

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 металлургии цветных металлов

Протокол №9 от 09 февраля 2026 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: 14.06.2026

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Немчинова Нина Владимировна Дата подписания: 15.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 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	Знать 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; Уметь 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; Владеть методиками обобщения результатов исследований для получения новых знаний о технологических процессах в литейном производстве сплавов; методикой разработки и

		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», «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
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 свойства металлических расплавов	2	2			2	2	2	4	Устный опрос
3	Использование флюсов в производстве	3	2			3	2	2	4	Устный опрос

	алюминиевых сплавов									
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

Зачтено	Не зачтено
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.	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.

7 Основная учебная литература

1. Кузьмина М. Ю. Физико-химические основы литейного производства : учебное пособие / М. Ю. Кузьмина, М. П. Кузьмин, 2018. - 175.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-22382.pdf>

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.-Петерб. 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"