

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

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов (129)»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №09 от 09 февраля 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«МЕТАЛЛУРГИЯ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛОВ»**

---

Направление: 22.03.02 Metallургия

---

Электрометаллургия алюминия

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой электронной подписью  
Составитель программы: Белоусова Ольга Викторовна  
Дата подписания: 05.05.2026

Документ подписан простой электронной подписью  
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина Владимировна  
Дата подписания: 08.05.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 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-4 Способность осуществлять, анализировать и корректировать процессы металлургической переработки металлосодержащих руд и вторичного сырья, а также получения первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства	ПКС-4.4
ПКС-6 Готовность использовать физико-математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения теории и практики получения цветных металлов	ПКС-6.3

### 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-4.4	Демонстрирует способность осуществлять и корректировать процессы получения глинозема, фтористых солей	<b>Знать</b> <b>Уметь</b> <b>Владеть</b>
ПКС-6.3	Осуществляет расчеты в области металлургии легких металлов	<b>Знать</b> математические приемы расчета рационального состава шихты, содержащих легкие металлы, ее плавки <b>Уметь</b> проводить расчеты балансов работы электролизера с использованием математического аппарата <b>Владеть</b> методами проведения металлургических расчетов оборудования для производства легких металлов

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Металлургия легких металлов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Металлургическая теплотехника», «Оборудование металлургического производства и защита металлов от коррозии», «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
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовая работа	Экзамен, Курсовая работа

#### 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			1, 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					2	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								36	Экзамен,

	аттестация									Курсовая работа
	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 черного 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	Гидрохимические методы получения глинозема из алюминиевых руд	4
2	Термические 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 курсового проекта (работы)	14
2	Написание реферата	10
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 курсовому проектированию/работе:

Металлургия легких металлов: Методические указания по выполнению курсовой работы /Сост.:О.В.Белоусова – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2014. – 10 с.

### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям**

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

### **5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:**

Бричкин В.Н., Сизяков В.М. Металлургия лёгких металлов. Производство алюминия и магния: Лабораторный практикум. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2005. - 88 с.

### **5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

Металлургия легких металлов [Электронный ресурс] : методические указания для самостоятельной работы по направлению 22.03.02 "Металлургия" очной и заочной форм обучения / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 14 с.

Иркутский национальный исследовательский технический университет : офиц. сайт. – URL: <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 | 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 сделавшие 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.

### **6.1.2 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.

В методических указаниях приведены темы для самостоятельного изучения разделов курса и рекомендуемая литература. Изучать материал рекомендуется по главам учебника (учебного пособия) непосредственно перед лекцией по данной теме. Следует прочитать весь материал темы, не затронутый на лекции. На лекции по теме, указанной для самостоятельного изучения, преподаватель проводит устный опрос (выборочно из обучающихся).

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.**

Обучающийся полно раскрывает вопросы, показывает знание металлургии магния металлов и основных технико-экономических показателей, активное участие в опросе.

### **6.1.3 семестр 7 | Письменный опрос**

#### **Описание процедуры.**

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

Вопросы для контроля (на примере темы «Производство глинозема и фторсолей, использование отходов»):

1. Производство глинозёма в России. Руды алюминия.
2. Производство глинозёма способом Байера. Принципиальная технологическая схема.
3. Автоклавное выщелачивание боксита. Основные реакции при выщелачивании. Аппараты для выщелачивания.
4. Влияние различных факторов на автоклавное выщелачивание бокситов.
5. Технология автоклавного выщелачивания бокситов.
6. Отделение и промывка красного шлама при автоклавном выщелачивании бокситов.
7. Выклучивание (декомпозиция) алюминатных растворов.
8. Кальцинация гидроксида алюминия.
9. Производство глинозёма способом спекания. Принципиальная технологическая схема.
10. Процессы при спекании бокситовой шихты.
11. Процессы при выщелачивании алюминатного спека.
12. Обескремнивание алюминатных растворов.

#### **Критерии оценивания.**

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

### **6.1.4 семестр 7 | Реферат**

#### **Описание процедуры.**

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 рублидия.
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 литья и его соединений в промышленности.

### **Критерии оценивания.**

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

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

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

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ПКС-4.4		
ПКС-6.3	может использовать физико-математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения процессов производства легких металлов	Защита курсовой работы

### **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. Техничко-экономическая оценка отдельных видов сырья.

Производство криолита щелочным способом. Химия, технология и аппаратура.

Преимущества и недостатки.

Получение металлического магния. Теория и технология электролитического способа и карботермических методов получения магния.

### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>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 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. Правильно использует</p>	<p>Демонстрирует достаточно прочное усвоение знаний в области производственных показателей применяемых в металлургии легких металлов технологических процессов; режимы проведения технологических операций. Способен не допускать существенных неточностей в объяснении основных причин нарушения работы металлургических процессов. Не затрудняется в выборе оборудования для осуществления технологических процессов производства легких металлов. Правильно использует физико-математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения процессов электролитического</p>	<p>Демонстрирует усвоение базовых знаний в области производственных показателей применяемых в металлургии легких металлов технологических процессов; режимы проведения технологических операций. Способен допускать существенные неточности в объяснении основных причин нарушения работы металлургических процессов. Испытывает затруднения в выборе оборудования для осуществления технологических процессов производства легких металлов. Ограниченно использует физико-математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения процессов электролитического получения легких металлов.</p>	<p>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 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.</p>

<p>физико-математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения процессов электролитического получения легких металлов.</p>	<p>легких металлов.</p>		<p>Испытывает затруднения в выборе оборудования для осуществления технологических процессов производства легких металлов. Не использует физико-математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения процессов электролитического получения легких металлов.</p>
---	-------------------------	--	--

### 6.2.2.2 Семестр 7, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

В начале семестра студенты выбора тему курсовой работы, согласовывают тему с руководителем, составляют план работы, проводят поиск и анализ литературных источников, подготавливают теоретическую и практической части, оформляют работу, предоставляют преподавателю для проверки и в конце семестра защищают.

Пример задания:

1. Процессы и аппараты выщелачивания глиноземсодержащего сырья.
  2. Процессы и аппараты технологии получения глинозема путем спекания.
  3. Процессы и аппараты технологии получения глинозема руднотермическим путем.
  4. Процессы и аппараты электрометаллургического получения алюминия.
  5. Процессы и аппараты технологии получения алюмокремниевых сплавов.
  6. Процессы и аппараты технологии электрометаллургического получения магния.
  7. Процессы и аппараты технологии карботермического получения магния.
  8. Процессы и аппараты технологии силикотермического получения магния.
  9. Процессы и аппараты технологии электрометаллургического получения натрия.
  10. Процессы и аппараты технологии электрометаллургического получения калия
  11. Процессы и аппараты технологии рафинирования легких металлов.
- А также расчетная часть (по вариантам) – расчет ветки параллельной схемы (Байер-спекание) при производстве глинозема.

#### 6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Может использовать	Не в полной мере использует	Слабо использует физико-	Не может использовать физико-

физико-математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения процессов производства легких металлов.	физико-математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения процессов производства легких металлов	математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения процессов производства легких металлов	математический аппарат при решении задач, возникающих в ходе изучения процессов производства легких металлов.
--	---	--	---

## 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. 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.
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.

## 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. Сушков А. И. Металлургия легких металлов : учебник для техникумов / А. И. Сушков, И. А. Троицкий, М. А. Эйдензон, 1957. - 510.
5. Электрометаллургия легких металлов : сб. науч. тр. / СУАЛ-Холдинг, Сиб. науч.-исслед., конструктор. и проект. ин-т алюминиевой и электрод. пром-сти, 2004. - 190.

## 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
2. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP\_prof\_64, XP\_prof\_32 - поставка 2010
3. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010

### **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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