном занятии обучающийся должен выступить перед одногруппниками с докладом по заранее заданной теме и презентацией.

Рекомендации к выполнению задания – обучающийся при выполнении данного вида СРС может пользоваться как рекомендуемой литературой и информационными ресурсами, так и подбирать, и использовать новые информационные источники по тематике доклада. Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС – в начале семестра выдается задание на написание доклада.

Контроль за выполнением СРС – выступление с докладом.

Примерные тематики докладов:

- 1) Пути переработки отхода глинозёмного производства – красного шлама;
- 2) Перспективы развития электролизного производства алюминия;
- 3) Виды отходов алюминиевого производства и возможные направления их переработки;
- 4) Перспективы применения аддитивных технологий в алюминиевой промышленности;
- 5) Технология тиксолитья (тиксотропии);
- 6) Новые алюминиевые сплавы с улучшенными физико-механическими свойствами;
- 7) Новые направления и технологии в мировой алюминиевой промышленности;
- 8) Переработка концентратов платиновых металлов, получаемых из анодных шламов медно-никелевого производства;
- 9) Потребление платиновых металлов;
- 10) Технология «Альбион» для переработки сульфидных золотосодержащих руд;
- 11) Схемы обезвреживания хвостов золотоизвлекательных фабрик;
- 12) Комплексное использование золотосодержащих руд и концентратов.

Критерии оценки качества выполнения данного вида СРС – полнота раскрытия темы; качество изложения и донесения информации; уровень владения материалом; умение отвечать на вопросы.

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 3 | Доклад

Описание процедуры.

Получить задание у преподавателя, подготовить доклад, выступить перед аудиторией (студенческой группой). Ответить на вопросы.

Критерии оценки:

Полнота раскрытия темы, предлагаемой для подготовки доклада; уровень владения материалом; умение отвечать на вопросы.

Тема 2 – Научные тенденции в электролитическом получении алюминия

Вопросы для контроля:

1. Физические свойства алюминия.
2. Основные области применения алюминия
3. Строение криолитоглиноземных расплавов.
4. Какие электрохимические процессы имеют место на аноде?
5. Какие электрохимические процессы имеют место на катоде?
6. Перечислите основные элементы, входящие в конструкцию электролизёра.
7. Что такое анодный эффект?
8. Перечислите и дайте краткую характеристику существующих типы электролизёров.
9. Что такое выход по току? Какие технологические параметры влияют на выход по току?
10. Состав анодной массы.

Тема 4 – Научные тенденции в производстве благородных металлов

Вопросы для контроля:

1. Классификация руд по степени упорности
2. Способы переработки упорных руд, доля упорных руд в производстве благородных металлов
3. Автоклавные процессы в металлургии благородных металлов
4. Перспективные методы аффинажа золота и серебра.
5. Выделение золота из цианистых растворов электролизом.
6. Десорбция (регенерация) золота со смолы АМ – 2Б. Назначение и сущность процесса.
7. Рациональный метод анализа на золото золотосодержащих продуктов, его значение и применение.
8. Переработка гравитационных концентратов («золотой головки»).
9. Основные факторы, определяющие выбор технологии переработки золотосодержащих руд.
10. Факторы влияющие (определяющие) процесс цианирования.

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы, предлагаемой для подготовки доклада; уровень владения материалом; умение отвечать на вопросы.

6.1.2 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос обучающихся производится в начале каждого занятия на основе вопросов для самостоятельного изучения и предыдущего лекционного занятия. Объявление результатов опроса осуществляется сразу после его завершения.

Научные тенденции в производстве глинозёма и анодном производстве (раздел 1)

Вопросы для контроля:

- 1) Назовите основные месторождения глинозёмсодержащего сырья в мире.
- 2) Какими основными методами происходит получение глинозёма?
- 3) Перечислите основные этапы технологической схемы получения глинозёма из бокситов по способу Байера.

- 4) Какие ценные компоненты содержатся в красном шламе?
- 5) Назовите основной недостаток электролизёров с самообжигающимися анодами.

Научные тенденции в электролизном производстве алюминия (раздел 2)

Вопросы для контроля:

- 1) Каким образом реализуется процесс сухой газоочистки отходящих газов алюминиевых электролизёров?
- 2) Преимущества и недостатки электролизёров с самообжигающимися и предварительно обожжёнными анодами.
- 3) Что представляет собой технология «Экологический Содерберг»?
- 4) Что представляет собой анодный эффект и анодное перенапряжение?
- 5) Перечислите основные примеси, содержащихся в техническом алюминии.
- 6) Назовите основные виды отходов электролизного производства и направления их утилизации.

Научные тенденции в литейном производстве алюминия и сплавов на его основе (раздел 3)

Вопросы для контроля:

- 1) Перечислите основные деформируемые алюминиевые сплавы?
- 2) Чем обусловлен легирующий эффект циркония в алюминиевых сплавах электротехнического назначения?
- 3) Что представляют собой аддитивные технологии?
- 4) Основные методы получения изделий с применением аддитивных технологий.
- 5) Какие сплавы относятся к 8xxx серии?

Научные тенденции в производстве благородных металлов (раздел 4)

Вопросы для контроля:

- 1) Автоклавное выщелачивание упорных золотосодержащих руд.
- 2) Бактериальное выщелачивание упорных золотосодержащих руд.
- 3) Интенсивное цианирование гравиконоцентратов.
- 4) Схемы обезвреживания хвостов золотоизвлекательных фабрик.
- 5) Извлечение сопутствующих элементов из руд при производстве благородных металлов.

Научные тенденции в производстве металлов платиновой группы (раздел 5)

Вопросы для контроля:

- 1) Сырьевая база платиновых металлов.
- 2) Формы нахождения платиновых металлов в рудах.
- 3) Направление совершенствования аффинажного производства.
- 4) Переработка шлиховой платины.
- 5) Способы разделения металлов платиновой группы.

Критерии оценивания.

Правильное формулирование ответов на вопросы. Использование в ходе ответа знаний полученных в ходе лекционных занятий и самостоятельной подготовки (изучения дополнительной литературы).

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
ПК-6.3	Демонстрирует знания существующих перспективных направлений в технологических процессах получения лёгких и благородных металлов механизмов, путей доведения новых технологий до внедрения в технологический процесс получения металлов.	Устное собеседование по вопросам к зачету
ПК-3.4	Демонстрирует знания принципов сбора, изучения и анализа информации в области современных исследований и разработок в металлургии лёгких и благородных металлов	Устное собеседование по вопросам к зачету

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам, предназначенным к зачету.

Пример задания:

Перечень контрольных вопросов к зачету:

1. Описание технологии производства глинозема из бокситов по комбинированному способу (параллельная схема Байер-спекания).
2. Сравнительный анализ технологии производства глинозема из бокситов по комбинированному способу по сравнению с существующими аналогами.
3. Основные процессы, протекающие на катоде и аноде в электролизёре.
4. Алгоритм использования легирующих элементов и модифицирующих добавок.
5. Криолитовое отношение электролита. Определение и анализ показателей работы алюминиевых заводов с целью повышения эффективности и улучшения качества металлургического производства.
6. Анодный эффект и анодное перенапряжение. Использование методов статистического анализа для их прогнозирования.
7. Преимущества и недостатки электролизёров с самообжигающимися и предварительно обожжёнными анодами.
8. Классификация примесей, содержащихся в техническом алюминии, исходя из их процентного содержания.
9. Описание и прогнозирование влияния примесей технического алюминия на свойства готовой продукции.
10. Основные сырьевые материалы для производства обожжённых анодов. Пути определения их качества.
11. Основные преимущества технологии инертного анода с точки зрения охраны

окружающей среды.

12. Основные отличия технологии “Экологический Содерберг” от традиционной.
13. Перспективность использования рельефной подины при разработке катодов электролизеров алюминиевого производства.
14. Общая характеристика и особенности электролизёров, работающих на силе тока 500 кА (РА–500).
15. Классификация алюминиевых сплавов.
16. Отрасли, в которых возможно расширение потребления алюминия. Анализ и прогнозирование перспектив использования в них инновационных разработок.
17. Понятие об упорных золотосодержащих рудах. Критерии упорности.
18. Классификация упорных золотосодержащих руд.
19. Применение окислительного обжига в технологии переработки упорных сульфидных золотосодержащих руд.
20. Автоклавные процессы в металлургии благородных металлов
21. Извлечение золота из углистых руд.
22. Извлечение золота из глинистых руд.
23. Переработка гравитационных концентратов («золотой головки»).
24. Поведение платиновых металлов в обогатительных операциях.
25. Аффинаж платиновых металлов.
26. Автоклавное выщелачивание упорных золотосодержащих руд.
27. Бактериальное выщелачивание упорных золотосодержащих руд как решение исследовательских задач металлургии благородных металлов.
28. Интенсивное цианирование гравиоконцентратов.
29. Схемы обезвреживания хвостов золотоизвлекательных фабрик. Качественный и количественный анализ передела.
30. Использование методов математической статистики в технологии извлечения сопутствующих элементов из руд при производстве благородных металлов.
31. Сырьевая база платиновых металлов.
32. Формы нахождения платиновых металлов в рудах.
33. Направления совершенствования аффинажного производства.
34. Переработка шлиховой платины.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Демонстрирует знания принципов сбора, изучения и анализа информации в области современных исследований и разработок в металлургии лёгких и благородных металлов. Демонстрирует знания существующих перспективных направлений в технологических процессах получения лёгких и благородных металлов механизмов, путей доведения новых технологий до внедрения в технологический процесс получения металлов.	Не демонстрирует знания принципов сбора, изучения и анализа информации в области современных исследований и разработок в металлургии лёгких и благородных металлов. Не демонстрирует знания существующих перспективных направлений в технологических процессах получения лёгких и благородных металлов механизмов, путей доведения новых технологий до внедрения в технологический процесс получения металлов.

7 Основная учебная литература

1. Москвитин В. И. Металлургия легких металлов : учебник для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" направления подготовки "Металлургия" / В. И. Москвитин, И. В. Николаев, Б. А. Фомин, 2005. - 413.
2. Электрометаллургия алюминия : учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" / И. С. Гринберг [и др.], 2009. - 403.
3. Металлургия благородных металлов : учебник для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" / И. Н. Мачленицкий [и др.] ; Под. общ. ред. Л. В. Чугаева, 1987. - 431.
4. Кузьмина М. Ю. Физико-химические основы литейного производства : учебное пособие / М. Ю. Кузьмина, М. П. Кузьмин, 2018. - 175.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Электрометаллургия алюминия : учеб. пособие / И. С. Гринберг [и др.], 2005. - 414.
2. Беляев А. И. Электрометаллургия алюминия / А. И. Беляев, 1953. - 720.
3. Масленицкий И. Н. Металлургия благородных металлов : учебник / И. Н. Масленицкий, Л. В. Чугаев, 1972. - 367.

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 Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
2. Microsoft Office Professional Plus 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Экран Projecta SlimScreen настенный
2. Проектор "Epson EB-S18"