

**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 практики**

**«ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА: ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ (ПРОЕКТНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА»**

---

Направление: 22.03.02 Металлургия

---

Электрометаллургия алюминия

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Составитель программы: Бельский Сергей  
Сергеевич  
Дата подписания: 2025-06-20

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Утвердил: Немчинова Нина Владимировна  
Дата подписания: 2025-06-20

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

## 1 Вид практики, тип, способ и формы её поведения

**Вид практики** – Производственная практика

**Тип практики** – Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика

**Способ проведения** – Выездная, Стационарная

**Форма проведения** – Дискретная

## 2 Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики

### 2.1 Вид и тип практики обеспечивает формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность использовать законы и модели переноса тепла и массы при изучении процессов, протекающих в пиро- и электрометаллургических агрегатах	ПКС-2.3, ПКС-2.4
ПКС-3 Способность организовывать, планировать эксперименты в области электрометаллургии алюминия, обобщать данные, интерпретировать результаты и делать выводы	ПКС-3.2, ПКС-3.3
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-4.3
УК ОС-1 Способность выполнять поиск, критический анализ и синтез информации и применять системный подход для решения задач в различных сферах деятельности	УК ОС-1.3

### 2.2 В результате прохождения практики у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результаты обучения при прохождении практики
УК ОС-1.3	Владеет навыками работы с поисковыми информационными системами, способен интерпретировать информацию, использовать ее в собственной профессиональной и учебной деятельности	Опыт профессиональной деятельности: знать поисковые информационные системы <b>Уметь:</b> интерпретировать информацию <b>Владеть:</b> навыками на практике использовать информацию в собственной профессиональной и учебной деятельности
ПКС-2.3	Демонстрирует на практике знания основных понятий,	Опыт профессиональной деятельности: знать основные

	законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе пирометаллургического оборудования, используемого при производстве обожженных анодов и другой углеродной продукции	понятия, законы и модели переноса тепла и массы <b>Уметь:</b> применять на практике основные понятия, законы и модели переноса тепла и массы <b>Владеть:</b> навыками применения основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе пирометаллургического оборудования, используемого при производстве обожженных анодов и другой углеродной продукции
ПКС-2.4	Демонстрирует на практике знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе электрометаллургического оборудования, используемого при получении первичного алюминия и в литейном производстве	Опыт профессиональной деятельности: знать основные понятия, законы и модели переноса тепла и массы <b>Уметь:</b> применять на практике основные понятия, законы и модели переноса тепла и массы <b>Владеть:</b> навыками применения основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе электрометаллургического оборудования, используемого при получении первичного алюминия и в литейном производстве
ПКС-3.2	Демонстрирует способность определить объект исследования на практике	Опыт профессиональной деятельности: знать объекты исследования <b>Уметь:</b> определять объекты исследования <b>Владеть:</b> владеть навыками определения объекта исследования на практике
ПКС-3.3	Демонстрирует навыки проведения экспериментов, обработки, анализа и обобщения результатов испытаний и измерений на практике	Опыт профессиональной деятельности: знать объекты в области металлургии для проведения экспериментов <b>Уметь:</b> обрабатывать, анализировать и обобщать результаты испытаний и измерений на практике <b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментов
ПКС-4.3	Демонстрирует на практике способность осуществлять и	Опыт профессиональной деятельности: знать процессы

	<p>корректировать процессы получения цветных металлов, глинозема, первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства и переработки вторичного алюминийсодержащего сырья</p>	<p>получения цветных металлов, глинозема, первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства и переработки вторичного алюминийсодержащего сырья</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять и корректировать процессы получения цветных металлов, глинозема, первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства и переработки вторичного алюминийсодержащего сырья</p> <p><b>Владеть:</b> навыками осуществлять и корректировать процессы получения цветных металлов, глинозема, первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства и переработки вторичного алюминийсодержащего сырья</p>
--	--	---

### 3 Место практики в структуре ООП, её объём и продолжительность

Форма обучения	Период проведения (курс/семестр)	Объём практики (ЗЕТ)	Продолжительность практики (количество недель/ академических часов <i>(один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа))</i>	Форма промежуточной аттестации
очная	1 курс / 2 семестр	9	6 недели / 324 часов	Зачет с оценкой
очная	2 курс / 3 семестр	9	6 недели / 324 часов	Зачет с оценкой
очная	3 курс / 5 семестр	9	6 недели / 324 часов	Зачет с оценкой
очная	3 курс / 6 семестр	15	10 недели / 540 часов	Зачет с оценкой

### 4 Содержание практики

Содержание этапов приведено в таблице ниже:

№ п/п	Этап	Содержание работ
1	Подготовительный этап	Инструктаж по технике безопасности; проработка индивидуального задания на практику
2	Основной этап	Изучение технологической схемы переработки сырья на предприятии; изучение конкретного производственного процесса, результатов научно-исследовательской или проектной деятельности, нормативной документации; изучение оборудования, применяемого для осуществления технологических процессов
3	Заключительный этап	Обработка и анализ полученной в ходе прохождения практики информации; составление отчета о прохождении производственной практики
4	Защита отчета по практике	Устное собеседование по вопросам, вынесенным на защиту отчета о прохождении производственной практики

## 5 Форма отчетности по практике

По результатам прохождения практики обучающийся должен предоставить:

- Дневник прохождения практики;
- Отчет о прохождении практики;
- Характеристика;

Требования к содержанию и оформлению отчета о прохождении практики, учитывая специфику направления подготовки:

Структура отчета о прохождении производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности выглядит следующим образом:

1. Титульный лист;
2. Индивидуальное задание на практику;
2. Содержание или оглавление (с обозначением номеров страниц);
3. Введение (во введении указывается наименование организации, где обучающийся проходил практику, подразделение, выполняемая работа, руководитель практики от организации; осуществляется анализ фактических материалов, полученных в процессе прохождения практики, формулируются цель и задачи, которые обучающийся ставит и решает в ходе выполнения отчета);
4. Основная часть (основная часть отчета может состоять из нескольких разделов, которым должны быть присвоены номера, в которых должны быть приведены следующие сведения:
  - краткая характеристика или описание организации (предприятия), сферы его деятельности и организационной структуры, специфики отдела, в которой (на котором) обучающийся проходил практику, с описанием своих должностных обязанностей;
  - описание изученных в ходе практики производственных процессов, оборудования и информационных технологий, особенностей технологического процесса и информационных технологий;
  - какие трудности возникли при прохождении практики;
  - недостатки и упущения, имевшие место при прохождении практики, в чем конкретно

они выражались;

- какие предложения имеются у обучающегося по совершенствованию программы практики;

- другие сведения, отражающие прохождение практики обучающимся);

6. Заключение (в заключении подводятся итоги практики, а также перечисляются выполненные разделы задания на практику; в заключении следует отразить данные о месте и сроках практики и подробно описать выполненную программу практики; дать анализ наиболее сложных и характерных вопросов, изученных в этот период, по возможности сформулировать свои предложения по их разрешению; в заключении также приводится перечень выводов по результатам исследования и дается оценка эффективности предложенных методов решения, а также отражается овладение индикаторами компетенций, предусмотренных для данного типа практики);

7. Список использованных источников;

8. Приложения (к отчету должны быть приложены документы, которые составил обучающийся или над которыми он работал, например графики, таблицы, иллюстрации, однако эти документы не должны составлять коммерческую или государственную тайну предприятия / организации).

Примерный объем отчета о прохождении производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) – 15-20 печатных страниц. Отчет оформляется в соответствии с СТО 005-2020. «Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических направлений подготовки и специальностей».

## **6 Оценочные материалы по практике**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

В качестве оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости используется дневник прохождения практики и характеристика.

### **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>
УК ОС-1.3	Демонстрирует способность работы с поисковыми информационными системами, способен интерпретировать информацию, использовать ее в собственной профессиональной и учебной деятельности	Защита отчета по практике
ПКС-2.3	Демонстрирует на практике знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе	Защита отчета по практике

	пирометаллургического оборудования, используемого при производстве обожженных анодов и другой углеродной продукции	
ПКС-2.4	Демонстрирует на практике знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе электрометаллургического оборудования, используемого при получении первичного алюминия и в литейном производстве	Защита отчета по практике
ПКС-3.2	Демонстрирует способность определить объект исследования на практике	Защита отчета по практике
ПКС-3.3	Демонстрирует навыки проведения экспериментов, обработки, анализа и обобщения результатов испытаний и измерений на практике	Защита отчета по практике
ПКС-4.3	Демонстрирует на практике способность осуществлять и корректировать процессы получения цветных металлов, глинозема, первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства и переработки вторичного алюминийсодержащего сырья	Защита отчета по практике

## **6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации**

### **6.2.2.1 Семестр 2, дифференцированный зачет**

**Типовые оценочные средства:** Перечень вопросов для подготовки к зачету

#### **6.2.2.1.1 Описание процедуры**

**Зачет проводится в форме защиты отчета о прохождении практики и ответа на вопросы для подготовки к зачету.**

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Опишите основные алгоритмы поиска информации в интернете
2. Назовите ключевые факторы ранжирования сайтов в результатах поиска
3. Перечислите основные типы поисковых запросов

4. Какие операторы поиска вы знаете и как их правильно использовать?
5. Опишите технику расширенного поиска в различных поисковых системах
6. Как правильно формулировать поисковые запросы для получения наиболее релевантных результатов?
7. Как организовать систематизацию найденной информации?
8. Как использовать найденные данные для решения практических задач?
9. Какие существуют способы наглядного представления информации?
10. Опишите методы оптимизации процесса поиска информации
11. Опишите основные критерии выбора объекта исследования в металлургии
12. Как провести первичную оценку металлургического производства для выбора объекта исследования?
13. Какие показатели необходимо учитывать при анализе производственных процессов?
14. Перечислите основные типы объектов исследования в металлургии
15. Как собрать необходимую информацию об объекте исследования?

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует способность работы с поисковыми информационными системами, способен интерпретировать информацию, использовать ее в собственной профессиональной и учебной деятельности. Демонстрирует способность определить объект исследования на практике	Демонстрирует способность работы с поисковыми информационными системами, способен интерпретировать информацию, использовать ее в собственной профессиональной и учебной деятельности, но не всегда обоснованно. Демонстрирует способность определить объект исследования на практике, но не всегда обоснованно	Демонстрирует слабую способность работы с поисковыми информационными системами, способен интерпретировать информацию, использовать ее в собственной профессиональной и учебной деятельности. Демонстрирует слабую способность определить объект исследования на практике	Не демонстрирует способность работы с поисковыми информационными системами, способен интерпретировать информацию, использовать ее в собственной профессиональной и учебной деятельности. Не демонстрирует способность определить объект исследования на практике

### 6.2.2.2 Семестр 3, дифференцированный зачет

**Типовые оценочные средства:** Перечень вопросов для подготовки к зачету

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

**Зачет проводится в форме защиты отчета о прохождении практики и ответа на вопросы для подготовки к зачету.**

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Как правильно составить план экспериментального исследования?
2. Какие факторы необходимо учитывать при выборе параметров эксперимента?
3. Какие методы первичной обработки данных вы знаете?
4. Как определить и исключить грубые погрешности измерений?
5. Какие критерии используются для оценки достоверности результатов?
6. Как определить систематические и случайные погрешности измерений?
7. Как интерпретировать полученные экспериментальные данные?
8. Какие методы сравнительного анализа результатов вы знаете?
9. Опишите методику выявления закономерностей в экспериментальных данных
10. Как сформулировать выводы по результатам эксперимента?

#### 6.2.2.2.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
Демонстрирует навыки проведения экспериментов, обработки, анализа и обобщения результатов испытаний и измерений на практике	Демонстрирует навыки проведения экспериментов, обработки, анализа и обобщения результатов испытаний и измерений на практике, но не всегда обоснованно	Демонстрирует слабые навыки проведения экспериментов, обработки, анализа и обобщения результатов испытаний и измерений на практике	Не демонстрирует навыки проведения экспериментов, обработки, анализа и обобщения результатов испытаний и измерений на практике

### 6.2.2.3 Семестр 5, дифференцированный зачет

**Типовые оценочные средства:** Перечень вопросов для подготовки к зачету

### 6.2.2.3.1 Описание процедуры

**Зачет проводится в форме защиты отчета о прохождении практики и ответа на вопросы для подготовки к зачету.**

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Опишите основные механизмы теплопередачи в процессе обжига анодов
2. Какие факторы влияют на интенсивность теплообмена в печах для обжига анодов?
3. Опишите методы расчета температурного поля в зоне обжига
4. Объясните механизм диффузии газов при обжиге анодов
5. Как рассчитать скорость массопереноса в условиях высоких температур?
6. Как изменяются теплофизические характеристики анодной массы при обжиге?
7. Опишите методы определения теплопроводности углеродных материалов
8. Как влияет структура материала на его тепловые характеристики?
9. Опишите основные типы обжиговых печей для углеродной продукции
10. Какие факторы влияют на равномерность нагрева анодов в печи?

### 6.2.2.3.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
Демонстрирует на практике знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе пирометаллургического оборудования, используемого при производстве обожженных анодов и другой углеродной продукции	Демонстрирует на практике знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе пирометаллургического оборудования, используемого при производстве обожженных анодов и другой углеродной продукции, но не всегда обоснованно	Демонстрирует на практике слабые знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе пирометаллургического оборудования, используемого при производстве обожженных анодов и другой углеродной продукции	Не демонстрирует на практике знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе пирометаллургического оборудования, используемого при производстве обожженных анодов и другой углеродной продукции

#### **6.2.2.4 Семестр 6, дифференцированный зачет**

**Типовые оценочные средства:** Перечень вопросов для подготовки к зачету

##### **6.2.2.4.1 Описание процедуры**

**Зачет проводится в форме защиты отчета о прохождении практики и ответа на вопросы для подготовки к зачету.**

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Опишите основные механизмы теплопередачи в процессе электролиза алюминия
2. Как происходит перенос массы компонентов в электролизных ваннах?
3. Какие факторы влияют на интенсивность теплообмена в криолито-глиноземном расплаве?
4. Как изменяются теплофизические свойства электролита при изменении состава?
5. Опишите механизмы теплопередачи при заливке жидкого алюминия
6. Как происходит кристаллизация алюминиевых сплавов?
7. Какие факторы влияют на формирование структуры отливок?
8. Какие параметры необходимо контролировать при электролизном процессе?
9. Опишите методы оптимизации теплового режима электролизера
10. Как влияет неравномерность температурного поля на качество алюминия?
11. Опишите последовательность этапов получения глинозема из бокситов.
12. Какие параметры необходимо контролировать на каждом этапе производства?
13. Как осуществляется корректировка процесса для повышения выхода продукта?
14. Опишите технологию обжига анодов для получения углеродной продукции.
15. Какие факторы влияют на качество обожженных анодов?
16. Как проводится контроль качества на различных стадиях обжига?
17. Опишите технологический процесс электролиза алюминия.
18. Какие меры предпринимаются для повышения эффективности электролизных ванн?
19. Как осуществляется корректировка процесса электролиза при изменении состава электролита?
20. Какие методы используются для переработки вторичного алюминия?
21. Как проводится предварительная подготовка вторичного сырья к переработке?
22. Опишите этапы процесса плавки вторичного алюминия и его особенности
23. Опишите технологию литья алюминиевых сплавов.

24. Какие параметры необходимо учитывать при выборе формы и температуры заливки?

25. Как осуществляется контроль качества литых изделий?

#### 6.2.2.4.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>Демонстрирует на практике знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе электрометаллургического оборудования, используемого при получении первичного алюминия и в литейном производстве. Демонстрирует на практике способность осуществлять и корректировать процессы получения цветных металлов, глинозема, первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства и переработки вторичного алюминийсодержащего сырья</p>	<p>Демонстрирует на практике знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе электрометаллургического оборудования, используемого при получении первичного алюминия и в литейном производстве, но не всегда обоснованно. Демонстрирует на практике способность осуществлять и корректировать процессы получения цветных металлов, глинозема, первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства и переработки вторичного алюминийсодержащего сырья, но не всегда обоснованно</p>	<p>Демонстрирует на практике слабые знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе электрометаллургического оборудования, используемого при получении первичного алюминия и в литейном производстве. Демонстрирует на практике слабую способность осуществлять и корректировать процессы получения цветных металлов, глинозема, первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства и переработки вторичного алюминийсодержащего сырья</p>	<p>Не демонстрирует на практике знания основных понятий, законов и моделей переноса тепла и массы применительно к работе электрометаллургического оборудования, используемого при получении первичного алюминия и в литейном производстве. Не демонстрирует на практике способность осуществлять и корректировать процессы получения цветных металлов, глинозема, первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства и переработки вторичного алюминийсодержащего сырья</p>



## **7 Основная учебная литература**

1. Воскобойников В. Г. Общая металлургия : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев, 2005. - 764.
2. Теория металлургических процессов : учебник для вузов по направлению 150100 "Металлургия", специальность 150102 "Металлургия цветных металлов" / Г. Г. Минеев [и др.]; под общ. ред. Г. Г. Минеева, 2010. - 522.
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. Металлургия алюминия [Электронный ресурс] / Ю. В. Борисоглебский [и др.], 1999. - 438.
5. Электрометаллургия алюминия : учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" / И. С. Гринберг [и др.], 2009. - 403.
6. Жучков И. А. Основы теории электрометаллургических процессов : учебное пособие для заочной формы обучения по специальности 110200 "Металлургия цветных металлов" / И. А. Жучков, 2000. - 106.
7. Исследование литейных процессов : учебное пособие по специальности 150104 "Литейное производство черных и цветных металлов" / А. А. Усольцев [и др.], 2013. - 194.
8. Кузьмина М. Ю. Физико-химические основы литейного производства : учебное пособие / М. Ю. Кузьмина, М. П. Кузьмин, 2018. - 175.
9. Щербаков Л. М. Основы научных исследований : текст лекций / Л. М. Щербаков, 2003. - 56.

## **8 Дополнительная учебная и справочная литература**

1. Троицкий И. А. Металлургия алюминия : учебное пособие для техникумов / И. А. Троицкий, В. А. Железнов, 1977. - 392.
2. Сандлер Роальд Александрович. Электрометаллургия алюминия и магния : учеб. пособие / Роальд Александрович Сандлер, Аркадий Хаимович Ратнер, 1983. - 94.
3. Троицкий И. А. Металлургия алюминия : учебное пособие для техникумов цветной металлургии / И. А. Троицкий, В. А. Железнов, 1984. - 398.
4. Ветюков Михаил Михайлович. Электро-металлургия алюминия и магния : учеб. для вузов по спец "Металлургия цветных металлов" / Михаил Михайлович Ветюков, Анатолий Михайлович Цыплаков, Сергей Николаевич Школьников, 1987. - 320.
5. Справочник металлурга. Производство алюминия и сплавов на его основе / И.С. Гринберг [и др.], 2005. - 691.
6. Янко Э. А. Аноды алюминиевых электролизеров / Э. А. Янко, 2001. - 670.
7. Колодин Э. А. Производство обожженных анодов алюминиевых электролизеров / Э. А. Колодин, В. А. Свердлин, Р. В. Свобода, 1980. - 84.

8. Основы научных исследований и техника экспериментов : текст лекций / А. М. Попков [и др.], 1989. - 125.

9. Шкляр М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие / М. Ф. Шкляр, 2008. - 242.

### **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 (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08\_2007
2. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

### **12 Материально-техническое обеспечение практики**

1. Экран Projecta SlimScreen настенный
2. Проектор EPSON EB