

**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**

**«ТЕОРИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ»**

---

Направление: 22.03.02 Металлургия

---

Электрометаллургия алюминия

---

Квалификация: Бакалавр

---

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 «Теория литейных процессов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-9 Способность принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные металлургические технологии	ОПК ОС-9.7

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

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-9.7	Демонстрирует способность применять знания физико-химических основ при выборе эффективных литейных технологий	<p><b>Знать</b> универсальные физические и феноменологические законы, определяющие процессы формирования отливок заданного качества; об эффективности и конкурентоспособности литейного производства в сравнении с другими заготовительными технологиями; литейные свойства металлов и сплавов; основные факторы, обуславливающие получение высококачественных сплавов; влияние технологических режимов и параметров на показатели качества литых заготовок;</p> <p><b>Уметь</b> управлять процессами формирования качества отливок; совершенствовать существующие и разрабатывать новые технологические процессы производства сплавов; производить выбор рациональных технологических режимов для обеспечения заданного уровня качества; применять полученные теоретические знания для практического решения задач производства;</p> <p><b>Владеть</b> методиками обобщения результатов исследований для получения новых знаний о технологических процессах в литейном производстве сплавов; методикой разработки и</p>

		осуществления мероприятий по устранению литейных дефектов.
--	--	--

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Теория литейных процессов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Аналитическая и физическая химия», «Материаловедение», «Металлургические технологии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Литейное производство», «Рафинирование и модифицирование алюминия», «Металлургия легких металлов»

## 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 № 5
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	20	20
лекции	10	10
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	10	10
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	52	52
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 № 5

№ 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	Виды литейных сплавов. Типы диаграмм состояния двойных систем	1	2			1	2	2	4	Устный опрос
2	Строение и	2	2			2	2	2	4	Устный

	свойства металлических расплавов									опрос
3	Использование флюсов в производстве алюминиевых сплавов	3	2			3	2	2	4	Устный опрос
4	Теория кристаллизации	4	2			4	2	2	4	Устный опрос
5	Состав и свойства алюминиевых сплавов	5	2			5	2	1, 2	36	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		10				10		52	

## 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

### Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Виды литейных сплавов. Типы диаграмм состояния двойных систем	Правило фаз. Диаграммы равновесия двухкомпонентных систем. Основные типы диаграмм равновесия в двухкомпонентных системах. Диаграммы состояния систем с полиморфными превращениями. Зависимость свойств сплава от вида диаграммы состояния. Диаграмма состояния Al-Si
2	Строение и свойства металлических расплавов	Современные модели строения жидких металлов. Свойства металлических расплавов. Поверхностная энергия и вязкость металлических расплавов. Диффузия в жидких металлах. Давление пара металлов и сплавов. Теплофизические и электрические свойства металлов и сплавов.
3	Использование флюсов в производстве алюминиевых сплавов	Флюсы в металлургии алюминия. Покровные флюсы. Рафинирующие флюсы. Флюсовая обработка в вакуум-ковше на алюминиевом заводе. Флюсовая обработка в миксере.
4	Теория кристаллизации	Зарождение и рост кристаллов. Формирование структуры и дендритного строения сплавов. Неравновесная кристаллизация и ликвационные свойства сплавов. Взаимосвязь характера затвердевания и макроструктуры отливки с видом диаграммы состояния сплавов. Модифицирование сплавов.
5	Состав и свойства алюминиевых сплавов	Литейные сплавы. Деформируемые сплавы. Маркировка деформируемых алюминиевых сплавов. Российская классификация деформируемых сплавов.

## 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Определение литейных свойств сплава по диаграмме состояния двойной системы	2
2	Представление о сплаве как о коллоидной системе	2
3	Физические и химические процессы, протекающие при флюсовой обработки алюминиевых расплавов	2
4	Определение характера затвердевания сплава на основе диаграмм состояния двойных систем	2
5	Отличия в маркировке деформируемых алюминиевых сплавов в России, США и Японии	2

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	32
2	Подготовка к практическим занятиям	20

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 практическим занятиям

###### Цель

Формирование компетенций, необходимых для понимания теоретических основ литейных процессов.

Примеры вопросов для опроса по результатам практического занятия:

1. Определение литейных свойств сплава по диаграмме состояния двойной системы.

Вопросы для контроля:

- 1) Виды диаграмм состояния.
- 2) Особенности кристаллизации сплава исходя из его положения на диаграмме состояния.
- 3) Методы прогнозирования литейных дефектов сплава исходя особенностей его кристаллизации.

2. Представление о сплаве как о коллоидной системе.

Вопросы для контроля:

- 1) Понятие твёрдого раствора.
- 2) Виды твёрдых растворов.
- 3) Влияние вида образуемого твёрдого раствора на микроструктуру сплава.

3. Физические и химические процессы, протекающие при флюсовой обработки алюминиевых расплавов

Вопросы для контроля:

- 1) Виды и назначение флюсов.
- 2) Отличия покровных от покровно-рафинирующих флюсов.
- 3) Физико-химические основы действия флюсов.

4. Определение характера затвердевания сплава на основе диаграмм состояния двойных систем.

Вопросы для контроля:

- 1) Что представляет собой эвтектика?
- 2) Что представляет собой твёрдый раствор?
- 3) Дайте понятие теплового эффекта кристаллизации.

5. Отличия в маркировке деформируемых алюминиевых сплавов в России, США и Японии.

Вопросы для контроля:

- 1) Методика маркировки литейных сплавов в России?
- 2) Методика маркировки литейных сплавов в США?
- 3) Методика маркировки литейных сплавов в Японии?

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

1. Подготовка к практическим занятиям.

Цель

Формирование в ходе практических занятий компетенций, необходимых для развития понимания литейных свойств алюминия и его сплавов, а также литейного производства.

Задание на СРС

Изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего практического занятия.

Рекомендации к выполнению задания

При подготовке к практическому (семинарскому) занятию следует в первую очередь рассмотреть вопросы по теме занятия. При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать литературу, указанную преподавателем, в объеме изучаемой темы. Самостоятельное изучение разделов курса производится с использованием литературных источников и интернет-ресурсов.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Обучающийся знакомится с РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы

Активная работа обучающегося на практическом занятии.

2. Цель

Проверка сформированности компетенций в период изучения дисциплины.

Задание на СРС.

Обучающийся получает вариант теста и для подготовки перечень вопросов к зачету по тематике дисциплины с учетом проверки сформированности компетенций.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов.

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

Подготовка к зачету осуществляется на зачетной неделе.

Критерии оценки качества выполнения работы

Полные правильные ответы 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 5 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Устный опрос обучающихся производится в начале каждого практического занятия на основе теоретического и практического материала, предоставленного на предыдущем занятии. Объявление результатов опроса осуществляется сразу после его завершения.

Виды литейных сплавов. Типы диаграмм состояния двойных систем (раздел 1).

Вопросы для контроля:

- 1) Что представляет собой эвтектика?
- 2) Что представляет собой твёрдый раствор?
- 3) Дайте понятие теплового эффекта кристаллизации.

Строение и свойства металлических расплавов (раздел 2).

Вопросы для контроля:

- 1) Какие существуют современные модели строения жидких металлов?
- 2) Что представляет собой поверхностная энергия металлического расплава?
- 3) Что представляет собой вязкость металлического расплава?

Использование флюсов в производстве алюминиевых сплавов (раздел 3).

Вопросы для контроля:

- 1) Перечислите виды флюсов, используемые в алюминиевом производстве?
- 2) Опишите физико-химический механизм действия покровного флюса.
- 3) Перечислите химические реакции, протекающие при обработке алюминиевого расплава флюсами.

Теория кристаллизации (раздел 4).

- 1) Почему при кристаллизации металлов и сплавов вместо кристаллов полногранной формы образуются дендриты?
- 2) Что представляет собой эвтектика?
- 3) Опишите характер затвердевания сплавов с узким и широким интервалом кристаллизации.

Состав и свойства алюминиевых сплавов (раздел 5).

Вопросы для контроля:

- 1) Какие существуют виды сплавов?
- 2) Особенности маркировки деформируемых сплавов в России.
- 3) Перечислите виды обработки деформируемых сплавов.

##### **Критерии оценивания.**

Правильное формулирование ответов на вопросы. Использование в ходе ответа знаний полученных в ходе практических 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
ОПК ОС-9.7	Демонстрирует способность применять знания физико-химических основ при выборе эффективных литейных технологий, определяющих процессы формирования отливок заданного качества, эффективности и конкурентоспособности литейного производства в сравнении с другими заготовительными технологиями.	Устное собеседование по вопросам к зачёту

### 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

#### 6.2.2.1 Семестр 5, 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:

1. Классификация примесей, содержащихся в техническом алюминии, исходя из их процентного содержания.
2. Отличие гомогенного и гетерогенного процессов образования зародышей при кристаллизации металла.
3. Что называется сплавом? Дайте определение и опишите разницу между легирующими элементами и модифицирующими добавками.
4. Классификация алюминиевых сплавов.
5. Назовите основные виды литейных алюминиевых сплавов.
6. Каковы термодинамические условия процесса кристаллизации?
7. Какова взаимосвязь критического размера зародыша и переохлаждения при самопроизвольном зарождении центров кристаллизации?
8. Назовите условие более легкого образования зародышей новой фазы на готовых поверхностях раздела по сравнению с самопроизвольным зарождением.
9. Какие параметры определяют кинетику процесса кристаллизации?
10. Каков механизм столбчатой (дендритной) кристаллизации?
11. Объемное затвердевание отливок.

12. Первая стадия процесса затвердевания отливок.
13. Поверхностное натяжение и вязкость расплавов, смачивание, поверхностноактивные вещества.
14. Опишите основные типы диаграмм состояния.
15. Дайте понятие фазы раствора.
16. Дайте понятие твёрдого раствора.
17. Опишите основные области и превращения, протекающие в диаграмме Al-Fe.
18. Отличие микро-и макроструктуры сплавов.
19. Формы роста кристаллов в слитках и отливках.
20. Физико-химические основы модифицирования алюминиевых сплавов.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

<b>Зачтено</b>	<b>Не зачтено</b>
<p>Демонстрирует знания универсальных физических и феноменологических законов, определяющих процессы формирования отливок заданного качества, эффективности и конкурентоспособности литейного производства в сравнении с другими заготовительными технологиями, Демонстрирует знания литейных свойств металлов и сплавов, основных факторов, обуславливающих получение высококачественных сплавов, а также влияние технологических режимов и параметров на показатели качества литых заготовок.</p>	<p>Не демонстрирует знания универсальных физических и феноменологических законов, определяющих процессы формирования отливок заданного качества, эффективности и конкурентоспособности литейного производства в сравнении с другими заготовительными технологиями, Не демонстрирует знания литейных свойств металлов и сплавов, основных факторов, обуславливающих получение высококачественных сплавов, а также влияние технологических режимов и параметров на показатели качества литых заготовок.</p>

### 7 Основная учебная литература

1. Кузьмина М. Ю. Физико-химические основы литейного производства : учебное пособие / М. Ю. Кузьмина, М. П. Кузьмин, 2018. - 175.
2. Исследование литейных процессов : учебное пособие по специальности 150104 "Литейное производство черных и цветных металлов" / А. А. Усольцев [и др.], 2013. - 194.

### 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Теоретические основы литейного производства. Раздел "Исследование литейных процессов с использованием АВМ и ЦВМ" : курс лекций / ред. А. М. Михайлов. Ч. 2 / сост.: А. М. Михайлов [и др.], 1977. - 66.
2. Новые технологии в металлургии, химии, обогащении и экологии : тр. науч.-практ. конф., посвящ. 230-летию С.-Петербур. гос. горн. ин-та (техн. ун-та), 170-летию каф. металлургии цв. металлов ... / ред. совет: В. Л. Трушко (пред.) [и др.], 2005. - 222.
3. Жильцов Новые технологии и материалы в машиностроении и металлургии : учебное пособие. Ч. 1 : Наноматериалы и нанотехнологии в машиностроении и металлургии, 2011. - 179.

4. Справочник металлурга. Производство алюминия и сплавов на его основе : монография / Б. И. Зельберг, Л. В. Рагозин, А. Г. Баранцев [и др.], 2013. - 675.

#### **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 [1x1000] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [5x200] )-поставка 2010
2. Microsoft Office Professional Plus 2013

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

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