

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

Структурное подразделение «Материаловедения, сварочных и аддитивных технологий
(126)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 10 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СВАРКЕ»

Направление: 15.03.01 Машиностроение

Оборудование и технология сварочного производства

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Николаева Елена
Павловна
Дата подписания: 27.05.2026

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Балановский Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 19.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

1.1 Дисциплина «Физико-химические процессы при сварке» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК ОС-1.12

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.12	Применяет знания химической термодинамики, кинетики химических процессов, химического равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, характера взаимодействия расплавленного металла с газовой, шлаковой фазой в зоне сварки	Знать основы физической химии, основные металлургические процессы при сварке плавлением. Уметь применять элементы химической термодинамики для оценки взаимодействия фаз (металлической, шлаковой, газовой) в зоне сварки Владеть методикой термодинамических расчетов, определения вероятности протекания химических реакций в зоне сварки

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физико-химические процессы при сварке» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Химия», «Материаловедение»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Теория сварочных процессов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	32	32
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч.	40	40

курсовое проектирование)		
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 № 3

№ 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	Строение вещества. Физико- химические процессы и явления при сварке плавлением.	1, 2, 3	6					3, 4, 5	9	Тест
2	Химическая термодинамика, кинетика химических процессов, химическое равновесие	4, 5	4	1, 2	8			1, 2, 3, 4, 5	15	Тест
3	Физико- химические процессы на границах раздела фаз в зоне сварки	6, 7, 8	6	3, 4	8			1, 2, 3, 4, 5	16	Тест
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		16				76	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Строение вещества. Физико-химические процессы и явления при сварке плавлением.	Агрегатные состояния вещества, основные состояния материи. Электрический ток. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца. Электрическая дуга.
2	Химическая термодинамика, кинетика химических процессов, химическое равновесие	Рассмотрение законов термодинамики в приложении к сварочным процессам. Превращение химических веществ во времени, влияние внешних условий (температура, концентрация) на скорость и направление

		химических реакций в зоне сварки. Условия химического равновесия, влияние параметров системы (концентрации веществ, температуры, давления). Принцип Ле-Шателье.
3	Физико-химические процессы на границах раздела фаз в зоне сварки	Изучение процессов, химических реакций, протекающих в зоне сварки в жидких средах и на границе раздела фаз (газовой среды, жидкий шлак, жидкий металл, твердый металл) с помощью теоретических и экспериментальных методов физической химии и химической физики. Законы Генри, Сивертса, Нернста.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	ЛР-1	4
2	ЛР-2	4
3	ЛР-3	4
4	ЛР-4	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	4
3	Подготовка к экзамену	4
4	Проработка разделов теоретического материала	6
5	Прохождение массового открытого онлайн-курса	18

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: работа в малых группах, дискуссия,

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Николаева Е.П. Методические указания по освоению дисциплины «Физическая химия». Физико-химические основы сварки. Иркутск, 2018. (электронный ресурс) er-20305.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Прохождение массового открытого онлайн-курса.

Для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине рекомендуется использовать онлайн-курс в системе «Moodle»: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=5981>

Подготовка к лабораторным работам.

Перед проведением лабораторной работы обучающемуся необходимо изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего занятия, ответить на контрольные вопросы. Перечень заданий, вопросов или тем, которые будут рассмотрены на занятиях, сообщаются преподавателем и указаны в методических указаниях к лабораторным работам.

Оформление отчетов по лабораторным работам.

По окончании лабораторной работы обучающийся должен подготовить отчет. Отчёт оформляется в соответствии с требованиями, приведёнными в методических указаниях к лабораторным работам. При защите отчета по лабораторной работе обучающийся должен знать ход выполнения работы и уметь отвечать на контрольные вопросы.

Проработка отдельных разделов теоретического курса.

Цель: углубленное изучение отдельных тем и нормативных документов. Темы для самостоятельного изучения сообщаются в начале семестра. Контроль выполнения данного вида СРС проводится в виде устного опроса при защите лабораторных работ. Вопросы по темам, подлежащим самостоятельному изучению, входят в список вопросов для подготовки к итоговому контролю. В процессе изучения материала обучающийся по своему усмотрению составляет краткий, подробный или смешанный конспект в рукописной или в электронной форме. Краткий конспект включает терминологию и/или положения общего характера. Подробный конспект включает также доказательства этих положений, пояснения, иллюстративный материал. В смешанном конспекте некоторые смысловые части представлены в виде пунктов плана, тезисов, а другие – более подробно. Конспект составляется в виде текста в электронной форме. Обучающийся при выполнении данного вида СРС должен использовать рекомендуемую литературу и информационные ресурсы. В конце конспекта помещается список использованных при его написании информационных источников.

В разделе 1 на самостоятельное изучение выносятся следующие темы: Виды переноса расплавленного металла через дуговой промежуток при сварке.

В разделе 2 на самостоятельное изучение выносятся следующие темы: Зернограничная диффузия.

В разделе 3 на самостоятельное изучение выносятся следующие темы: Особенности диффузионных процессов в условиях сварки плавлением.

Подготовка к экзамену заключается в повторении материала, выносимого для итогового контроля знаний.

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 3 | Тест

Описание процедуры.

Процедура одинаковая для всех тестов. При прохождении компьютерного тестирования задания для каждого студента выбираются программой случайным образом из общего объема тестовых заданий по дисциплине. Типы вопросов теста: множественный выбор; верно-неверно; вопросы на соответствие; выбор пропущенных слов. Тестирование выполняется индивидуально после оформления студентом отчета по лабораторной работе и/или практической работе и их защиты. Вопросы теста составлены по всей теме дисциплины. В тесте содержится от 5 до 15 вопросов. К каждому вопросу предлагаются несколько вариантов ответов. Задача студента – выбрать правильный ответ.

Критерии оценивания.

Критерии оценивания.

При 60...100% правильных ответов тест считается зачтенным. При меньшем количестве правильных ответов процедура тестирования повторяется после повторения студентом соответствующей темы дисциплины.

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-1.12	Понимает и использует знания химической термодинамики, кинетики химических процессов, химического равновесия при оценке взаимодействия расплавленного металла с газовой и шлаковой фазой в зоне сварки	Устный опрос или компьютерное тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом. Для подготовки к экзамену выдаётся список вопросов. Форма проведения экзамена, критерии оценки ответа обучающегося доводятся до сведения обучающихся до начала экзамена. Результат экзамена объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи. Оценка выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося. Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний и освоения компетенций обучающихся.

Описание процедуры экзамена в форме компьютерного тестирования.

1 вариант проведения экзамена: тест представляет собой перечень вопросов с вариантами ответов. Количество вопросов в тесте – от 20 до 30. Вопросы теста составляются по всем разделам дисциплины. Типы вопросов теста: множественный выбор; верно-неверно; вопросы на соответствие; выбор пропущенных слов. К каждому вопросу предлагаются несколько вариантов ответов, из которых обучающийся должен выбрать один или несколько правильных ответов. Тестирование проводится с ограничением времени. Тест выполнен успешно, если получено более 60% правильных ответов.

2 вариант проведения экзамена: экзаменационный билет содержит один вопрос из каждой изучаемой темы. Вопрос выбирается программой из банка вопросов случайным образом. Ответ на экзаменационный вопрос осуществляется в форме эссе в течении ограниченного времени (40-60 минут).

Описание процедуры экзамена в устной форме. Экзамен проводится в форме устного опроса с предварительной подготовкой в течение 30...40 минут. Экзаменационный билет содержит один вопрос из каждой изучаемой темы.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Усвоил материал курса, излагает его логически стройно, с полным пониманием существа вопроса. Правильно отвечает при видоизменении вопроса (задания), свободно выполняет задания, предлагаемые экзаменатором, правильно обосновывает принятые решения. Умеет прогнозировать вероятность протекания химических реакций в зоне сварки на основе законов термодинамики и	Знает материал курса и умеет практически использовать его. Допускает при ответе несущественные неточности, погрешности в изложении, небрежности в оформлении записей и рисунков. В основном демонстрирует умение прогнозировать вероятность протекания химических реакций в зоне сварки на основе законов термодинамики и физической химии. В основном	Знает основные положения курса, но не проявляет должную глубину в понимании существа вопросов. Допускает существенные неточности, поверхностные формулировки. Излагает материал нелогично, испытывает затруднения в практическом применении знаний. Демонстрирует слабое умение прогнозировать вероятность протекания химических реакций в зоне сварки на основе законов термодинамики и физической химии. Демонстрирует слабое владение	Не знает основных положений курса либо не знает или не понимает значительной части материала, допускает существенные ошибки при ответах, не выполняет предложенные задания. Не умеет прогнозировать вероятность протекания химических реакций в зоне сварки на основе законов термодинамики и физической химии. Не владеет методикой выполнения термодинамических расчетов. Не знает физической сущности сварки при использовании тепловых,

физической химии. Владеет методикой выполнения термодинамических расчетов. Знает физическую сущность сварки при использовании тепловых, механических и термомеханических источников теплоты. Демонстрирует умение анализировать физико-химические реакции в системе «дуга – атмосфера – сварочная ванна». Тестирование: выставляется оценка "отлично", если 90...100% правильных ответов.	демонстрирует владение методикой выполнения термодинамических расчетов. В основном демонстрирует знание физической сущности сварки при использовании тепловых, механических и термомеханических источников теплоты. В основном демонстрирует умение анализировать физико-химические реакции в системе «дуга – атмосфера – сварочная ванна». Тестирование: выставляется оценка "хорошо", если 80...89% правильных ответов.	методикой выполнения термодинамических расчетов. Демонстрирует слабое знание физической сущности сварки при использовании тепловых, механических и термомеханических источников теплоты. Демонстрирует слабое умение анализировать физико-химические реакции в системе «дуга – атмосфера – сварочная ванна». Тестирование: выставляется оценка "удовлетворительно", если 61...79% правильных ответов.	механических и термомеханических источников теплоты. Не умеет анализировать физико-химические реакции в системе «дуга – атмосфера – сварочная ванна». Тестирование: оценка "неудовлетворительно", если менее 60% правильных ответов.
--	--	--	---

7 Основная учебная литература

1. Теория сварочных процессов : учеб. для вузов по спец. "Оборуд. и технология сварочн. пр-ва / Под ред. Фролова В. В., 1988. - 559.
2. Теория сварочных процессов : учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Машиностроительные технологии и оборудование", специальность "Оборудование и технология сварочного производства" / А. В. Коновалов [и др.]; под ред. В. М. Неровного, 2007. - 748.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Багрянский Константин Владимирович. Теория сварочных процессов : учеб. для свароч. спец. вузов / Константин Владимирович Багрянский, Зинаида Александровна Добротина, Константин Константинович Хренов, 1976. - 423.

2. Петров Г. Л. . Теория сварочных процессов. (С основами физической химии) : учебник / Г. Л. Петров, А. С. Тумарев, 1967. - 508.
3. Основы сварочного производства и теория сварочных процессов : учебное пособие / А. А. Черепашин [и др.], 2023. - 492.

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 Professional 8 Russian

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор мультимедиа BenQ MW621ST(с экраном 2*2м)
2. Проектор Sanyo PLC-SU70
3. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF 1024/23.6""
4. 1166 Микроскоп МИМ-7
5. 1160 Микроскоп МИМ-7
6. 1164 Микроскоп МИМ-7
7. 1158 Микроскоп МИМ-7
8. 1159 Микроскоп МИМ-7
9. 1161 Микроскоп МИМ-7
10. 1284 Микроскоп МИМ-8
11. 1150 Микроскоп МИМ-8м
12. 1151 Микроскоп МИМ-8м
13. 1167 Микроскоп МИМ-7
14. 5944 Микроскоп МИМ-7
15. 5943 Микроскоп МИМ-7

16. 5945 Микроскоп МИМ-7
17. 1163 Микроскоп МИМ-7
18. 1168 Микроскоп МИМ-7
19. Микроскоп металлографический ММР-2
20. Микроскоп цифровой стационарный Микромед LCD
21. Микроскоп Микромед МЕТ-2
22. Микроскоп цифровой стереоскопический Микромед МС-2
23. Микроскоп Микромед Полар-1