

**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 ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ»

Направление: 22.03.02 Металлургия

Металлургия цветных, редких и благородных металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Белоусова Ольга Викторовна Дата подписания: 06.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Немчинова Нина Владимировна Дата подписания: 07.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

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

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-5 Способность осуществлять, анализировать и корректировать технологические процессы получения металлов	ПКС-5.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-5.4	Демонстрирует способность осуществлять и корректировать технологические процессы получения легких металлов и глинозема	Знать математические приемы расчета рационального состава шихты, содержащих легкие металлы, ее плавки; составление материальных балансов в металлургии легких металлов, расчета технологических процессов Уметь проводить расчеты балансов работы электролизера с использованием математического аппарата; выполнять технологические расчеты металлургического оборудования Владеть использованием основных методов математического аппарата при выполнении металлургических расчетов (балансов, процессов, рациональных составов и т.п.)

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Металлургия легких металлов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Химия», «Электротехника и электроника», «Теория гидрометаллургических процессов», «Теория электрометаллургических процессов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	144	144

Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	16	16
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)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ 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	Производство глинозема и фторсолей, использование отходов.	1	4	2, 3, 4	8	1, 2	8	3	10	Отчет по лабораторной работе
2	Производство алюминия, магния и других легких металлов	2	4	5, 6, 7	8			2, 3	24	Отчет по лабораторной работе
3	Технология электролиза криолит - глиноземных расплавов	3	4			3	4			Письменный опрос
4	Рафинирование алюминия.	4	4							Реферат
5	Металлургия вторичного алюминия	5	4					1	10	Устный опрос
6	Ресурсосбережение.	6	4							Письменный опрос
7	Получение магния электролизом	7	4			4	4			Устный опрос
8	Управление качеством продукции	8	4							Письменный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		16		16		80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Производство глинозема и фторсолей, использование отходов.	Классификация способов производства глинозема. Получение глинозема по способу Байера. Производство глинозема способом спекания. Производство глинозема по смешанному способу. Производство криолита кислотным способом. Производство криолита щелочным способом. Производство фтористого алюминия, фтористого натрия и других металлов. Использование отходов глиноземного производства и производства фторсолей во вторичной переработке.
2	Производство алюминия, магния и других легких металлов	Теоретические основы электролитического способа получения алюминия. Литье алюминия и его сплавы. Электротермия алюминия и его сплавов. Metallургия магния. Производство магния термическими способами. Metallургия лития и бериллия.
3	Технология электролиза криолит - глиноземных расплавов	Физико-химические характеристики электролита и его компонентов. Электролиз криолит-глиноземных расплавов. Конструкция электролизеров и технология процесса электролиза.
4	Рафинирование алюминия.	Свойства и применение алюминия высокой чистоты. Электролитическое рафинирование алюминия. Электролизеры для рафинирования алюминия.
5	Metallургия вторичного алюминия	Извлечение алюминия из алюминиево-кремниевых сплавов и из алюминиевых ломов. Извлечение алюминия из электротермических сплавов. Свойства и области применения алюминиево-кремниевых сплавов. Печи для выплавки вторичного алюминия.
6	Ресурсосбережение.	Снижение потерь глинозема при его производстве щелочным способом. Утилизация фторсодержащих соединений в отходящих газах.
7	Получение магния электролизом	Физико-химические свойства основных компонентов и состав электролита Технология электролиза хлоридов магния. Конструкция магниевых ванн. Рафинирование чернового магния
8	Управление качеством продукции	Технико-экономические показатели производства алюминия и магния. Автоматизация производства и управление металлургическими процессами

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических
---	----------------------------------	----------------------

		часов
2	Получение глинозема из бокситов способом спекания	2
3	Сгущение криолита	4
4	Получение вторичного криолита	2
5	Плавка алюминия и его сплавов	4
6	Определение значений литейной усадки алюминия и его сплавов	2
7	Модифицирование алюминиевого сплава и исследование его структуры оптическим способом	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Методы получения глинозема из алюминиевых руд	4
2	Методы получения глинозема из алюминиевых руд	4
3	Напряжение разложения криолит-глиноземных расплавов и способы его определения и расчета	4
4	Методы получения безводного хлорида магния	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	10
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	14
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	20

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

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

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=4619>

Металлургия легких металлов: Методические указания по выполнению практических работ [электронный ресурс]/ Составители: В.И.Седых, О.В.Белоусова – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 28с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=4619>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=4619>

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 7 | Письменный опрос

Описание процедуры.

Письменный опрос проводится среди студентов для оценки эффективности получения качественных знаний в области металлургии легких металлов.

Критерии оценивания.

Студент должен показать наиболее полные знания в технологии получения глинозема и электролиза криолит-глиноземных расплавов. Дать точную информацию о технико-экономически показателям работы электролизеров различной конструкции и мощности.

6.1.2 семестр 7 | Реферат

Описание процедуры.

Данный вид самостоятельной работы предполагает индивидуальное самостоятельное выполнение письменной работы (реферата) по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемых литературы и информационных ресурсов. В начале семестра обучающийся выбирает одну из предложенных тем для написания реферата (согласно порядковому номеру в списке группы). После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра студент должен предоставить преподавателю отчетный документ по данному виду самостоятельной работы в виде реферата (текст реферата должен быть выполнен с помощью ПК, на листах белой бумаги формата А4).

Примерная тематика рефератов

1. Современные методы получения натрия.
2. Современные методы получения калия.
3. Современные методы получения лития.
4. Современные методы получения бария.
5. Современное состояние металлургии рубидия.
6. Современное состояние металлургии франция.
7. Автоматизированная система управления процессом электролиза криолит-глиноземных расплавов
8. Классификация легких металлов и основные технологические процессы их производства.
9. Производство алюминия в России. Крупнейшие российские алюминиевые компании.
10. Сырьё для получения алюминиево- кремниевого сплава электротермическим способом.
11. Выплавка алюминиево-кремниевого сплава в дуговой электропечи.
12. Рафинирование алюминиево-кремниевого сплава.
13. Сырьё для производства магния.
14. Получение магния из морской воды.
15. Производство магния из карналлита. Принципиальные технологические схемы.

16. Электролиз карналлита.
17. Производство магния силикотермическим способом. Процесс-Magnetern.
18. Применение лития и его соединений в промышленности.

Критерии оценивания.

В полной мере выполнены требования, предъявляемые к реферату. Приведен новый научно-исследовательский материал, соблюдены правила оформления, грамотно и в соответствии с требованиями подготовлен библиографический список использованной литературы,

6.1.3 семестр 7 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Перед проведением лабораторных работ все обучающиеся обязаны ознакомиться с правилами охраны труда и строго их выполнять. К выполнению лабораторных работ допускаются обучающиеся, прослушавшие инструктаж по технике безопасности и сделав соответствующую запись в журнале по ТБ в аудитории, предназначенной для проведения лабораторных работ по данной дисциплине.

Пример задания: Лабораторная работа «Получение глинозема из бокситов по способу спекания»

Цель работы: Изучение химизма и основных стадий получения глинозема из бокситов по способу спекания с воспроизведением в лабораторных условиях его основных переделов. Освоение методики расчетов.

Отчет по работе должен содержать:

1. Титульный лист с указанием названия лабораторной работы, фамилии и инициалов исполнителя работы, его учебную группу и преподавателя, ведущего лабораторные занятия.
2. Цель работы, краткое теоретическое описание получения глинозема из бокситов способом спекания.
3. Исходные данные (состав боксита, известняка, соды).
4. Расчет шихты на 10 г боксита (определение количества соды, известняка для связывания оксидов алюминия, железа, кремния и титана в соответствующие соединения).
5. Порядок выполнения работы, схемы установок и технологические параметры процессов.
6. Расчет количества спека и его состав по отдельным соединениям (%).
7. Расчет щелочи на выщелачивание спека.
8. Расчет товарного выхода глинозема (%).

Записи должны вестись четко и аккуратно, без сокращения слов, на одной стороне листа формата А4.

Контрольные вопросы:

1. Почему способ спекания может быть применим к любому виду алюминиевого сырья?
2. Из каких основных компонентов готовится шихта?
3. Каковы основные составляющие спека, при каких температурах завершается их образование?
4. Что происходит с основными компонентами спека при его выщелачивании?
5. Какие аппараты применяются для выщелачивания спека?
6. Какие соединения являются источником потерь глинозема и щелочи?
7. Как осуществляется процесс обескремнивания алюминатного раствора?
8. В чем сущность карбонизации?

9. В каких отраслях промышленности используется глинозем?
 10. Какие требования предъявляются к металлургическому глинозему?

Критерии оценивания.

Правильность оформления отчетов и полнота ответов на вопросы по контрольным вопросам, приведенным к каждой лабораторной работе в методических указаниях.

6.1.4 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

После изучения темы (раздела) обучающиеся проходят устный опрос, закрепляя знания, полученные на лекционных и практических занятиях, а также при самостоятельном изучении материала.

Вопросы для контроля (на примере темы «Получение магния электролизом»):

1. Технологические схемы подготовки сырья для получения магния электролизом. Производство хлорида магния.
2. Физико-химические свойства электролита магниевых ванн (плавкость, упругость паров, плотность, вязкость и электропроводность). Напряжение разложения.
3. Принцип выбора рационального состава электролита магниевых ванн. Основные и побочные процессы на катоде и аноде.
4. Конструкция электролизеров для получения магния. Ванны с боковым, верхним и нижним вводами анодов, с диафрагмой и без неё. Сопоставление показателей работы.
5. Технология электролитического получения магния. Питание ванн. Извлечение магния, отработанного электролита, шлама и их дальнейшая переработка.
6. Механизация и автоматизация операций обслуживания магниевых ванн. Основные показатели процесса электролиза.
7. Рафинирование магния. Стандарт на магний. Примеси в магнии-сырце. Рафинирование переплавкой с флюсами.
8. Получение магния высокой чистоты. Электролитическое рафинирование.

Критерии оценивания.

Обучающиеся полно раскрывают вопросы, показывают знание металлургии магния металлов и основных технико-экономических показателей, решают предложенные преподавателем задачи

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
ПКС-5.4	Знает производственные показатели применяемых в металлургии легких металлов технологических процессов; режимы проведения технологических операций. Устанавливает и объясняет	Устное собеседование по вопросам экзаменационного билета

	основные причины нарушения работы металлургических процессов и параметры, влияющие на эффективность работы предприятия, а также диапазоны их оптимальных значений. Обоснованно осуществляет выбор оборудования для осуществления технологических процессов производства легких металлов.	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в виде собеседования по вопросам экзаменационного билета.

Пример задания:

Алюминиевые руды, химический и минералогический состав. Технико-экономическая оценка отдельных видов сырья.

Производство криолита щелочным способом. Химия, технология и аппаратура.

Преимущества и недостатки.

Получение металлического лития. Теория и технология электролитического способа и вакуум-термических методов получения лития.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует глубокое и прочное усвоение знаний в области производственных показателей применяемых в металлургии легких металлов технологических процессов; режимы проведения технологических операций. Показывает способность устанавливать и	Демонстрирует достаточно прочное усвоение знаний в области производственных показателей применяемых в металлургии легких металлов технологических процессов; режимы проведения технологических операций. Способен не допускать существенных	Демонстрирует усвоение только основных знаний в области производственных показателей применяемых в металлургии легких металлов технологических процессов; режимы проведения технологических операций. Способен допускать существенные неточности в установлении и	Демонстрирует отсутствие значительной части знаний в области производственных показателей применяемых в металлургии легких металлов технологических процессов; режимы проведения технологических операций. Допускает существенные ошибки в установлении и объяснении основных причин нарушения

<p>объяснять основные причины нарушения работы металлургических процессов. Знает параметры, влияющие на эффективность работы предприятия, а также диапазоны их оптимальных значений. Обоснованно осуществляет выбор оборудования для осуществления технологических процессов производства легких металлов</p>	<p>неточностей в установлении и объяснении основных причины нарушения работы металлургических процессов. Не затрудняется в выборе оборудования для осуществления технологических процессов производства легких металлов</p>	<p>объяснении основных причин нарушения работы металлургических процессов. Испытывает затруднения в выборе оборудования для осуществления технологических процессов производства легких металлов</p>	<p>работы металлургических процессов. Не демонстрирует усвоение основных знаний в области производственных показателей применяемых в металлургии легких металлов технологических процессов; режимы проведения технологических операций. Способен допускать существенные неточности в установлении и объяснении основных причин нарушения работы металлургических процессов. Испытывает затруднения в выборе оборудования для осуществления технологических процессов производства легких металлов.</p>
---	---	--	--

7 Основная учебная литература

1. Металлургия легких металлов [Электронный ресурс] : методическое пособие для студентов специальности 150102 "Металлургия цветных металлов" (МЦ) : очной и заочной форм обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 75.
2. Беляев А. И. Металлургия легких металлов : учебник для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" / А. И. Беляев, 1970. - 367.
3. 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.
4. Седых В. И. Металлургия легких металлов [Электронный ресурс] : курс лекций / В. И. Седых, О. В. Белоусова, 2008. - 74.
5. Лебедев В. А. Металлургия магния : учебное пособие для высших учебных заведений по направлению 150100 "Металлургия", специальности 150102 "Металлургия цветных металлов" / В. А. Лебедев, В. И. Седых, 2010. - 175.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Бричкин В. Н. Металлургия легких металлов. Производство алюминия и магния : лаб. практикум для специальности 110200 (150102) "Металлургия цв. металлов"... / В. Н. Бричкин, В. М. Сизяков; науч. ред. В. М. Сизяков, 2005. - 87.
2. Электрометаллургия легких металлов : сб. науч. тр / СУАЛ-Холдинг, Сиб. науч.-исслед., конструктор. и проект. ин-т алюминиевой и электрод. пром-сти, 2006. - 289.
3. Металлургия легких металлов : метод. указания к выполнению лаб. работ [для специальности 150102 (110200) "Металлургия цв. металлов" оч. и заоч. форм обучения] / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 35.
4. Электрометаллургия легких металлов : сб. науч. тр. / ОАО "СУАЛ-Холдинг", ОАО "СибВАМИ", 2003. - 185.
5. Николаев И. В. Металлургия легких металлов : учебник для вузов по направлению "Металлургия" специальности "Металлургия цветных металлов" / И. В. Николаев, В. И. Москвитин, Б. А. Фомин, 1997. - 430.

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. Excel Link concurrent AcademicEdition

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 318148 Весы HL-400
2. Печь муфельная ЭКСП 10 (тип СНОЛ, рабочая камера из МКРВ)
3. Электронный регистратор Параграф PL20-ЖКИ
4. Анализатор ТИТАН