

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 30 » ноября 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Автоматизация и роботизация сварочного производства
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Инновационные технологии сварочных процессов и
керамические покрытия
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование представлений об организации и функционировании систем автоматического управления технологическими машинами и роботизированных систем в сварочном производстве.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Системы автоматизации дуговой, контактной и электронно-лучевой сварки, робототехнические сварочные комплексы.

1.3. Входные требования

Знание основ сварочного производства

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.5	ИД-1ПК-2.5	Знание основ автоматизации и роботизации сварочного производства как средств повышения производительности труда, методов управления процессами дуговой сварки плавлением и лучевых методов сварки	Знает основы технологии производства продукции, конструктивные особенности и режимы сварочного оборудования с учетом передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии и организации сварочных работ	Собеседование
ПК-2.5	ИД-2ПК-2.5	Умение разрабатывать технические задания на проектирование автоматизированных комплексов для дуговой сварки и роботизированных комплексов в сварочном производстве	Умеет анализировать направления развития отечественной и зарубежной сварочной науки и техники и оформлять документацию на выполненные сварочные работы и производство (изготовление, монтаж, ремонт, реконструкцию) сварных конструкций (изделий, продукции)	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.5	ИД-3ПК-2.5	Владение навыками использования систем управления сварочным процессом при дуговой и электронно-лучевой сварке и применения сварочных роботов при производстве сварных конструкций	Владеет навыками проведения анализа выявленных несоответствий выполнения сварочных работ и производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварных конструкций (изделий, продукции) на основании контроля выполнения плана разработки и внедрения технологических процессов сварки и средств технологического оснащения сварочных работ, технической и технологической подготовки производства сварочных работ	Зачет
ПК-3.8	ИД-1ПК-3.8	Знание инновационных технологических процессов сварки с автоматическим управлением формированием сварного шва и оборудования для их реализации, в том числе, роботизированных сварочных комплексов, применяемых при производстве авиационных двигателей	Знает инновационные технологические процессы в области сварки и смежных технологий, применяемое основное и вспомогательное оборудование и материалы, повышение технологичности и особенности организации производственных процессов в авиационном двигателестроении	Собеседование
ПК-3.8	ИД-2ПК-3.8	Умение разрабатывать автоматизированные технологические процессы дуговой и электронно-лучевой сварки, осуществлять оптимальный выбор автоматизированного сварочного оборудования, в том числе - роботизированных сварочных комплексов в производственных процессах изготовления авиационных двигателей	Умеет разрабатывать технологические процессы в области сварки и смежных технологий, в том числе с применением средств автоматизированного проектирования, осуществлять оптимальный выбор технологического оборудования для реализации производственного процесса разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.8	ИД-3ПК-3.8	Владение навыками внедрения систем управления сварочными процессами при дуговой и электронно-лучевой сварке, в том числе роботизированных сварочных комплексов, для обеспечения эффективности и бездефектности производства в авиационном двигателестроении	Владеет навыками внедрения инновационных технологических процессов в области сварки и смежных технологий, анализа результатов экспериментальных технологических процессов, оптимизации выбора материалов и оборудования для обеспечения эффективности и бездефектности, при изготовлении изделий в авиационном двигателестроении	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	56	56	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	52	52	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Введение.	2	0	0	2
Автоматизация и роботизация как основа дальнейшего технического развития сварочного производства в авиационном двигателестроении				
Управление сварочной дугой и кристаллизацией сварочной ванны.	0	0	6	6
Магнитное управление сварочной дугой. Магнитное управление формированием структуры сварного шва при сварке конструкционных сталей и специальных сплавов				
Управление переносом электродного металла при сварке плавлением.	0	0	8	10
Сварка импульсной дугой. Управление переносом металла при сварке в среде углекислого газа по методу STT и сварке с холодным переносом металла по методу CMT				
Автоматическое управление электронно-лучевой сваркой.	8	0	16	12
Контроль процесса взаимодействия электронного пучка с металлом при сварке по параметрам вторичных процессов. Контроль фокусировки электронного пучка и геометрии сварного шва				
Автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки.	8	0	0	12
Структуры АСУ ТП. АСУ ТП дуговой сварки плавящимся и неплавящимся электродом				
Особенности роботизированного процесса сварки.	0	0	6	10
Состав робототехнических комплексов. Сварочное оборудование робототехнических комплексов. Методы и технические средства адаптации сварочных робототехнических комплексов				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	36	52
ИТОГО по дисциплине	18	0	36	52

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Устройства магнитного управления сварочной дугой
2	Система управления переносом металла по методу CMT фирмы FRONIUS
3	Контроль фокусировки электронного пучка при электронно-лучевой сварке

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Изучение роботизированного сварочного комплекса FANUC

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Беленький В. Я., Мелюков В. В., Трушников Д. Н. Автоматизация сварочных процессов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. 102 с. 6,5 усл. печ. л.	5
2	Гладков Э. А., Бродягин В. Н., Перковский Р. А. Автоматизация сварочных процессов : учебник для вузов. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. 421 с. 26,5 усл. печ. л.	10
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Неровный В. М., Коновалов А. В., Якушин Б. Ф., Макаров Э. Л. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 703 с. 57,2 усл. печ. л.	4
2	Тер-Мхитаров М. С. Управление техническими системами : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 1999. 150 с.	104
2.2. Периодические издания		
1	Автоматическая сварка : Сварка. Резка. Наплавка. Пайка. Нанесение покрытий международный научно-технический и производственный журнал. Киев : Сварка, 1948 - .	
2	Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике. Москва : Мастер-класс, 2006 - .	
3	Сварочное производство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1930 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Неровный В. М., Коновалов А. В., Якушин Б. Ф., Макаров Э. Л., Куркин А. С. 2-е изд. Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. 702 с.	https://elibr.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106410	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Беленький В. Я., Мелюков В. В., Трушников Д. Н. Автоматизация сварочных процессов : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2013. 103 с.	https://elibr.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160291	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Гладков Э. А., Бродягин В. Н., Перковский Р. А. Автоматизация сварочных процессов : учебник. 2-е изд. испр. Москва : МГТУ им. Баумана, 2017. 421 с.	https://elibr.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106267	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	Роботизированный сварочный комплекс FANUC	1
Практическое занятие	Сварочное оборудование СМТ «FRONIUS»	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Автоматизация и роботизация сварочного производства»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	Высшая школа авиационного двигателестроения
Направленность (профиль) образовательной программы:	Инновационные технологии сварочных процессов и керамические покрытия
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Сварочное производство, метрология и технология материалов
Форма обучения:	Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 3 семестр

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Автоматизация и роботизация сварочных процессов» является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (третьего семестра учебного плана). При этом предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия (семинары), а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине "Название" (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ОПЗ	Т/КР		Зачёт
Усвоенные знания						
3.1 Знать основы автоматизации и роботизации сварочного производства как средств повышения производительности труда, методов управления процессами дуговой сварки плавлением и лучевых методов сварки		ТО1				ТВ
3.2 Знать инновационные технологические процессы сварки с автоматическим управлением формированием сварного шва и оборудование для их реализации, в том числе - роботизированные сварочные комплексы, применяемые при производстве авиационных двигателей	С1					ТВ
Освоенные умения						
У.1 Уметь разрабатывать технические задания на проектирование сварочных автоматизированных и роботизированных комплексов			ОП31			ТВ
У.2 Уметь разрабатывать автоматизированные технологические процессы дуговой и электронно-лучевой сварки, осуществлять оптимальный выбор сварочного оборудования, в том числе – роботизированных сварочных комплексов в производственных процессах изготовления авиационных двигателей			ОП32			ТВ

Приобретенные владения						
В.1 Владеть навыками использования систем управления сварочным процессом при дуговой и электронно-лучевой сварке и применения сварочных роботов при производстве сварных конструкций			ОПЗ3			ПЗ
В.2 Владеть навыками внедрения систем управления сварочными процессами при дуговой и электронно-лучевой сварке, в том числе роботизированных сварочных комплексов, для обеспечения эффективности и бездефектности производства в авиационном двигателестроении			ОПЗ4			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам магистратуры «Высшей школы авиационного двигателестроения» в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме отчета по практическому занятию после изучения разделов учебной дисциплины.

2.2.1. Защита результатов практических работ

Всего запланировано 18 практических занятий (семинаров). Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита результатов практической работы или выступление на семинарском занятии проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная защита результатов практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Какие результаты достигаются при магнитном управлении электрической сварочной дугой?
2. В чем сущность управления переносом электродного металла при

импульсной аргодуговой сварке?

3. Какие современные способы управления переносом металла применяются при сварке в среде защитных газов?

4. Какие физические параметры используются при автоматизации процесса электронно-лучевой сварки?

5. Какие особенности применения роботизированных комплексов в сварочном производстве?

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Выбрать способ управления переносом металла для сварки конкретного изделия.

2. Выбрать тип сварочного робота в составе роботизированного комплекса для сварки конкретного изделия.

3. Определить целесообразность внедрения АСУ ТП сварки на сварочном участке предприятия.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Разработать технологический процесс электронно-лучевой сварки с контролем фокусировки электронного луча.

2. Выбрать технологию управления переносом металла при дуговой сварке в среде защитных газов.

3. Выбрать параметры управления процессом дуговой сварки изделия в системе АСУ ТП.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.