

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор НИУ «МЭИ»

Драгунов В.К.



«27» июня 2019 г.

Программа аспирантуры

Направление: 15.06.01 «Машиностроение»

Направленность (специальность): 05.02.10 «Сварка, родственные процессы и технологии»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс дисциплины по учебному плану БЗ.1

Всего: 6948 часов

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

**Целью** научно-исследовательской деятельности программы аспирантуры является формирование компетенций, обеспечивающих развитие навыков научно-исследовательской деятельности в области изучения закономерностей процессов образования неразъемных соединений материалов, металлургических и физических процессов в материалах при сварке, наплавке, пайке, нанесении покрытий, термической резке и других родственных процессах, разработкой высокоэффективных ресурсосберегающих технологий соединения материалов, методов проектирования прочных и надежных сварных конструкций, сварочного оборудования, технологических и робототехнических комплексов для производства сварных изделий, методов управления параметрами технологических процессов для обеспечения стабильности качества и свойств сварных соединений.

В процессе научно-исследовательской деятельности обучающийся решает **задачи**, направленные на выработку у обучающегося следующих **компетенций**:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);

- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6)

- способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы (ОПК-3);

- способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения (ОПК-4);

- способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов (ОПК-5);

- способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций (ОПК-6);

- способность решать научно-технические исследовательские и производственные задачи в области сварки и родственных технологий (ПК-1);

- владение систематизированными профессиональными знаниями и навыками их применения в научных исследованиях в рамках своей специальности и смежных областей знания (ПК-3);
- владение методами математического и физического моделирования сварочных объектов, комплексов и систем (ПК-4);
- способность к критической оценке последствий новых научных достижений и разработки новых технических решений в рамках своей специальности (ПК-5);
- способность к системной оценке взаимного влияния процессов в технологических системах сварочного производства, системах управления и защиты технологических процессов сварки (ПК-6);
- способность использовать результаты научно-исследовательской работы в учебном процессе в рамках своей специальности (ПК-7);
- владение навыками сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по тематике исследования, разработки и использования технической документации, основных нормативных документов по вопросам интеллектуальной собственности, подготовки документов к патентованию, оформлению ноу-хау (ПК-8).

Выработка компетенций происходит в процессе решения задач категорий «знать», «уметь», «владеть».

*Задачи категорий «знать»:*

- основные методы научно-исследовательской деятельности (УК-1);
- основные направления, проблемы, теории и методы философии, содержание современных философских дискуссий по проблемам общественного развития (УК-2);
- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности (УК-3);
- основы интеллектуальной собственности; права собственности, патенты, коммерческая тайна; интеллектуальная собственность и международное право, правовые основы работы с информацией и программным обеспечением, этические нормы и стандарты; этические кодексы и их осуществление на практике (IEEE, ACM, SE, AITP и пр.), этические и законодательные основы личной безопасности (УК-5);
- возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития (УК-6);
- общие методы построения и типы гипотез, требования, предъявляемые к научной гипотезе (ОПК-3);
- вопросы научного открытия, патентной информации, авторских прав, лицензий; современные физико-математические методы (ОПК-4);
- методы теоретических и экспериментальных исследований в выбранной сфере деятельности (ОПК-5);

- цели и задачи научных исследований в области получения и обработки материалов, основные источники научно-технической информации в этих областях и требования к представлению информационных материалов (ОПК-6);
- физические и технологические особенности сварочных процессов и родственных технологий (ПК-1);
- основные способы познания, их эволюцию, основные понятия учебно-познавательной деятельности, универсальные учебные действия, необходимые для приобретения новых знаний и умений (ПК-3);
- методы построения математических моделей; прикладное программное обеспечение в виде современных математических пакетов (ПК-4);
- современное состояние науки в выбранной области (ПК-5);
- основные технологические системы сварочного производства (ПК-6);
- научные достижения в области металловедения, методы и средства экспериментальных и теоретических исследований структуры и свойств; особенности представления металловедческой информации в специализированных источниках (ПК-7);
- научно-техническую информацию по тематике исследования, техническую документацию (ПК-8).

*Задачи категорий «уметь»:*

- выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач (УК-1);
- формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии; использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений (УК-2);
- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов (УК-3);
- оценивать аспекты профессиональной деятельности с позиций этики; понимать социальные аспекты разработки программного обеспечения; учитывать возможные последствия, выявлять риски, связанные с применением компьютерных систем; обеспечивать конфиденциальность персональной информации в базах данных; принимать технологические решения для обеспечения конфиденциальности (УК-5);
- выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей (УК-6);
- отбирать и анализировать необходимую информацию (ОПК-3);
- применять методы решения научных, технических, организационных проблем машиностроительных производств; применять физико-

математические методы при моделировании задач в области машиностроительных производств (ОПК-4);

- выбирать и применять экспериментальные и аналитические методы исследования представлять и продвигать полученные результаты (ОПК-5);

- самостоятельно разрабатывать план работы, методы исследования и способы обработки полученных результатов, представлять в соответствующем виде полученные научные результаты (ОПК-6);

- разрабатывать новые высокоэффективные энергосберегающие сварочные технологии (ПК-1);

- объяснять необходимость использования тех или иных средств и методов познания в конкретных ситуациях выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач (ПК-3);

- разрабатывать математические модели для решения задач технологии (ПК-4);

- выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах (ПК-5);

- объяснять критерии оценки взаимного влияния процессов в технологических системах сварочного производства (ПК-6);

- анализировать современный уровень знаний в области металловедения, определять уровень достоверности и актуальности информации (ПК-7);

- подбирать научно-техническую информацию по тематике для составления обзоров, отчетов и научных публикаций (навыки поиска информации) (ПК-8).

#### *Задачи категорий «владеть»:*

-навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования (УК-1);

- навыками восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыками публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения (УК-2);

- навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований (УК-3);

- культурой речи, проявляющейся в умении грамотно, доходчиво и точно передавать мысли, придерживаясь речевых норм: ясности, обеспечивающей доступность и простоту в общении; грамотности, основанной на использовании общепринятых правил русского литературного языка; содержательности, выражающейся в продуманности, осмысленности и информативности обращения; логичности, предполагающей последовательность, непротиворечивость и обоснованность изложения мыслей; доказательности, вклю-

чающей в себя достоверность и объективность информации; лаконичности, отражающей краткость и понятность речи (УК-5);

- приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования (УК-6);

- навыками формулирования и аргументированного представления научных гипотез (ОПК-3);

- навыками решения научных, технических, проблем машиностроительных производств; навыками использования методов и средств исследований в области машиностроительных производств (ОПК-4);

- навыками планирования исследования и анализа получаемых результатов (ОПК-5);

- системными знаниями в области получения и обработки материалов, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ в этих областях (ОПК-6);

- методами и средствами решения научно-технических исследовательских и производственных задач в области сварки и родственных технологий (ПК-1);

- знаниями основных предметных областей в рамках сварки (ПК-3);

- методами множественного корреляционного и регрессионного анализа для построения математических моделей процессов и объектов; методами нечеткой логики для построения математических моделей процессов и объектов (ПК-4);

- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации (ПК-5);

- знаниями об основных предметных областях в рамках сварки, системах управления и защиты технологических процессов сварки (ПК-6);

- навыками пользователя электронных и иных баз данных и приемами формирования подобных или оригинальных баз (ПК-7);

- навыками применения различных новых методов сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по тематике исследования (ПК-8).

## 2. ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

2.1. Место научных исследований в структуре программы аспирантуры.

Научным исследованиям в структуре программы аспирантуры соответствует Блок 3 «Научные исследования», который в полном объеме относится к вариативной части программы. Объем данного раздела равен 193 зачетные единицы (з.е.).

Научные исследования выполняются в течение всего периода обучения. Распределение их общего объема по годам обучения приводится в учебном плане программы аспирантуры.

## 2.2. Основные этапы проведения научных исследований.

Программа выполнения научных исследований направлена на реализацию основной поставленной задачи исследования, сформулированной в его цели. Генеральная стратегия исследования, как правило, распадается на необходимость решения задач более частного характера, совокупность результатов которых приводит к достижению цели исследования. В общей стратегии исследования можно выделить основные компоненты, составляющие программу исследования и соответствующие этапам ее проведения:

1. Постановка задачи НИР на основе обзора литературных источников.
2. Описание исходной модели объекта исследования и формализация его представления.
3. Формализация цели и задач научного исследования. Формулирование методов решения задач.
4. Проведение исследования. Обработка и анализ результатов исследования.

К обязательному разделу программы научно-исследовательской деятельности относится оформление результатов научных исследований в соответствии с требованиями к оформлению научно-квалификационных работ (диссертаций) на соискание ученой степени кандидата наук.

Данные компоненты частично или в полном объеме, как правило, присутствуют в программах решения отдельных задач исследования, стоящих на пути достижения конечной цели.

### ***1 этап. Постановка задачи научных исследований.***

Данный этап предполагает решение следующих локальных задач.

- Выбор области научных исследований.
- Изучение отечественных и зарубежных литературных и патентных источников, соответствующих выбранной области исследования.
- Составление библиографического обзора по проблематике выбранной области.
- Формулирование актуальных проблем и задач области, достигнутых результатов в их решении, нерешенных проблем и задач области.
- Выбор общей задачи научного исследования.
- Выбор объекта исследования.
- Формулирование цели исследования и задач, решение которых должно привести к достижению поставленной цели.
- Обоснование актуальности исследования в конкретном виде с формулированием известных результатов исследования общей задачи научно-исследовательской работы и предполагаемых результатов НИР.
- Формулирование научной новизны результатов научного исследования, излагаемое в формате: «формулирование предполагаемого результата исследования» - «его отличие от наиболее близких известных результатов» -

«формулирование научной новизны предполагаемого результата исследования».

- Выбор направления достижения поставленной цели и методов решения сформулированных задач исследования.

### ***II этап. Формализация описания объекта исследования.***

Формализация описания объекта исследования основывается на исходной информации о нем, которой располагает аспирант. Для ее получения помимо информации, извлеченной из литературных источников в результате их библиографического обзора, как правило, проводится экспериментальная работа в широком смысле ее понимания. Это может быть натурный эксперимент на реальном объекте, стендовые испытания, физическое моделирование, компьютерное моделирование, математическое моделирование, а также сочетание различных видов экспериментов.

Проведение экспериментальной работы с целью получения исходной информации об объекте предполагает разработку мероприятий по ее обеспечению, в которые в общем случае входят:

- Разработка программы эксперимента.
- Выбор технических и программных средств обеспечения эксперимента.
- Разработка математического, методического и программного обеспечения обработки экспериментальных данных.
- Обработка и анализ результатов обработки экспериментальных данных.

Проведение стендовых испытаний может предполагать разработку документации по изготовлению стендов - их проектированию и конструированию, а также сопровождение процесса их изготовления.

После сбора исходной информации об объекте исследования программа формализации его описания может быть следующей последовательностью шагов.

- Описание функциональных связей элементов объекта.
- Описание связей объекта с внешними условиями.
- Выделение совокупности существенных параметров для описания объекта.
- Анализ описания объекта с целью выделения функциональных связей объекта, процессов, видов информационного взаимодействия факторов внешней среды, параметров объекта, являющихся существенными с точки зрения решения поставленной задачи научного исследования.
- Выбор математического аппарата и формализованное описание функционирования объекта, удовлетворяющее требованиям решения задачи научного исследования.
- Проверка адекватности полученной формализованной модели объекта исходному объекту исследования.
- Дополнение библиографического обзора I-го этапа исследования результатами литературного поиска и их анализа по проблематике II-го этапа.

Проверка адекватности полученной модели относится к числу наиболее ответственных компонентов всего научного исследования. Отсутствие проверки или проверка, проведенная не в полном объеме, оставляет открытым вопрос о корректности и обоснованности конечных результатов исследования. Проверка проводится путем сопоставления данных, получаемых с использованием разработанной модели, исходным данным для ее построения

### ***III этап. Формализация задач научного исследования.***

На данном этапе проводится формализация (математическая постановка) общей задачи исследования и задач, решение которых приводит к достижению цели исследования на основе их формулирования на I этапе исследования и с учетом разработанной модели объекта на II этапе.

Основные компоненты этапа могут быть представлены следующим образом.

- Формализация цели исследования как математической (формальной) постановки задачи всего исследования.
- Выбор метода решения общей задачи.
- Обоснование выбранного метода, анализ его возможностей и ограничений применительно к решаемой задаче исследования.
- Формулирование задачи необходимой модернизации метода, оценка степени и научной новизны.
- Формализация постановки каждой из задач исследования, сформулированных на I этапе и решение которых необходимо для достижения его цели.
- Выбор методов решения каждой из задач.
- Проведение анализа выбранных методов и выводов о необходимости (или отсутствия необходимости) их модернизации.
- Оценка наличия степени научной новизны в задаче модернизации метода и подходов к ее решению.
- Дополнение библиографического обзора результатами литературного поиска и их анализа по проблематике III-го этапа.

### ***IV этап. Решение задач исследования. Обработка и анализ результатов исследования.***

Данный этап является наиболее трудоемким в составе всего научного исследования. Он предполагает решение сформулированных и формализованных ранее задач исследования, приводящее к достижению поставленной цели всего исследования. При решении задач можно выделить программу действий, компоненты которой в полном объеме или частично реализуются в зависимости от характера задачи. В общем виде они представляются следующим образом.

- Разработка программы решения задачи.
- Разработка методического и программно-аппаратных средств решения задачи.
- Получение данных решения.
- Обработка и анализ данных решения.
- Формулирование выводов по полученным результатам.

- При необходимости: коррекция программы решения задачи; проведение повторного исследования задачи в полном объеме или в объеме необходимого уточнения научного результата; получение уточненных данных решения задачи; формулирование уточненных выводов.

- Оценка степени научной новизны результатов и ее формулированные в уточненном варианте в соответствии с фактически полученным результатом.

- Проверка достоверности результата и формулирование положений, подтверждающих его достоверность.

- Дополнение библиографического обзора результатами литературного поиска и их анализа по проблематике IV этапа исследования.

Заключительным этапом проведенных исследований является формулирование уточненных выводов в соответствии с фактически полученными результатами, в том числе:

- уточнение формулировок новых научных результатов;
- уточнение положений, обосновывающих их новизну;
- уточнение положений, обосновывающих их достоверность.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.

Результаты исследования должны быть представлены соответствии с требованиями к научно- квалификационным работам (диссертациями) на соискание ученой степени кандидата наук согласно «Положению о присуждении ученых степеней», утвержденному Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842.

Выпускная квалификационная работа должна быть представлена следующими разделами:

- титульный лист;
- оглавление;
- аннотация;
- введение;
- основное содержание ВКР, разбитое по главам.
- заключение (основные выводы по работе).
- список литературных источников, использованных в вкр.
- приложения.

Во введении приводится краткая общая характеристика работы в форме утверждений без доказательств и пояснений.

Краткая характеристика работы должна содержать следующие позиции:

1. Актуальность научного исследования.
2. Цель работы.
3. Задачи работы.
4. Использованные методы решения задач.
5. Основные научные результаты работы.

6. Степень новизны научных результатов.
7. Обоснование достоверности полученных научных результатов.
8. Публикации, в которых изложены основные научные результаты работы с указанием числа публикаций в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России.
9. Характеристика структуры ВКР (диссертации).

Основное содержание ВКР разбивается на главы. Главы соответствуют изложению решений задач научного исследования. Каждая глава завершается разделом «Выводы по главе», в котором формулируются результаты, полученные в данной главе. При этом выводы по главе не должны подменяться аннотацией изложенного в главе исследования. Отдельная (последняя) глава ВКР может быть посвящена практическому использованию результатов НИР в какой-либо организации. В ней дается описание проблемы (задачи), разрабатываемой данной организацией, указывается какие конкретно результаты ВКР и в каком объеме использованы организацией и полученный эффект от их использования. Факт практического использования результатов ВКР подтверждается соответствующим актом.

В заключении излагаются основные выводы по работе в целом. В выводах излагаются полученные результаты, обладающие научной новизной. Рекомендуются их изложение в формате, указанном в описании I этапа научных исследований для формулирования предполагаемых научных результатов. Формулирование выводов научного исследования не должно подменяться аннотацией отдельных составляющих исследования. В заключении в качестве вывода может приводиться информация о практическом использовании результатов ВКР (при наличии такового). Сформулированные в заключении выводы по работе в целом следует сопоставить с сформулированными ранее во введении и первой главе ВКР целью и задачами исследования. Выводы должны свидетельствовать в конкретной форме о полном решении всех задач и достижения поставленной цели исследования. При нарушении такого соответствия должна быть проведена редакционная или содержательная коррекция выводов или задач исследования.

Список литературных источников, приводимый в ВКР, должен содержать только те публикации, на которые имеются ссылки в тексте работы. Систематизация списка литературы может устанавливаться в следующих вариантах:

1. сквозная по всей работе нумерация источников в соответствии с порядком их появления в тексте;
2. сквозная по всей работе в соответствии с алфавитным порядком фамилий авторов работ;
3. с разбиением всех работ по главам, в которых появляется первая ссылка на работу, и нумерация внутри главы в порядке их появления (двойная нумерация каждой работы: «номер главы - номер работы»).

Способ систематизации литературных источников определяет автор ВКР.

Основные результаты, полученные в процессе научного исследования, должны быть опубликованы, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК

Минобрнауки России для публикации научных результатов диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата наук.

Результаты исследования должны также доводиться до сведения научной общественности путем участия автора с докладами в профильных научных конференциях.