

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

Структурное подразделение «Технология и оборудование машиностроительных производств»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №9 от 16 апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ»**

Направление: 15.04.01 Машиностроение

Цифровые, аддитивные технологии в сварочном производстве

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Савилов Андрей  
Владиславович  
Дата подписания: 02.06.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Пашков Андрей  
Евгеньевич  
Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Балановский  
Андрей Евгеньевич  
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.



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

## 1.1 Дисциплина «Автоматизация технологических процессов сварки» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способность разрабатывать и внедрять технологические процессы заготовительных операций, сборки и сварки, аддитивных технологий, техническую и технологическую подготовку производства сварочных работ с использованием средств автоматизации проектирования и возможностей САМ-систем	ПК-1.7

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

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.7	Знает возможности использования средств автоматизации и роботов для их использования при разработке новых технологических процессов	<b>Знать</b> основные положения теории автоматизации; средства программного обеспечения автоматизации и управления; область применения и методы программирования РТК; <b>Уметь</b> выбирать функциональную схему автоматизации технологических процессов сварки; разрабатывать управляющие программы для РТК. <b>Владеть</b> навыками анализа технологических процессов сварки и выбора функциональных схем их автоматизации; навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживанию технических средств автоматизации и их систем управления

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Автоматизация технологических процессов сварки» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Современные способы сварки», «Технологии и оборудование аддитивных производств в машиностроении»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах
--------------------	------------------------------------

	(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	12	12
лабораторные работы	12	12
практические/семинарские занятия	24	24
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	96	96
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	Общие вопросы автоматизации технологических процессов сварки	1	4	1, 2	3	1, 2, 3	12	1, 2, 3, 4	24	Отчет по лабораторной работе
2	Системы слежения за линией стыка при сварке	2	2	3	2	4	4	1, 2, 3, 4	28	Отчет по лабораторной работе
3	Системы программного управления сварочными процессами и оборудованием	3	2	4, 5	4			1, 2, 3, 4	22	Отчет по лабораторной работе
4	Роботизация процесса сварки	4	4	6, 7	3	5, 6	8	1, 2, 3, 4	22	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		12		12		24		132	

##### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

###### Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие вопросы автоматизации технологических	Автоматизация сварочных процессов как часть комплексной автоматизации сварочного производства. Технологические процессы сварки

	процессов сварки	как объекты управления.
2	Системы слежения за линией стыка при сварке	Системы слежения за линией стыка при дуговой сварке. Системы автоматического слежения за линией стыка при электронно лучевой сварке.
3	Системы программного управления сварочными процессами и оборудованием	Системы программного управления процессами дуговой сварки. Программное управление процессами контактной сварки. Программное управление процессом электронно-лучевой сварки. Программное управление траекторией движения сварочной головки по линии стыка.
4	Роботизация процесса сварки	Особенности роботизированного процесса сварки. Состав робототехнических комплексов. Манипуляционные системы робототехнических комплексов. Системы управления, методы обучения и программирования сварочных робототехнических комплексов. Методы и технические средства адаптации сварочных робототехнических комплексов.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Устройство и программирование промышленного робота Fanuc M-710iC	1
2	Программирование рабочей программы по заданной траектории	2
3	Программирование движений промышленного робота Fanuc M-710iC	2
4	Исследование погрешности позиционирования промышленного робота Fanuc M-710iC	2
5	Исследование точности воспроизведения контура при движении звеньев промышленного робота Fanuc M-710iC	2
6	Устройство и программирование промышленного робота KUKA KR210 R2700 extra. Первичная юстировка	1
7	Программирование движений промышленного робота KUKA KR210 R2700 extra	2

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Разработка с помощью пульта управления управляющей программы наплавки	4
2	Разработка в САМ системе управляющей программы наплавки	4

3	Программирование траектории движения робота для сварки двух изделий	4
4	Увязка сварочного резака с системой управления робота	4
5	Разработка управляющей программы многоосевой наплавки	4
6	Использование лазерного датчика для определения начала отсчета	4

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	19
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	42
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	19
4	Проработка разделов теоретического материала	16

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

#### 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

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ: Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ для студентов очной формы обучения. Составители А.С. Пярых, А.В., Сидорова, С.Ю. Фалеев, А.В. Савилов – Иркутск, 2021. – 150 с.

###### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ: Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ для студентов очной формы обучения. Составители А.С. Пярых, А.В., Сидорова, С.Ю. Фалеев, А.В. Савилов – Иркутск, 2021. – 150 с.

###### 5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)  
Подготовка к лабораторным/практическим занятиям предполагает предварительную самостоятельную работу студентов в соответствии с методическими разработками по каждой запланированной теме. В ходе подготовки к лабораторным и практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, интернет-ресурсах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам  
Отчет по лабораторной работе должен содержать цель, краткое описание хода работы, заполненные таблицы, код управляющей программы, результаты измерений.  
Оформление отчета должно быть выполнено в соответствии с СТО "027-2015 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ".

Подготовка к сдаче и защите отчетов

Подготовка к сдаче и защите отчетов по лабораторным и практическим работам предполагает подготовку по контрольным вопросам и проработку хода выполнения лабораторных и практических работ.

Проработка отдельных разделов теоретического курса

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1: Понятие оптимизации в задачах управления. Устойчивость автоматических систем. Динамика автоматических систем.

Тема 2: Автоматическое управление качеством сварного шва. Системы наведения и автоматического направления электронного луча по стыку свариваемых кромок

Тема 3: Математическое моделирование тепловых процессов при использовании источников нагрева различной конфигурации. Обратная задача теплопроводности и методы ее решения.

Тема 4: Методы и технические средства адаптации роботов для автоматизации сварочных процессов.

Подготовка к экзамену

При подготовке к экзамену необходимо повторить пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на экзамен и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

## **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 | Отчет по лабораторной работе**

##### **Описание процедуры.**

Защита работ проводится в устной форме. Отчет по лабораторной работе должен содержать цель, краткое описание хода работы, код управляющей программы, описание основных функций и элементов робота.

Оформление отчета должно быть выполнено в соответствии с СТО "027-2015 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ".

##### **Критерии оценивания.**

Оформление отчета выполнено в соответствии с СТО "027-2015 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ".

Знает терминологию, общие понятия, определения, основные средства автоматизации, используемые программные продукты, функциональные возможности РТК.

Разрабатывает управляющие программы для РТК.

## 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
ПК-1.7	Знает терминологию, общие понятия, определения, основные средства автоматизации, используемые программные продукты, функциональные возможности РТК. Разрабатывает управляющие программы для РТК.	Устное собеседование по контрольным вопросам и/или выполнение практического задания.

### 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

Допуском к экзамену является выполнение и защита всех практических и лабораторных работ. Для оценки знаний на экзамене студенту предлагается билет, содержащий три вопроса. В зависимости от ответа студента экзаменатор может задать дополнительные вопросы как связанные с темами вопросов, содержащихся в билете, так и не связанные с ними.

Пример задания:

1. Охарактеризуйте состав и особенности сварочного оборудования в структуре РТК ДС.
2. Приведите состав сварочного оборудования в РТК для контактной сварки и варианты размещения сварочного трансформатора.
3. Перечислите способы, виды и технические средства для адаптации сварочных роботов.
4. Охарактеризуйте технические возможности интеллектуальных РТК с системой технического зрения. Приведите примеры использования интеллектуальных РТК при роботизированной сварке ответственных деталей.
5. Какие технологические и производственные преимущества дает интеграция операций при роботизированной сварке?
6. В чем заключается сущность комплексной роботизации сварочного производства? Дайте определение и характеристику гибких производственных систем с РТК.
7. Укажите основные параметры режима, изменяемые по программе при контактной стыковой сварке непрерывным оплавлением. Охарактеризуйте технологические возможности разомкнутых и замкнутых СПУ процессом контактной сварки.
8. Приведите циклограмму работы ЭЛУ в автоматическом режиме. Опишите устройство и принцип построения систем программирования при ЭЛС кольцевых стыков тел вращения.
9. Дайте характеристику систем программирования траектории движения сварочной головки по линии стыка с позиционным и контурным управлением. Приведите примеры их применения.

10. Опишите специфику работы систем цифрового программного управления в режимах подготовки и отработки программ.
11. Перечислите основные методы программирования систем ЧПУ для сварочных установок и дайте характеристику их технологических возможностей при решении задач программирования.
12. Поясните принцип измерения параметров и положения стыка с использованием дуговых датчиков в следящих системах. Каковы особенности технологии сварки, обеспечивающие возможность применения этих датчиков в системах слежения?
13. Дайте характеристику и принципы измерения параметров и положения стыка в пространстве в следящих системах с оптико-электронными датчиками. Каковы конструктивные особенности оптических датчиков и разновидности их чувствительных элементов?
14. Какие физические принципы используются при построении датчиков в системах слежения за линией стыка при ЭЛС?
15. Приведите функциональную схему и охарактеризуйте принципы работы следящей системы с датчиком вторичных электронов при ЭЛС.
16. Каковы технологические возможности телевизионных следящих систем при ЭЛС?

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задание

## **7 Основная учебная литература**

1. Овчинников В. В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов : учебник для студентов среднего профессионального образования / В. В. Овчинников, 2010. - 256.
2. Автоматизация производственных процессов механообработки : методические указания по выполнению лабораторных и практических работ для очной формы обучения по дисциплинам "Управление роботами и робототехническими системами", "Механика манипуляционных устройств", "Автоматизация производственных процессов механообработки" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 184.
3. Черепяхин А. А. Технологические процессы в машиностроении : учебное пособие / А. А. Черепяхин, В. А. Кузнецов, 2019. - 184.

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

1. Мухин В. Ф. Автоматизация сварочных процессов : учебное пособие / В. Ф. Мухин, 2011. - 114.
2. Ластовирия В. Н. Оптимизация в автоматизированном проектировании сварочных технологий. Основы теории : учебное. пособие / В. Н. Ластовирия, Э. А. Гладков, А. В. Коновалов; отв. ред. В. Н. Ластовирия, 2008. - 180.
3. 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.
4. Астафьева Н. А. Управление процессами и оборудованием при сварке : методические указания по освоению дисциплины по направлению подготовки 15.03.01 "Машиностроение", программа бакалавриата "Оборудование и технология сварочного производства" очной и заочной форм обучения / Н. А. Астафьева, 2018. - 11.

## **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 Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010\_(артикул 021-09683)
2. Delcam PowerMill Pro (Includes PS-Exchange All Neutral Import Export)\_ поставка декабрь 2010

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

1. Комплекс оборудования для механич. обработки кромок деталей
2. Комплект специальной зажимной оснастки 90277 Базовый набор 4 Alufix
3. Компрессорная установка
4. Сварка ВІМАХ 162/1 полуавтомат