



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ПГУ»)



СВЕРЖДАЮ

Ректор ПГУ

А. Д. Гуляков

02.11. 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дополнительной профессиональной программы
повышения квалификации

**Цифровые технологии и автоматизация
в современном сварочном производстве**

Наименование программы

1. Общая характеристика программы

1.1. Цель и задачи реализации программы

Цель: формирование у обучающихся представлений о направлениях развития сварочного производства на основе современных цифровизации сварочных процессов; ознакомление с особенностями, современным состоянием, перспективами автоматизации сварочного производства; изучение элементной и аппаратной части систем автоматизации и механизации сварочного производства и возможностью его модернизации в регионе. Повышение уровня знаний, умений и навыков слушателей в области цифровизации современного сварочного производства. Знакомство с технологическими решениями и инженерными подходами цифровизации управления сварочным оборудованием в современных условиях производства.

Для достижения указанной *цели* предлагается решение следующих *задач*:

- познакомить слушателей программы с современными тенденциями развития сварочного оборудования в условиях цифровой трансформации производства;
- изучить основные направления систем автоматического регулирования процессов сварки;
- рассмотреть основные типы систем автоматического регулирования сварочных процессов при различных способах сварки.

1.2. Категория слушателей

Лица, желающие освоить программу повышения квалификации, должны иметь средне-профессиональное, высшее образование или быть студентами выпускных курсов.

Желательно иметь стаж работы (не менее 1 года).

Сфера профессиональной деятельности – предприятия машино- и приборостроительного профиля.

1.3. Трудоемкость обучения

Нормативный срок освоения программы – 72 часа, включая все виды аудиторной и самостоятельной учебной работы слушателей.

Учебная нагрузка устанавливается не более 36 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной учебной работы слушателя.

1.4. Форма обучения и форма организации образовательной деятельности

Форма обучения: очно-заочная.

Продолжительность учебной недели составляет: по очно-заочной форме обучения – 6 дней.

Программа предусматривает реализацию с применением электронного обучения или дистанционных образовательных технологий.

2. Формализованные (планируемые) результаты освоения программы

Слушатель в результате освоения программы должен обладать следующим профессиональными компетенциями:

ПК-1	Способен разрабатывать технологический процесс производства сварных конструкций с выбором оптимальных способов и режимов технологических операций с учетом возможностей современного сварочного оборудования	Знать: основные типы и характеристики современного сварочного оборудования, методы его применения и особенности эксплуатации; основные положения и методы выбора режимов резки и сварки; основные элементы сварочного производства и задачи его проектирования в условиях цифровизации.
		Уметь: правильно выбирать

		соответствующее сварочное оборудование для производства сварных конструкций (механическое и электрическое оборудование, приспособления и инструмент); - управлять сварочными процессами с применением средств автоматизации и вычислительной техники.
		Владеть: - основами автоматизации сварочного производства; - навыками расчетов и выбора оптимальных способов и режимов технологических операций сварки, резки и т.д.
ПК-2	Способен осуществлять контроль соблюдения основных параметров процесса сварки и обеспечивать соблюдение требований технологического процесса	Знать: основную нормативно-техническую документацию, используемую при проектировании технологического процесса и назначении параметров процесса сварки.
		Уметь: осуществлять контроль соблюдения основных параметров процесса сварки и технологического процесса в современном сварочном производстве.
		Владеть: навыками анализа и определения причин возникновения брака, связанного с несоблюдением основных параметров процесса сварки и требований технологического процесса.

В результате обучения по дополнительной профессиональной программе слушатель овладеет навыками, необходимыми для современного специалиста в области цифровизации и автоматизации оборудования и технологий сварочного производства.

3. Содержание программы

3.1. Календарный учебный график

Образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего учебного года.

Занятия проводятся по мере комплектования групп.

График обучения	Ауд. часов в день	Дней в неделю	Общая продолжительность программы (дней, недель, месяцев)
Форма обучения			
очно-заочная	4	6	2 недели

3.2. Учебный план.

№ п/п	Наименование дисциплин (модулей)	ОТ, час	Аудиторные/ дистанционные занятия, час.		СРС, час.
			Лк	ПЗ	
1.	Основы теории автоматического регулирования и управления сварочными процессами	16	4	4	8
2.	Системы автоматического регулирования параметров сварочного процесса и оборудования	18	2	6	8
3.	Системы программного управления сварочными процессами и оборудованием	12	2	4	6
4.	Автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки	16	4	4	8

5.	Роботизация процесса сварки	12	4	2	6
ИТОГО		72	16	20	36
Итоговая аттестация					

3.3. Содержание учебных дисциплин (модулей)

№ п/п	Наименование тем	Содержание
1	Основы теории автоматического регулирования и управления сварочными процессами	<p>Основные понятия и определения, элементы автоматике, динамика и статика систем автоматического регулирования. Автоматизация сварочных процессов как часть комплексной автоматизации сварочного производства.</p> <p>Технологический процесс сварки как объект автоматического регулирования. Системы стабилизации, системы программного управления и регулирования, следящие системы, кибернетические системы управления; перспективы развития автоматизации сварочных процессов.</p> <p>Общая характеристика объектов автоматизации. Особенности автоматизации процессов в комплексной задаче механизации и автоматизации сварочного производства. Классификация возмущений в сварочном контуре. Характеристика физических процессов в объектах регулирования при различных способах сварки. Управляющие воздействия и показатели качества сварочного процесса как объекта регулирования.</p>
	Практическое занятие	<p>Адаптивные системы автоматического регулирования сварочных процессов на примере фирмы LORCH.</p> <p>Перспективы развития сварочного оборудования на основе увеличения мощности управляющих процессоров на сварочных аппаратах и создания сервисных технологических процессов, направленных на увеличение производительности, расширение технологических возможностей, повышение качества сварного соединения.</p>
	Самостоятельная работа слушателя	<p>Углубленное изучение следующих вопросов:</p> <p>Системы стабилизации, системы программного управления и регулирования, следящие системы, кибернетические системы управления; перспективы развития автоматизации сварочных процессов.</p>
2	Системы автоматического регулирования параметров сварочного процесса и оборудования	<p>Разомкнутые системы автоматического регулирования (САР) параметров процесса и оборудования. Настройка параметров и управление режимами аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. САР параметров дуги и процесса формирования шва при сварке неплавящимся электродом. Настройка параметров и управление режимами ручной дуговой сварки покрытыми электродами и механизированной сварки в среде защитных газов. Системы управления переносом электродного металла и формированием шва при дуговой сварке в защитном газе. САР параметров дуги и процесса формирования шва при автоматической сварке под флюсом. Системы управления параметрами процесса и оборудования контактной сварки. Системы управления параметрами процесса и оборудования электронно-лучевой сварки. Замкнутые системы автоматического регулирования параметров зоны проплавления в процессе сварки. САР глубины проплавления при дуговой сварке. САР глубины проплавления при электронно-лучевой сварке.</p>
	Практическое занятие	<p>Настройка параметров и управление режимами аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. САР параметров дуги и процесса формирования шва при сварке неплавящимся электродом.</p> <p>Настройка параметров и управление режимами ручной дуговой сварки покрытыми электродами и механизированной сварки в среде защитных газов. Системы управления переносом</p>

		электродного металла и формированием шва при дуговой сварке в защитном газе. САР параметров дуги и процесса формирования шва при автоматической сварке под флюсом.
	Самостоятельная работа слушателя	Углубленное изучение вопросов по теме: САР параметров процесса и оборудования.
3	Системы программного управления сварочными процессами и оборудованием	Системы слежения за линией стыка при дуговой сварке. Системы с копирными датчиками прямого и непрямого действия. Системы непрямого действия с бесконтактными датчиками. Функциональные схемы следящих систем. Системы автоматического слежения за линией стыка при электронно-лучевой сварке. Копировально-следящая система. Аналого-цифровые системы слежения за линией стыка с датчиком вторичных электронов. Микрокомпьютерная система слежения за линией стыка с датчиком вторичных электронов. Телевизионные следящие системы. 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.
	Практическое занятие	Функциональные схемы следящих систем. Системы программного управления процессами дуговой сварки. Программное управление процессами контактной сварки. Программное управление процессом электронно-лучевой сварки.
	Самостоятельная работа слушателя	Углубленное изучение вопросов по темам: Функциональные схемы следящих систем. Системы программного управления процессами дуговой сварки. Программное управление процессами контактной сварки. Программное управление процессом электронно-лучевой сварки.
4.	Автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки	Структуры автоматической системы управления технологическими процессами сварки (АСУ ТПС): дуговой сварки неплавящимся электродом; однопроводной дуговой сварки труб из аустенитных сталей; трубосварочным автоматом для многослойной сварки кольцевых стыков труб; дуговой сварки плавящимся электродом; MIG/MAG-сварки; многослойной MIG/MAG-сварки кольцевых стыков магистральных трубопроводов; контактной сварки; электронно-лучевой сварки. Состав и функциональная схема АСУ ТПС. Режимы работы микропроцессорной АСУ.
	Практическое занятие	Состав и функциональная схема АСУ ТП на примере современных образцов сварочного оборудования мировых производителей. Системы сбора и документирования сварочных данных, позволяющих проводить анализ эффективности сварочного производства; сбор и хранение информации о сварочных параметрах (ток, напряжение, скорость подачи проволоки и расход газа), режимах и времени работы, выполненных операциях (информация о номерах заказов, деталей, сварных швов и т.п.), дистанционная диагностика сварочного оборудования.
	Самостоятельная работа слушателя	Углубленное изучение вопросов по теме: Автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки
5.	Роботизация процесса сварки	Особенности роботизированного процесса сварки. Состав робототехнических комплексов. Манипуляционные системы робототехнических комплексов. Системы управления, методы обучения и программирования сварочных робототехнических комплексов. Сварочное оборудование робототехнических комплексов. Методы и технические средства адаптации сварочных робототехнических комплексов. Коллаборативная роботизация на основе антропоморфных манипуляторов. Робот

		в сотрудничестве со сварщиком без оператора.
	Практическое занятие	Современные направления разработки сварочных робототехнических комплексов. Примеры применения сварочных робототехнических комплексов в производстве.
	Самостоятельная работа слушателя	Углубленное изучение вопросов по темам: Сварочное оборудование робототехнических комплексов. Методы и технические средства адаптации сварочных робототехнических комплексов. Коллаборативная роботизация на основе антропоморфных манипуляторов.

3.4. Требования к итоговой аттестации

Итоговая аттестация производится в форме электронного теста в системе Moodle ЭИОС Пензенского государственного университета.

Лицам, успешно освоившим программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации.

Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившем на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, выдается справка об обучении.

Вопросы для подготовки к итоговой аттестации

Итоговая аттестация проводится в форме теста в единой информационно-образовательной среде MOODLE (moodle.pnzgu.ru) по темам, рассмотренным на лекционных, практических занятиях и в ходе самостоятельной работы слушателей по следующим вопросам:

1. Элементы автоматизации. Основные понятия и определения.
2. Динамика и статика систем автоматического регулирования.
3. Автоматизация сварочных процессов как часть комплексной автоматизации сварочного производства.
4. Системы стабилизации.
5. Системы программного управления и регулирования.
6. Следящие системы.
7. Кибернетические системы управления.
8. Перспективы развития автоматизации сварочных процессов.
9. Разомкнутые и замкнутые системы программного управления сварочными процессами.
10. Замкнутые системы программного регулирования.
11. Адаптивные системы автоматического регулирования сварочных процессов.
12. Перспективы развития автоматизации сварочных процессов.
13. Общая характеристика объектов автоматизации.
14. Особенности автоматизации процессов в комплексной задаче механизации и автоматизации сварочного производства.
15. Классификация возмущений в сварочном контуре.
16. Характеристика физических процессов в объектах регулирования при различных способах сварки.
17. Управляющие воздействия и показатели качества сварочного процесса как объекта регулирования
18. Разомкнутые системы автоматического регулирования параметров процесса и оборудования.
19. Настройка параметров и управление режимами аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.
20. САР параметров дуги и процесса формирования шва при сварке неплавящимся электродом.

21. Настройка параметров и управление режимами ручной дуговой сварки покрытыми электродами и механизированной сварки в среде защитных газов.
22. Системы управления переносом электродного металла и формированием шва при дуговой сварке в защитном газе.
23. САР параметров дуги и процесса формирования шва при автоматической сварке под флюсом.
24. Системы управления параметрами процесса и оборудования контактной сварки.
25. Системы управления параметрами процесса и оборудования ЭЛС.
26. Замкнутые системы автоматического регулирования параметров зоны проплавления в процессе сварки.
27. САР глубины проплавления при дуговой сварке.
28. САР глубины проплавления при ЭЛС.
29. Системы слежения за линией стыка при дуговой сварке.
30. Системы с копирными датчиками прямого и непрямого действия.
31. Системы непрямого действия с бесконтактными датчиками.
32. Функциональные схемы следящих систем.
33. Системы автоматического слежения за линией стыка при электронно-лучевой сварке.
34. Копировально-следающая система.
35. Аналого-цифровые системы слежения за линией стыка с датчиком вторичных электронов.
36. Микрокомпьютерная система слежения за линией стыка с датчиком вторичных электронов.
37. Телевизионные следящие системы.
38. Системы программного управления процессами дуговой сварки.
39. Программное управление процессами контактной сварки.
40. Программное управление процессом электронно-лучевой сварки.
41. Программное управление траекторией движения сварочной головки по линии стыка
42. Структуры АСУ ТПС.
43. АСУ ТПС дуговой сварки неплавящимся электродом.
44. АСУ ТПС однопроходной дуговой сварки труб из аустенитных сталей.
45. АСУ ТПС трубосварочным автоматом для многослойной сварки кольцевых стыков труб.
46. АСУ ТПС дуговой сварки плавящимся электродом.
47. Структура микропроцессорной системы управления оборудованием для MIG/MAG-сварки.
48. АСУ ТПС многослойной MIG/MAG-сварки кольцевых стыков магистральных трубопроводов.
49. АСУ ТПС контактной сварки.
50. Иерархия электросварочного оборудования с микроконтроллерами и ЭВМ.
51. Управление точечной контактной сваркой по математическим моделям.
52. АСУ ТПС электронно-лучевой сварки.
53. Состав и функциональная схема АСУ ТПС.
54. Режимы работы микропроцессорной АСУ сварочных постов.
55. Особенности роботизированного процесса сварки.
56. Состав робототехнических комплексов.
57. Манипуляционные системы робототехнических комплексов.

58. Системы управления, методы обучения и программирования сварочных робототехнических комплексов.
59. Сварочное оборудование робототехнических комплексов.
60. Методы и технические средства адаптации сварочных робототехнических комплексов под условия промышленного производства.

4. Условия реализации программы

4.1. Материально-технические условия реализации

Очное проведение занятий проводится в аудиториях кафедры «Сварочное, литейное производство и материаловедение» (1, 6 уч. корпус). Перечень основного лабораторного оборудования, технических средств обучения, используемых при проведении занятий по программе дополнительного профессионального образования: Экран рулонный; Мультимедийный проектор Sanyo-HLS-XV-35; сварочное оборудование для ручной дуговой сварки, механизированной сварки в среде углекислого газа, автоматической сварки под слоем флюса, установка плазменной резки, учебные фильмы. При реализации практических занятий задействовано оборудование ООО «ХБД-Волга» и кафедры «Сварочное, литейное производство и материаловедение» ФГБОУ ВО ПГУ.

В образовательном процессе используется следующее свободно-распространяемое и лицензионное ПО:

- Microsoft Office Standart 2010 (лицензия Open License 63167487);
- Приложение ZOOM (свободно-распространяемое и условно-бесплатное ПО):

<https://zoom.us/>

Дистанционное обучение слушателей проводится в открытой образовательной среде ЭИОС ПГУ.

4.2. Учебно-методическое обеспечение программы

Доступ к электронным образовательным ресурсам происходит через единую информационно-образовательную среду MOODLE (moodle.pnзgu.ru)

Перечень рекомендуемых учебных изданий:

Основная литература:

1. Гладков, Э. А. Автоматизация сварочных процессов : учебник / Э. А. Гладков, В. Н. Бродягин, Р. А. Перковский. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 421 с. Режим доступа: http://www.gubkin.ru/faculty/mechanical_engineering/chairs_and_departments/welding_and_oil-field_facility_monitoring/books/avtomatizacia%20sv%20processov
2. Львов Н.С., Гладков Э.А. Автоматика, и автоматизация сварочных процессов. - М.: Машиностроение, 1982.-302 с.
3. Львов Н.С. Автоматизация контроля и регулирования сварочных процессов. М.: Машиностроение, 1973.-128 с.

Дополнительная литература:

1. Верховенко Л.В., Туркин А.К.Справочник сварщика.- Мн.:Высш.шк., 1990.- 480 с.
2. Весекерский В.А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 1975.-767 с.
3. Севбо П.И. Комплексная механизация и автоматизация сварочного производства. - Киев: 1974.
4. Патон. Б.Е., Лебедев В.К. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки. - М.: Машиностроение, 1966.-359 с.
5. Патон Б. Е., Лебедев В. К Электрооборудование для контактной сварки. - М.: Машиностроение, 1989.- 440 с.

Учебные пособия и методические материалы

1. Автоматизация сварочных процессов. Методические указания к выполнению лабораторных работ / А.Е. Розен, С.Г. Усатый, Д.Б. Крюков. Под ред. Э.С. Атрощенко. - Пенза, рукописное изд., 2003. – 95 с., ил.
2. Руководство по эксплуатации сварочных аппаратов моделей ASAW630П, ASAW1000П, ASAW1250П. "Велдінтэкс", 2014.–31 с.
3. Инструкция по эксплуатации сварочных аппаратов серии ATIG_PAC. «Велдінтэкс», 2018. -92 с.
4. Инструкция по эксплуатации сварочного аппарата Feed. LORCH Schweißtechnik GmbH, 2016.-24 с.
5. Руководство по эксплуатации сварочного аппарата S Pulse и S SpeedPulse. Lorch Schweißtechnik GmbH, 2016.-43 с.
6. Руководство по эксплуатации сварочного аппарата серии T ControlPro. LORCH Schweißtechnik GmbH, 2017.-31 с.
7. Руководство по эксплуатации сварочного аппарата серии X350 (VRD RU). ООО «Шторм-Лорх». 2015.-8 с.

Электронные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система — издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>
2. Электронно-библиотечная система — издательство «Знаниум» <http://znaniium.com>
3. Научно-техническая библиотека ПГУ - <https://lib.pnzgu.ru/>
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>
5. Информационно-справочная система онлайн доступа к полному собранию технических нормативно-правовых актов РФ - <http://gostrf.com/>
6. Электронная информационно-образовательная среда ПГУ (ЭИОС ПГУ) - moodle.pnzgu.ru

5. Кадровое обеспечение программы

Образовательный процесс по дисциплинам (модулям) обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю дисциплины (модулю), и ученую степень или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере и систематически занимающимися научной и/или научно-методической деятельностью и проходящие повышение квалификации («Реализация учебного процесса в рамках электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) вуза», «Особенности обучения граждан с ограниченными возможностями здоровья», «Информационные и коммуникационные технологии в образовательном процессе вуза», а также аттестованные специалисты в области сварочного производства, разрушающих и неразрушающих методов контроля по линии Ростехнадзора и Росатомнадзора.

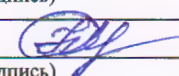
№ п/п	ФИО	Образование	Ученая степень, ученое звание	Стаж работы
1.	Розен Андрей Евгеньевич	Высшее, специальность «Машины и технология литейного производства», инженер-механик	д.т.н., профессор. Диплом доктора наук серия ДК № 002367 Аттестат профессора серия ПР № 009628	36,5
2.	Логинов Олег Николаевич	Высшее, наименование специальности «Химия», учитель химии и биологии Магистр, по направлению 23.04.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов"	к.т.н., доцент Диплом кандидата наук серия КТ № 117033 Аттестат доцента серия ДЦ № 051292	18
3.	Батрашов Виктор Михайлович	Высшее, специальность «Технология машиностроения», инженер	к.т.н., диплом кандидата наук серия ДКН № 201072	10,5
4.	Гуськов Максим Сергеевич	Высшее, специальность «Оборудование и технология сварочного производства», инженер	к.т.н., диплом кандидата наук серия КНД № 022287	7,7
5.	Чугунов Сергей Николаевич	Высшее, наименование специальности «Менеджмент», менеджер, Профессиональная переподготовка по программе «Оборудование и технология сварочного производства», 2009 г. Профессиональная переподготовка по программе «Подготовка управленческих кадров для организации народного хозяйства Российской Федерации в сфере	к.т.н., доцент. Диплом кандидата наук серия ДКН № 026578 Аттестат доцента серия ДЦ № 034153	18

		финансов», 2014		
6.	Семушкин Александр Владимирович	Высшее, специальность «Машины и технология литейного производства», инженер-механик	к.т.н., доцент. Диплом кандидата наук серия КД № 071270 Аттестат доцента серия ДЦ № 007640	31,8
7.	Крюков Дмитрий Борисович	Высшее, специальность «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов», инженер Высшее, специальность 030501.65 «Юриспруденция», юрист	к.т.н., доцент Диплом кандидата наук серия КТ № 104831 Аттестат доцента серия ДЦ № 006241	18
8.	Кривенков Алексей Олегович	Высшее, специальность «Технология машиностроения», инженер Профессиональная переподготовка по программе «Оборудование и технология сварочного производства», 2009 г.	к.т.н., доцент Диплом кандидата наук серия КТ № 165372 Аттестат доцента серия ДЦ № 021657	16

6. Разработчики программы

Д.т.н., профессор, зав. кафедрой СЛПиМ, специалист сварочных производств 4 уровня в системе аттестации сварочного производства Национального агентства контроля сварки
А.Е. Розен

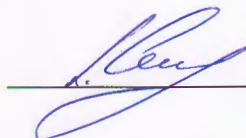
_____ (подпись) 

_____ (подпись) 

К.т.н., доцент каф. «СЛПиМ» О.Н. Логинов

СОГЛАСОВАНО:

Директор МРЦПКиДО

_____  В.В. Сазонов