

**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»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 21 января 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ»

Направление: 15.03.01 Машиностроение

Оборудование и технология сварочного производства

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Астафьева Наталья
Анатольевна
Дата подписания: 21.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Балановский Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 21.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Автоматизация сварочных процессов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-6 Способность обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование	ПКС-6.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-6.3	Использует автоматизированные сварочные процессы для сварки и наплавки	<p>Знать основы теории автоматического регулирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия и определения автоматики, ее основные элементы; - законы и закономерности построения замкнутых и разомкнутых систем автоматического регулирования (САР), особенности их функционирования в различных режимах и для различных объектов управления в сварке; - характеристики, описывающие статические и динамические свойства САР; - принципы и методики построения и функционирования элементов и систем стабилизации, систем программного управления и регулирования, следящих систем, микропроцессорных систем управления, робототехнических комплексов; - основные методики расчета всей САР, а также отдельных ее элементов, <p>Уметь формулировать задачу для автоматизации различных сварочных процессов и оборудования на основе анализа требований к качеству сварного соединения, производительности процесса сварки и условий работы сварщика;</p>

		<ul style="list-style-type: none"> – правильно выбрать функциональную, структурную и принципиальную схему системы автоматического управления (САУ); – выбрать основные элементы системы автоматического управления и, исходя из данного выбора, оценить возможность использования существующих средств автоматизации или их модернизации с целью решения поставленной задачи; – оценить результаты использования САУ и сформулировать задачи для ее дальнейшего совершенствования. <p>Владеть навыками: оценки известных систем управления и регулирования процессами для различных способов сварки,</p> <ul style="list-style-type: none"> – рационального выбора системы управления процессами сварки; <p>выбора оптимальных схем и разработке САУ процесса сварки.</p>
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Автоматизация сварочных процессов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в профессиональную деятельность», «Инженерная и компьютерная графика», «Математика», «Физика», «Детали машин и основы конструирования», «Источники питания для сварки», «Источники энергии для сварочных процессов», «Материаловедение», «Основы сварочного производства», «Основы автоматизированного проектирования изделий машиностроения»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика», «Специальные методы сварки и пайки», «Технология и оборудование термической резки», «Производство сварных конструкций»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 4	Учебный год № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72

Аудиторные занятия, в том числе:	12	2	10
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	6	0	6
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	87	34	53
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 4

№ 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	Введение. Основы управления в технических системах.	1	2					1	12	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						12	

Учебный год № 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	Основные понятия и определения теории автоматического управления.	1, 2	2			1, 2	4	1, 3	12	Контрольная работа
2	Анализ условий автоматизации сварочных процессов.							1, 2, 3	23	Контрольная работа
3	Системы автоматического управления	3	2			3	2	1, 3	13	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен

	Всего		4			6		57	
--	-------	--	---	--	--	---	--	----	--

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Основы управления в технических системах.	Понятие об автоматике и автоматизации сварочных процессов. Основные направления развития сварочного производства и средств автоматизации для него в России и за рубежом. Этапы автоматизации сварочных процессов. Эффективность автоматизации и ее роль в повышении качества, повышении производительности и улучшении условий труда для различных способов сварки. Специфика и основные трудности и проблемы автоматизации сварочных процессов. Предмет, цель, основные разделы и задачи курса. Основные виды автоматизации. Теории автоматического регулирования и управления. Основы управления в технических системах. Основные виды автоматизации: автоматическая защита и блокировка, автоматический контроль и мониторинг, автоматическое управление и регулирование.

Учебный год № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные понятия и определения теории автоматического управления.	Элементы автоматики. Принципы построения САР. Системы компенсации. Классификация САР (на примерах из сварочной техники). Прямое, не прямое, непрерывное и прерывистое регулирование (релейное, импульсное). Системы стабилизации (статические и астатические), программное регулирование, следящие системы. Связные и многомерные системы регулирования. Понятие о кибернетических самонастраивающихся системах. Применение микропроцессорной и цифровой техники в САР. Классификация элементов автоматики. Основные параметры датчиков. Характеристики основных типов датчиков, применяемых в сварочной технике: датчики линейных и угловых перемещений, усилий скорости, температуры, оптических и радиоактивных излучений, магнитных и электрических полей и токов. Специфические датчики сварочных процессов. Основные схемы включения датчиков – мостовая, дифференциальная, компенсационная. Элементы цифровых и микропроцессорных устройств в САР.

		<p>Микропроцессорные контроллеры и однокристалльные управляющие ЭВМ. Усилители – магнитные, тиристорные и транзисторные. Исполнительные устройства.</p> <p>Электромеханические приводы с двигателями постоянного и переменного тока. Пневматические и гидравлические привода и исполнительные устройства.</p>
2	Анализ условий автоматизации сварочных процессов.	<p>Свойства объектов автоматизации (регулирования). Особенности сварки как объекта управления. Наблюдаемость и управляемость различных сварочных процессов. Эффективность автоматизации процессов сварки и возможность использования типового сварочного оборудования в САУ. Требования к САУ для сварки. Особенности автоматизации сварочных процессов, как части комплексной механизации и автоматизации сварочного производства. Характеристики объектов регулирования (автоматизации) сварочных процессов: электрической сварочной дуги, электрического контакта, электронного луча, лазерного луча и т.д. Анализ возмущающих воздействий при различных способах сварки и роль регулятора в стабилизации процесса. Основные параметры сварочных процессов и методы их измерений. Определение критериальных параметров, характеризующих качество сварочного процесса (глубина проплавления, размер ядра, уровень шлаковой ванны и т.д.). Математические модели для регулирования сварочных процессов на основе теоретических и экспериментально-статистических исследований. Автоматизация основных сварочных операций, вспомогательных операций, связанных со сварочным процессом и вспомогательных операций, связанных с изменением пространственного положения изделия и сварочного инструмента.</p>
3	Системы автоматического управления	<p>Системы управления источниками питания сварочной дуги. Системы управления переносом металла и термическим циклом в основном металле. Системы управления параметрами процесса контактной и электронно-лучевой сварки. Системы стабилизации. САР энергетических параметров дуги при сварке неплавящимся электродом. САР параметров дуги при сварке плавящимся электродом. САР проплавления при дуговой, плазменной и электронно-лучевой сварке. САР контактной сварки. Системы программного управления и</p>

		<p>регулирования. Аналоговые и цифровые системы программного управления. Микропроцессорные контроллеры. Системы программного управления дуговой сваркой плавящимся и неплавящимся электродом. Программное управление контактной сваркой. Программирование параметров режима при электронно-лучевой сварке.11. Следящие системы. Системы направления электрода по стыку при дуговой сварке. Ориентация электрода и направление его по стыку в случае криволинейных швов и расположения швов в криволинейных поверхностях. Копировальные системы, системы с ЧПУ направления инструмента при газовой, лазерной и плазменной резке. Автоматизация направления по стыку электронного луча. Автоматические оптико-телевизионные следящие системы с использованием ЭВМ. Кибернетические системы управления.</p>
--	--	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Анализ данных технологического процесса для его автоматизации	2
2	Выбор и определения критериев устойчивости САР	2
3	Изучение аналоговых и цифровых систем программного управления	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	12
2	Подготовка к практическим занятиям	22

Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	21

2	Подготовка к контрольным работам	12
3	Подготовка к экзамену	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения: лекция-диалог, дискуссия, анализ конкретной ситуации.

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

Астафьева М.В. Методические указания по освоению дисциплины по курсу «Управление процессами при сварке». – Иркутск, 2017. – 12 с. (электронный ресурс)

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Астафьева М.В. Методические указания по освоению дисциплины по курсу «Управление процессами при сварке». – Иркутск, 2017. – 12 с. (электронный ресурс)

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 учебный год 4 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Контрольная работа

Цель работы: Закрепление теоретического материала и практических навыков решения задач.

Описание процедуры: Для лучшего усвоения лекционного материала и приобретения навыков его применения предусмотрено выполнение контрольных работ.

В ходе выполнения контрольной работы каждому студенту выдается индивидуальный вариант задания.

Примеры вопросов

Что понимается под объектом управления?

Что понимается под параметрами автоматического управления?

Что понимается под возмущающим воздействием?

Примеры индивидуальных заданий

Вариант Задание

Задание №1 Вычертить принципиальную электрическую схему САР температуры и привести описание её работы.

Задание №2 Составить Функциональную схему САР.

Задание №3 Составить принципиальную электрическую схему САР температуры.

Критерии оценивания.

студент должен уметь ответить на контрольные вопросы и эскизно представить конструктивные особенности рассматриваемых приспособлений или их элементов. При выполнении этих требований контрольная работа считается зачтённой. Контрольная работа считается незачтённой, если не даны ответы на контрольные вопросы

6.1.2 учебный год 5 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Контрольная работа

Цель работы: Закрепление теоретического материала и практических навыков решения задач.

Описание процедуры: Для лучшего усвоения лекционного материала и приобретения навыков его применения предусмотрено выполнение контрольных работ.

В ходе выполнения контрольной работы каждому студенту выдаются индивидуальный вариант задания.

Примеры вопросов

Что такое положительная обратная связь?

Что такое отрицательная обратная связь?

В чем заключается принцип построения САУ по отклонению?

Что такое следящая система управления?

Примеры индивидуальных заданий

Вариант Задание

Задание №1 Изучить работу системы автоматического регулирования напряжения сварочных генераторов с угольными регуляторами напряжения Р-25М,РН-180 и РН-600 и схемы включения угольных регуляторов с генераторами.

Задание №2 Дать полную классификацию САР температуры с предложенным типом датчика

Критерии оценивания.

студент должен уметь ответить на контрольные вопросы и эскизно представить конструктивные особенности рассматриваемых приспособлений или их элементов. При выполнении этих требований контрольная работа считается зачтённой.

Контрольная работа считается незачтённой, если не даны ответы на контрольные вопросы.

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
ПКС-6.3	Выполняет контрольные упражнения и	Фонд оценочных

	тесты в соответствии с установленными требованиями. Способен использовать специализированные знания при проектировании САУ сварочных процессов.	средств по дисциплине «Автоматизация сварочных процессов». Вид промежуточной аттестации – экзамен
--	---	---

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Описание процедуры экзамена

1. Формой итоговой аттестации по дисциплине является экзамен. Для подготовки к экзамену студентам выдаётся список вопросов по всему курсу.
2. Для допуска к экзамену студенты должны:
 - а) выполнить и защитить отчёты по лабораторным работам и практическим занятиям;
 - б) выполнить контрольные задания.
3. Для оценки знаний на экзамене студенту предлагается билет, содержащий два вопроса и задачу. В зависимости от ответа студента экзаменатор может задать дополнительные вопросы как связанные с темами вопросов, содержащихся в билете, так и не связанные с ними.

Типовые оценочные средства для проведения экзамена/дифференцированного зачета по дисциплине

1. Приведите основные характеристики объекта управления и регулирования.
2. Приведите классификацию систем автоматики.
3. Охарактеризуйте (по блок-схеме) принцип автоматического регулирования.
4. Изложите на примере сварочного выпрямителя принцип регулирования по отклонению регулируемой величины.
5. Изложите на примере сварочного выпрямителя принцип регулирования по возмущению регулируемой величины.
6. Применение роботов при дуговой сварке.
7. Применение роботов при контактной сварке.
8. Манипуляционные системы РТК.
9. Датчики слежения за стыком РТК.
10. Адаптивное управление.
11. Устойчивое и неустойчивое состояние системы источник – дуга. 2.1
12. Изложите сущность явления саморегулирования длины дуги плавящимся электродом АРС. 2.4/2.2
13. Изложите принцип регулирования напряжения на дуге в системе АРНД (АДС-1000).
14. Изложите принцип регулирования тока и напряжения дуги с воздействием на питающую систему АРП. 2.4
15. Изложите на примере сварочного выпрямителя принцип статического регулирования.

16. Изложите на примере сварочного выпрямителя принцип астатического регулирования.
 17. Объясните принцип регулирования сварочного тока в выпрямителе.
 18. Объясните принцип широтно – импульсного регулирования сварочного тока.
 19. Приведите классификацию возмущающих воздействий при сварке плавлением.
 20. Объясните принцип программного управления при дуговой сварке на примере аргонодуговой сварки неповоротного кольцевого стыка труб.
 21. Применение следящих систем управления при сварке дуговой сварке плавящимся электродом.
 22. Автоматическое регулирование процесса контактной сварки.
 23. Приведите классификацию возмущающих воздействий при стыковой сварке сопротивлением.
 24. Приведите классификацию возмущающих воздействий при стыковой сварке оплавлением.
 25. Изложите принцип построения систем автоматического регулирования электрических параметров режима контактной сварки.
 26. Изложите принцип построения систем автоматического регулирования физических параметров режима контактной сварки.
 27. Приведите примерную программу контактной сварки точки с термообработкой.
 28. Объясните принцип программного управления процессами контактной сварки.
 29. Программное управление сварочным процессом шовной машины.
 30. Управление процессом контактной сварки по математической модели.
- Пример экзаменационного билета

Пример задания:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет
«23» __мая__ 2025 г.
№ _____
664074, г. Иркутск,
Лермонтова, 83 Экзаменационный билет № 8
по дисциплине «Автоматизация сварочных процессов»
Направление подготовки

Профиль
подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

«Оборудование и технология сварочного производства»

1. Опишите принцип работы датчика слежения за стыком РТК.
2. Изложите принцип построения систем автоматического регулирования физических параметров режима контактной сварки.

Задача.

Билет составила:

Астафьева Н.А. _____

20 февраля 2025 г. Утверждаю:

Зав. кафедрой

_____ А.Е. Балановский

Пример экзаменационной задачи

Назначьте и эскизно представьте систему слежения за стыком таврового соединения при автоматической сварке двутавровой балки в лодочку.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Усвоил материал курса глубоко и прочно, излагает его логически стройно, с полным пониманием существа вопроса. Правильно отвечает при видоизменении вопроса (задания), свободно выполняет задания, предлагаемые экзаменатором, правильно обосновывает принятые решения. Знает рекомендованную литературы.	Знает материал курса и умеет практически использовать его. В основном, удовлетворяет требованиям на оценку «отлично», однако допускает при ответе несущественные неточности, погрешности в изложении, небрежности в оформлении записей и рисунков.	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.	Не знает основных положений курса либо не знает или не понимает значительной части материала, допускает существенные ошибки при ответах, не выполняет предложенные задания.

7 Основная учебная литература

1. Астафьева Н. А. Управление процессами и оборудованием при автоматической и роботизированной сварке [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. А. Астафьева, 2020. - 170.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Гладков Э. А. Управление процессами и оборудованием при сварке : учеб. пособие для вузов по специальности "Оборудование и технология свароч. пр-ва" направления подгот. "Машиностроит. технологии и оборудование" / Э. А. Гладков, 2006. - 429.

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 Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

3. 1. 317232 Сварочный полуавтомат Торнадо-180
2. 317234 Аппарат контактной сварки TOP
3. 314746 Полуавтомат
4. Полуавтомат Кетромат 1701 сварочный
5. 5954 Машина точечная сварки МТП-200
6. 5938 Машина стыковая сварочная МСР-100
7. 5953 Машина МШ-2001
8. Установка ПСС-3500