

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ имени М.Н. Михеева
Уральского отделения Российской академии наук

СОГЛАСОВАНО:
Зам. директора по научной работе
доктор физ.-мат. наук

 М.А. Коротин

« 01 » 07 2025 г.



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института,
академик РАН

 Н.В. Мушников

« 02 » сентя 2025 г.

**Основная образовательная программа высшего образования – программа
подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре**

Шифр и название области науки
2. Технические науки

Шифр и название группы научных специальностей:
2.5. Машиностроение

Отрасль науки, по которой присуждаются ученые степени:
Технические

Шифр и название научной специальности:
2.5.2. Машиноведение

Срок обучения – 4 года

Екатеринбург

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ:

1.1. Определение.

Настоящая основная образовательная программа высшего образования (далее – ООП ВО) подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программа аспирантуры), реализуемая Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (далее – ИФМ УрО РАН) по научной специальности 2.5.2. Машиноведение, представляет собой систему документов по подготовке кадров высшей квалификации, разработанную на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации";

- Федерального закона от 30 декабря 2020 № 517-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

- Постановления Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;

- Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (далее – ФГТ), утвержденными приказом Минобрнауки России № 951 от 20 октября 2021 года (с измен. и дополн.);

- Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной Приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 года № 118;

- Паспорта научной специальности 2.5.2. Машиноведение;

- Устава ИФМ УрО РАН;

- Локальных нормативных актов ИФМ УрО РАН, регламентирующих образовательную деятельность по образовательным программам подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре.

Программа аспирантуры регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки.

Освоение программ аспирантуры осуществляется в очной форме по индивидуальному плану работы, включающему индивидуальный план научной деятельности и индивидуальный учебный план (далее вместе - индивидуальный план работы). Порядок формирования и утверждения индивидуального плана работы аспиранта определяется локальным нормативным актом организации.

Сроки получения образования по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, составляет 4 года. Лицам с ограниченными возможностями здоровья срок освоения такой программы может быть продлен не более чем на один год. Объем программы аспирантуры, реализуемый за один учебный год, составляет 60 зачетных единиц.

Зачетная единица (з.е.) – это мера трудоемкости основной образовательной программы, которая приравнивается к 36 академическим часам продолжительностью по 45 минут аудиторной или внеаудиторной (самостоятельной) работы аспиранта.

Общая трудоемкость программы аспирантуры по научной специальности 2.5.2. Машиноведение составляет 240 зачетных единиц (з.е.).

1.2. Цель ООП ВО

Целью программы аспирантуры является осуществление научной деятельности для подготовки к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. В рамках осуществления научной деятельности аспирант решает научную задачу, имеющую значение для развития соответствующей отрасли науки, либо разрабатывает новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения, имеющие существенное значение для развития страны. Подготовка диссертации к защите включает в себя выполнение индивидуального плана работы, написание, оформление и представление диссертации для прохождения итоговой аттестации.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ АСПИРАНТУРЫ

Направлениями профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры по научной специальности 2.5.2. Машиноведение, являются:

1. Синтез и оптимизация структурных и кинематических схем механизмов.
2. Разработка теории и методов проектирования новых систем приводов, узлов и деталей машин.
3. Кинематический, динамический и математический анализ механизмов с использованием компьютерного моделирования.
4. Исследование надежности, трения и износа в технических объектах.
5. Создание машин на основе новых физических эффектов.
6. Разработка систем автоматизированного проектирования (САПР/CAD) для машиностроения.
7. Повышение точности расчетов и разработка нормативной базы для проектирования и испытаний техники.
8. Оценка технического состояния и диагностика объектов машиностроения.
9. Методы исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения, в том числе на основе компьютерного моделирования.

Сферой профессиональной деятельности выпускников по научной специальности 2.5.2. Машиноведение, являются:

- научно-исследовательские, проектно-конструкторские и производственные организации;
- учреждения системы высшего, среднего профессионального и среднего общего образования.

3. ПЛАНИРУЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Результатами освоения программы аспирантуры являются:

- сдача кандидатских экзаменов по дисциплинам: «История и философия науки», «Иностранный язык» и научной специальности, подготовка диссертационной работы;
- способность к получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по соответствующей научной специальности;
- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- способность выполнять информационный поиск и анализ информации по объектам исследований в соответствующей области наук;
- владение навыками подготовки научного текста в соответствующей области наук;
- владение навыками публичных выступлений по тематике соответствующей области наук;
- владение системой фундаментальных и прикладных знаний в соответствующей области наук.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Программа аспирантуры включает в себя комплект документов, в которых определены требования к результатам ее освоения - результаты научной деятельности, результаты освоения дисциплин (модулей), результаты прохождения практики; кроме того, содержащий план научной деятельности, учебный план, календарный учебный график, рабочие программы дисциплин и практики.

Программа аспирантуры состоит из научного компонента, образовательного и итоговой аттестации.

4.1. Научный компонент

1.1 Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации на соискание ученой степени кандидата наук к защите.

1.2 Подготовка публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, в рецензируемых научных изданиях, в приравненных к ним научных изданиях и (или) заявок на государственную регистрацию результатов интеллектуальной деятельности, предусмотренных Положением о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

1.3 Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования.

Перечень этапов освоения научного компонента программы аспирантуры, распределение указанных этапов и итоговой аттестации аспирантов, а также примерный план выполнения научного исследования, план подготовки диссертации и публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации оформляются в виде *плана научной деятельности*.

4.2. Образовательный компонент

2.1 Дисциплины (модули) - «История и философия науки», «Иностранный язык», Дисциплина специальности; в том числе элективные, факультативные дисциплины (модули) (в случае включения их в программу аспирантуры и (или) направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов).

2.2 Научно-исследовательская практика.

2.3 Промежуточная аттестация по дисциплинам, которая проводится в форме кандидатских экзаменов по «Истории и философии науки», «Иностранному языку», Дисциплине специальности, а также по практике.

Перечень этапов освоения образовательного компонента программы аспирантуры, распределение курсов дисциплин (модулей) и практики определяются *учебным планом*. В учебном плане отображена логическая последовательность освоения дисциплин, практик, научно-исследовательская работа. Указана общая трудоемкость дисциплин, модулей, практик в зачетных единицах.

В конце учебного года для аспирантов первого-третьего года обучения проводится **промежуточная аттестация**, на которой проводится оценка результатов осуществления этапов научной деятельности, результатов освоения дисциплин, прохождения практики в соответствии с индивидуальным планом работы.

Для аспирантов четвертого года обучения в феврале месяце года окончания аспирантуры проводится предварительная итоговая аттестация.

4.3. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация проводится в форме оценки диссертации на предмет ее соответствия критериям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней").

4.4. Общая структура программы.

Базовый план обучения

Общая структура программы	Объем (в зачетных единицах)	Этапы освоения				Планируемые результаты обучения
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	
Научный компонент	204					
1. Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите.		+	+	+	+	В соответствии с индивидуальным планом аспиранта
2. Подготовка публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, в рецензируемых научных изданиях, в приравненных к ним научных изданиях и (или) заявок на государственную регистрацию результатов интеллектуальной деятельности, предусмотренных Положением о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842..		+	+	+	+	Апробация результатов научно-исследовательской деятельности, подтверждение их актуальности и научной новизны
3. Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования	4	+	+	+		Контроль этапов выполнения научного компонента
Образовательный компонент	27					
История и философия	4	+	+			Базовая теоретическая подготовка к научно-

науки						исследовательской деятельности, как с учётом исторического опыта научного исследования, так и в контексте современных социокультурных условий
Иностранный язык	5	+	+			Достижение уровня иноязычной коммуникативной активности, необходимого для осуществления научной и профессиональной деятельности в иноязычной среде
Машиноведение. Методы диагностики и неразрушающего контроля	5	+	+	+		Формирование системы углубленных профессиональных знаний по вопросам оценки технического состояния и диагностики объектов машиностроения, а также методов исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения, в том числе на основе компьютерного моделирования.
Методология преподавания в высшей школе	5	+	+	+		Умение формулировать и решать образовательные задачи; организовывать образовательный процесс
Научно-исследовательская практика	4	+	+	+	+	Формирование умения анализировать, проектировать и организовывать научный процесс
Промежуточная аттестация по этапам освоения образовательного компонента	4	+	+	+		Контроль этапов освоения образовательного компонента
Государственная итоговая аттестация	9				+	Оценка диссертации на предмет ее соответствия критериям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 "О порядке присуждения ученых степеней"(с измен. и дополн.)

Объем программы в зачетных единицах	240					
-------------------------------------	-----	--	--	--	--	--

Для каждого аспиранта план научной деятельности и индивидуальный учебный план утверждаются в рамках индивидуального плана работы.

Календарный учебный график и программа основной образовательной дисциплины приведены в Приложении 1.

5. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ООП ВО ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТОВ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.5.2 МАШИНОВЕДЕНИЕ.

5.1. Учебно-методическое и библиотечно-информационное обеспечение образовательного процесса

Учебные, учебно-методические и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы. Институт располагает обширной библиотекой, включающей научно-техническую литературу по методам и приборам контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды, научные журналы и труды конференций. Обеспечена возможность осуществления одновременного индивидуального доступа к этой системе не менее 20 человек. Библиотечный фонд укомплектован печатными и/или электронными изданиями основной учебной и научной литературы по дисциплинам общенаучного и профессионального циклов.

Фонд дополнительной литературы, помимо учебной, включает официальные, справочно-библиографические и специализированные периодические издания.

Оперативный обмен информацией с отечественными и зарубежными институтами и организациями осуществляется с соблюдением требований законодательства РФ об интеллектуальной собственности и международных договоров РФ в области интеллектуальной собственности. Для обучающихся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Преподаватели, участвующие в подготовке аспирантов, ведут активную работу по подготовке и изданию научных статей, учебников и учебных пособий.

Научная библиотека имеет (на 1 января 2022 года) сетевые доступы к полнотекстовым базам данных:

Журналы издательства American Physical Society <http://journals.aps.org>; журналы издательства Wiley <http://onlinelibrary.wiley.com>; журналы издательства Elsevier <http://www.elsevier.com>; журналы и книги издательства Springer <http://www.springer.com>; журналы издательства Institute of Physics-UK (IOP) <http://iopscience.iop.org/journals> (глубина доступа: с 2010 г.); Издательство IOP предлагает 79 журналов; журналы издательства NPG group <http://www.nature.com>; журналы издательства American Institute of Physics-USA (AIP) <http://www.scitation.aip.org>; AIP Publishing издаёт 19 известных рецензируемых журналов; журналы издательства Taylor & Francis <http://www.tandfonline.com> (глубина доступа: с 2002 г.). В настоящее время осуществляется доступ к коллекциям издательства Taylor & Francis «Общественные и гуманитарные науки» и «Естественные науки и технология», где издаётся более 1800 журналов по 19 ключевым тематикам с архивом публикаций, начиная с 1997 года. Ресурс Taylor & Francis Resource Bank также предлагает широкий спектр обучающих материалов, таких как руководства пользователя и онлайн-курсы. журналы издательства Science <http://www.sciencemag.org/journals>; База данных CASC - Computer and Applied Sciences Collection компании EBSCO Publishing <https://www.ebscohost.com/>; База данных CCDC - Cambridge Crystallographic Data Centre <http://www.ccdc.cam.ac.uk>. База данных Journal Library Plus компании IEEE: <http://ieeexplore.ieee.org/> (186 наименований за 2014-2016 гг. + 500 статей из архивов). Журналы издательства World Scientific

<http://www.worldscientific.com/>; журналы издательства American Chemical Society-USA (ACS) <http://pubs.acs.org>; журналы издательства «Наука» <http://elibrary.ru>; журналы издательства Optical Society of America-USA (OSA) <http://www.osa.org/en-us/publications/> (возможен доступ только к Abstract-версиям статей).

Существует доступ к Электронному каталогу ЦНБ УрО РАН <http://cnb.uran.ru/>

5.2. Кадровое обеспечение реализации ООП ВО

Реализация ООП ВО аспирантуры по научной специальности 2.5.2. Машиноведение обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, и ученую степень или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере и систематически занимающимися научной и/или научно-методической деятельностью. Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих ООП, составляет не менее 60%.

Научный руководитель, назначенный обучающемуся, имеет ученую степень, осуществляет самостоятельную научно-исследовательскую деятельность по направленности (профилю) подготовки, имеет публикации по результатам научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляет апробацию результатов научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях.

5.3. Материально-техническое обеспечение.

Институт располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы.

ИФМ УрО РАН, реализующее ООП ВО аспирантуры, располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, экспериментальной и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебными планами.

Центр коллективного пользования «Испытательный центр нанотехнологий и перспективных материалов» института позволяет получать количественную информацию о химическом и фазовом составе, параметрах кристаллической, электронной и магнитной структуры, механических свойствах, типе и концентрации дефектов.

ИЦ НПМ располагает (на 1 января 2022 года) следующим основным оборудованием:

- просвечивающие электронные микроскопы JEM-200CX, Tecnai G230 Twin, CM-30 SuperTwin, сканирующий электронный микроскоп QUANTA 200;
- магнитометрическая установка (СКВИД-магнитометр) MPMS-XL-5;
- универсальная установка для измерения физических свойств PPMS-9;
- вибрационный магнитометр VSM 7407 VSM;
- установка фирмы Oxford Instruments для исследования гальваномагнитных явлений в сильных магнитных полях и при сверхнизких температурах;
- экспериментальная установка сильных импульсных магнитных полей;
- электронные супермикровесы «Sartorius SE 2»
- установка для исследования механических свойств поверхности на наноуровне NanoTest600;
- испытательная машина Instron;
- рентгеновские дифрактометры ДРОН-6 и ДРОН-3М;
- спектрофотометры UV mini-1240 и СФ-46;
- оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой

параллельного действия ИСРЕ-9000,

- установки для получения жидкого гелия LHe18;
- оборудование пробоподготовки;
- установки для механических испытаний.

В целом материально-техническая база института позволяет вести учебный процесс по научной специальности 2.5.2. Машиноведение и соответствует требованиям, предъявляемым к качеству подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации.

6. НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Оценка качества освоения ООП ВО аспирантуры по научной специальности 2.5.2. Машиноведение включает текущий контроль успеваемости в виде промежуточной аттестации обучающихся и итоговую государственную аттестацию выпускников.

Промежуточная аттестация осуществляется на основании выполнения индивидуального рабочего плана аспиранта в виде зачета. Зачет проводится в форме отчета аспиранта перед членами комиссии института по аттестации аспирантов, осуществляется очно с присутствием на заседании научного руководителя аспиранта. Состав комиссии определяется решением института. Аспирант представляет в отдел аспирантуры (комиссию по аттестации аспирантов) института следующую отчетную документацию:

- индивидуальный план работы, с визой научного руководителя;
- выписку из протокола лабораторного семинара об аттестации аспиранта;
- презентацию, содержащую основные результаты осуществления этапов научной деятельности, результатов освоения дисциплин.

Результаты подготовки диссертации и научно-исследовательской деятельности определяются оценками «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» означает успешное прохождение аттестационного испытания. Оценка «не зачтено» является академической задолженностью аспиранта и должна ликвидироваться в установленном институте порядке и в установленные сроки.

Аспиранты, не прошедшие в установленные сроки промежуточную аттестацию, к государственной итоговой аттестации не допускаются.

Итоговая аттестация проводится в форме оценки диссертации на предмет ее соответствия критериям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней").

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

I. По дисциплине «Машиноведение. Методы диагностики и неразрушающего контроля».

В курсе «Машиноведение. Методы диагностики и неразрушающего контроля» изучаются вопросы, рассматривающие те задачи, которые стоят перед научными работниками в настоящее время. Круг рассматриваемых тем выходит далеко за рамки конкретной тематики аспиранта, заставляет его шире взглянуть на интересы всего мирового научного сообщества, заставляет аспиранта знакомиться с последними публикациями в научной периодике.

1. Распределение часов учебных.

Вид занятий	Количество часов
Лекции	30
Самостоятельная работа	150
ИТОГО	180

2. Содержание дисциплины

2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий

Темы лекционных занятий	Содержание	Объем в часах
1. Качество продукции машиностроения, неразрушающий контроль, техническая диагностика.	<p>1. Качество продукции машиностроения, надежность технических объектов. Виды дефектов и причины их образования на основных технологических операциях в машиностроении. Дефекты литья, термической обработки, обработки давлением, сварки, механической обработки. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики изделий и конструкций машиностроения.</p> <p>2. Разновидности контроля. Разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приемочного контроля. Комплексный контроль. Контролепригодность объектов машиностроения</p> <p>3. Классификация физических методов и приборов неразрушающего контроля. Основные принципы построения приборов. Стандартизация средств неразрушающего контроля. Автоматизированные средства неразрушающего контроля. Средства представления информации в приборах неразрушающего контроля. Экспертные системы.</p> <p>4. Общепредставление базовых элементов автоматизации контроля качества продукции машиностроения (манипуляторы, сканирующие устройства, транспортные системы, роботы, системы программного управления, микропроцессоры и компьютеры). Применение микропроцессоров и компьютеров для выполнения контроля и обработки его результатов. Основы построения гибких автоматизированных модулей и систем контроля в машиностроении.</p> <p>5. Понятие технической диагностики. Показатели оценки работоспособности объекта. Средства и объект диагностирования. Система технического диагностирования. Понятие о системах тестового и функционального диагностирования. Задачи диагностирования. Диагностическое обеспечение.</p> <p>6. Прогнозирование остаточного ресурса объектов. Модели</p>	5

	изменения диагностического параметра. Определение предельных значений диагностических параметров. Периодичность диагностирования.	
2. Акустический контроль	<p>1. Типы акустических волн, особенности их распространения; акустические свойства сред. 2. Отражение и преломление акустических волн. 3. Классификация методов акустического контроля. 4. Контактные и бесконтактные способы излучения и приема ультразвуковых колебаний. 5. Пьезоэлектрические преобразователи. Типы пьезоматериалов и их основные технические характеристики. Способы создания акустического контакта. 6. Акустическое поле преобразователя. Ближняя и дальняя зона. Поле фокусирующего преобразователя. 7. Структурная схема эхо-импульсного ультразвукового дефектоскопа. Помехи при эхо-импульсном ультразвуковом контроле и способы борьбы с ними. 8. Чувствительность контроля, максимальная и минимальная глубина прозвучивания, разрешающая способность. 9. Методы отражения, прохождения, комбинированные, свободных и вынужденных колебаний, импедансные. Основные характеристики методов и области их применения. 10. Акустико-эмиссионный метод. Физические основы, регистрируемые параметры, аппаратура, области применения. 11. Акустическая эмиссия при трении поверхностей и механической обработке деталей, в процессе коррозии деталей машин, при механическом нагружении деталей, АЭ контроль процессов термообработки и сварки 12. Способы ультразвукового контроля толщин изделий и покрытий применительно к продукции машиностроения. 13. Способы ультразвукового контроля поверхностных и внутренних дефектов сплошности применительно к продукции машиностроения. 14. Способы ультразвукового контроля структуры и физико-механических свойств материалов. Контроль внутренних напряжений ответственных деталей машиностроения. 15. Вибродиагностика, назначение и решаемые задачи, параметры вибрационных процессов, основные диагностические признаки. Методы и средства вибродиагностики. Принципы измерения вибрации. Вибропреобразователи. Стационарные и портативные системы мониторинга и диагностики. 16. Метрологическое обеспечение акустических средств контроля.</p>	5
3. Магнитный и вихретоковый виды контроля	<p>Объекты и области применения магнитного и вихретокового контроля.</p> <p>1. Электрические свойства веществ. Законы постоянного и переменного тока. Закон электромагнитной индукции. Вихревые токи в электропроводящих материалах. Скин-эффект. Магнитное поле в вакууме и веществе. Система уравнений Максвелла. Магнитные свойства веществ. Кривые намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетиков. Способы размагничивания ферромагнитных объектов. Доменная структура ферромагнетиков. Энергии ферромагнитного кристалла. Обратимые и необратимые процессы намагничивания. Эффект Баркгаузена. Влияние дефектов и напряжений на магнитные свойства ферромагнетиков. Намагничивание ферромагнетиков. Закон Био-Савара-Лапласа. Поле прямого провода с током. Поле циркулярного тока. Поле соленоида. Поле цилиндрического проводника и трубы с током. Полусное и комбинированное намагничивание. Однородное и</p>	4

	<p>неоднородное намагничивание. Коэффициент размагничивания. Магнитные свойства вещества и тела. Магнитные методы дефектоскопии. Граничные условия. Поле поверхностного дефекта. Поле внутреннего дефекта. MFL-метод дефектоскопии. Численное моделирование полей рассеяния. Магнитопорошковая дефектоскопия. Магнитографическая дефектоскопия. Феррозондовая дефектоскопия. Специальные методы магнитной дефектоскопии. Магнитная толщинометрия. Магнитный структурно-фазовый анализ. Структурночувствительные и фазочувствительные магнитные характеристики. Магнитные методы контроля качества термической, деформационной и поверхностной обработок. Средства магнитной структуроскопии. Метрологическое обеспечение приборов магнитного контроля.</p> <p>2. Классификация вихрековых преобразователей (дифференциальный ВТП, накладные, проходные и комбинированные ВТП, экранный ВТП). Зазор и коэффициент заполнения. Обобщенный параметр вихрекового контроля. Сигнал датчика и схема влияния на него свойств объекта контроля. Годограф сигнала параметрического ВТП, находящегося над немагнитным полупространством. Контроль кругового цилиндра в однородном поле. Относительные комплексные чувствительности наружного проходного ВТП к изменениям радиуса, электропроводности и магнитной проницаемости кругового цилиндра. Определение наилучших условий контроля. Способы подавления мешающих параметров и стабилизации условий вихрекового контроля. Практика вихрекового контроля. Метрологическое обеспечение приборов вихрекового контроля.</p>	
4. Радиационный контроль	<p>Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Классификация радиационных методов контроля (радиографический, радиоскопический, радиометрический), применяемых на предприятиях машиностроения. Источники ионизирующего излучения для неразрушающего контроля. Индикаторы и первичные преобразователи ионизирующего излучения. Радиографический метод контроля. Способы регистрации излучения. Схемы просвечивания при радиографическом контроле. Оценка чувствительности и качества изображения. Сущность и схемы радиоскопического метода контроля. Сущность радиометрического метода контроля. Радиационная толщинометрия. Радиационный контроль физических свойств материалов. Рентгеновская вычислительная томография ответственных объектов машиностроения. Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений. Обеспечение радиационной безопасности на предприятиях машиностроения. Метрологическое обеспечение средств радиационного контроля.</p>	4
5. Оптический контроль и контроль проникающими веществами	<p>1. Физические основы и классификация оптических методов контроля. Использование эффектов отражения, преломления, дифракции, интерференции, поляризации для контроля геометрии, дефектов и структуры изделия. Когерентные и некогерентные источники излучения. Методы и устройства приема оптических сигналов. Чувствительность и производительность оптических методов контроля, их применение для контроля деталей машиностроения. Основные</p>	4

	<p>оптические элементы и устройства. Первичные преобразователи оптического излучения. Эндоскопы (разновидности, применение). Фотометрические методы контроля. Интерференционные методы контроля. Голографические методы контроля. Приборы контроля размеров, топографии поверхностей объектов машиностроения. Приборы оптической дефектоскопии. Приборы оптической структуроскопии. Волоконно-оптические приборы. Метрологическое обеспечение средств контроля.</p> <p>2. Контроль проникающими веществами (капиллярный, течеискание).</p> <p>Капиллярный контроль (физические основы, классификация методов). Дефектоскопические материалы, используемые при капиллярном контроле деталей машиностроения. Технологическая схема капиллярного неразрушающего контроля. Средства и аппаратура для капиллярных методов контроля в машиностроении. Область применения, производительность и чувствительность цветного, люминесцентного и люминесцентно-цветного методов контроля. Автоматизация обработки изображений при капиллярном контроле ответственных деталей машиностроения. Метрологическое обеспечение средств контроля.</p> <p>Течеискание. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Физические основы методов течеискания. Регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Определение суммарной герметичности и локализация течей. Основные методы течеискания: манометрический, масс-спектрометрический, галогенный, пузырьковый, химический, гидростатический, люминесцентный, акустико-эмиссионный. Чувствительность методов и область применения. Производительность контроля. Средства контроля герметичности. Технические характеристики масс-спектрометрических, галогенных и других течеискателей. Применение методов течеискания для контроля объектов машиностроения. Метрологическое обеспечение средств контроля.</p>	
<p>6. Радиоволновой, тепловой и электрический виды контроля</p>	<p>1. Распространение радиоволн и взаимодействие их с веществом. Диэлектрические характеристики материалов. Источники и приемники СВЧ-излучения. Физические основы радиоволновых методов контроля. Прохождение, отражение и поляризация СВЧ-волн. Классификация и применение радиоволновых методов для контроля продукции машиностроения. Основные устройства для формирования и обработки СВЧ-сигналов и полей. Индикаторы и преобразователи радиоволнового излучения. Принципы построения аппаратуры радиоволнового контроля. Радиоволновой контроль по прошедшему и отраженному излучению. Методы и средства радиоволновой толщинометрии покрытий и слоев. Методы и средства радиоволновой дефектоскопии. Структурные схемы и применение радиоволновых уровнемеров, влагомеров и подповерхностных локаторов на предприятиях машиностроения. Методы и средства контроля динамических характеристик машин и механизмов. Метрологическое обеспечение средств контроля. Техника безопасности при работе с аппаратурой СВЧ.</p> <p>2. Природа теплового излучения. Теплофизические характеристики вещества. Основные законы теплопередачи.</p>	<p>4</p>

	<p>Способы регистрации тепловых полей. Физические основы тепловых методов контроля. Активные и пассивные тепловые методы. Схемы контроля. Способы и устройства теплового нагружения объектов. Способы регистрации тепловых полей. Характеристики преобразователей теплового излучения. Аппаратура одноточечного теплового контроля. Сканирующие пирометры. Методы визуализации тепловых полей. Тепловизоры. Чувствительность и производительность тепловых методов контроля. Применение тепловых методов для контроля параметров технологических процессов, дефектоскопии и толщинометрии объектов машиностроения. Метрологическое обеспечение средств контроля.</p> <p>3. Физические основы взаимодействия электрического поля с веществом. Возникновение электрического поля под влиянием внешних воздействий. Физическая сущность и особенности применения в машиностроении электроемкостного метода контроля. Физическая сущность и особенности применения в машиностроении электропотенциального метода контроля. Физическая сущность и применение термоэлектрического метода контроля. Термоэлектрическая толщинометрия покрытий. Контроль химсостава деталей, разбраковка сталей по маркам. Физическая сущность и применение электроискрового, трибоэлектрического, электростатического порошкового метода и метода высокочастотной фотографии (метода Кирлиана) для контроля объектов машиностроения. Метрологическое обеспечение средств контроля.</p>	
7. Обработка экспериментальных результатов	<p>1. Общая схема измерений и обработки их результатов. Интерпретация результатов измерений. Прямая и обратная задачи измерений. Корректные обратные задачи: единственность и стабильность решения. Некорректные задачи измерений. Основы корреляционного и регрессионного анализа. Статистические методы обработки результатов контроля. Оценка достоверности методов контроля.</p> <p>2. Полезный сигнал и шумы. Аддитивная, мультипликативная и функциональные комбинации сигнала и шумов. Регулярные и случайные сигналы и шумы. Ошибки измерений. Виды ошибок: инструментальные и алгоритмические; систематические и случайные.</p> <p>3. Математические модели регулярных сигналов. Функциональное представление и представление в виде рядов. Преобразование Фурье. Спектральное представление регулярных сигналов.</p> <p>4. Математические модели случайных сигналов. Стационарные и нестационарные случайные процессы. Корреляционная функция и спектральная плотность стационарных процессов.</p> <p>5. Оценка случайной погрешности прямых измерений. Выявление и исключение промахов из серии измерений. Погрешности косвенных измерений. Нахождение параметров эмпирической зависимости методом наименьших квадратов.</p> <p>6. Экспертные системы. Нейронные сети.</p>	4
	ИТОГО	30

2.2. Самостоятельная работа аспирантов

Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень заданий для самостоятельной работы (рефераты, доклады, переводы, расчеты, планирование эксперимента и т.п.)	Трудоемкость час.
<p>Раздел 1. Качество продукции машиностроения, неразрушающий контроль, техническая диагностика.</p> <p>Тема 1.1. Контроль и диагностика в машиностроении (основные понятия и требования)</p> <p>Тема 1.2. Автоматизация контроля в машиностроении.</p>	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины.	25
<p>Раздел 2. Акустический контроль</p> <p>Тема 2.1. Акустические волны в конденсированных средах (типы волн, особенности их распространения, акустические свойства сред, отражение, преломление и поглощение акустических волн).</p> <p>Тема 2.2. Классификация методов акустического контроля (характеристики, области применения).</p> <p>Тема 2.3. Контактные и бесконтактные способы излучения и приема ультразвуковых колебаний.</p> <p>Тема 2.4. Методы и аппаратура ультразвуковой дефектоскопии поверхностных и внутренних дефектов в деталях машиностроения</p> <p>Тема 2.5. Акустико-эмиссионный метод (физические основы, регистрируемые параметры, аппаратура, области применения).</p> <p>Тема 2.6. Виброметрия</p>	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины.	25
<p>Раздел 3. Магнитный и вихретоковый виды контроля.</p> <p>Тема 3.1. Физическое и численное моделирование магнитных полей и потоков рассеяния на дефектах сплошности. Обратная задача дефектоскопии.</p> <p>Тема 3.2. Численное моделирование полей и потоков в локально намагничиваемых объектах. Оптимизация преобразователей.</p> <p>Тема 3.3. Методы и средства измерения полей рассеяния.</p> <p>Тема 3.4. Основные параметры магнитной структуроскопии, способы и средства их определения на реальных объектах</p> <p>Тема 3.5. Вихретоковая дефектоскопия</p> <p>Тема 3.6. Вихретоковая структуроскопия.</p> <p>Тема 3.7. Вихретоковая толщинометрия.</p>	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины	20
<p>Раздел 4. Радиационный контроль.</p> <p>Тема 4.1. Радиационные методы контроля (классификация, источники ионизирующего излучения, индикаторы и первичные преобразователи, области применения).</p> <p>Тема 4.2. Физические основы, методы и аппаратура дозиметрии ионизирующих излучений.</p>	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический	20

	перевод зарубежных первоисточников.	
<p>Раздел 5. Оптический контроль и контроль проникающими веществами</p> <p>Тема 5.1. Физические основы, классификация и области применения оптических методов контроля.</p> <p>Тема 5.2. Устройства оптического контроля (первичные преобразователи, фотометры, волоконно-оптические приборы, эндоскопы и др.)</p> <p>Тема 5.3. Капиллярный контроль (физические основы, классификация методов, области применения, материалы, устройства, технологическая схема капиллярного контроля).</p> <p>Тема 5.4. Физические основы течеискания (регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ, определение суммарной герметичности и локализация течей, основные методы течеискания).</p>	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический перевод зарубежных первоисточников.	20
<p>6. Радиоволновой, тепловой и электрический виды контроля</p> <p>Тема 6.1. Применение радиоволновых методов для контроля продукции машиностроения (физические основы радиоволновых методов, прохождение, отражение и поляризация СВЧ-волн, классификация методов и области применения)</p> <p>Тема 6.2. Основные устройства для формирования и регистрации СВЧ-сигналов и полей.</p> <p>Тема 6.3. Физические основы тепловых методов контроля, активные и пассивные тепловые методы, схемы контроля.</p> <p>Тема 6.4. Тепловизоры.</p> <p>Тема 6.5. Физическая сущность и особенности применения в машиностроении электроемкостного, электропотенциального и термоэлектрического методов контроля.</p>	Анализ периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины. Технический перевод зарубежных первоисточников.	20
<p>7. Обработка экспериментальных результатов</p> <p>Тема 7.1. Обработка результатов прямых измерений (устранение промахов, анализ погрешностей, сглаживание и т.д.).</p> <p>Тема 7.2. Спектральный анализ регулярных сигналов</p> <p>Тема 7.3. Вейвлет-анализ сигналов.</p>		20
ИТОГО		150

2.3 Учебно-методические материалы по дисциплине

2.3.1. Основная и дополнительная литература

Основная литература

1. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. Под ред. В.В. Клюева. - М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.
2. Технические средства диагностирования / Под ред. В.В.Клюева.– М.: Машиностроение, 1989, 672 с.
3. Методы акустического контроля металлов / Н.П.Алешин, В.Е.Белый, А.Х.Вопилкин и др.: Под ред. Н.П.Алешина. – М.: Машиностроение, 1989. – 456 с.; ил.
4. Бакунов А.С., Горкунов Э.С., Щербинин В.Е. Магнитный контроль. М.: ИД «Спектр», 2011. - 192 с.
5. Федосенко Ю.К., Шкатов Т.Н., Ефимов А.Г. Вихретоковый контроль. М.: ИД «Спектр», 2011. – 224 с.
6. Электромагнитный контроль / В.Н. Костин. - Учебное издание – Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт физики

металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН. – Екатеринбург: ТДВ, 2016. – 288 с.: ил. – ISBN 978 5 905 522 32 1.

7. Неразрушающий контроль. В 5-ти кн. Кн. 1 Общие вопросы. Контроль проникающими веществами /А.К.Гурвич, И.Н.Ермолов, С.Г.Сажин. Под ред. В.В.Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1992. – 242 с.

8. Неразрушающий контроль. В 5-ти кн. Кн. 2. Акустический контроль /И.Н.Ермолов, Н.П.Алешин, А.И.Потапов. Под ред. В.В.Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1992. – 283 с.

9. Неразрушающий контроль. В 5-ти кн. Кн. 3. Электромагнитный контроль / В.Г.Герасимов, А.Д.Покровский, В.В.Сухоруков. Под ред. В.В.Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1992. – 312 с.

10. Неразрушающий контроль. В 5-ти кн. Кн. 4. Контроль излучениями / Б.Н.Епифанцев, Е.А.Гусев, В.И.Матвеев, Ф.Р.Соснин. Под ред. В.В.Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1992. – 321 с.

11. Неразрушающий контроль. В 5-ти кн. Кн. 5. Интроскопия и автоматизация контроля / В.В.Сухоруков, Э.И.Вайнберг, Р.-Й.Ю.Кажис, А.А.Абакумов. Под ред. В.В.Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1993. – 329 с.

12. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 1: В 2 кн.: Кн. 1: Визуальный и измерительный контроль. Кн. 2: Радиационный контроль. – М.: Машиностроение, 2003. – 560 с.: ил.

13. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 2: В 2 кн. – М.: Машиностроение, 2003. – 688 с.: ил. Контроль герметичности. Книга 1/А.И.Евлампиев, Е.Д.Попов, С.Г.Сажин, Л.Д.Муравьева, С.А.Добротин, А.В.Половинкин, Ю.А.Кондратьев. Вихретоковый контроль. Книга 2 / Ю.К.Федосенко, В.Г.Герасимов, А.Д.Покровский, Ю.Я.Останин.

14. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 3: Ультразвуковой контроль / И.Н.Ермолов, Ю.В.Ланге. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.: ил.

15. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 4: В 3 кн. Кн. 1: Акустическая тензометрия. / В.А.Анисимов, Б.И.Каторгин, А.Н.Куценко и др. Кн. 2: Магнитопорошковый метод контроля / Г.С.Шелихов. Кн. 3: Капиллярный контроль /М.В.Филинов. – М.: Машиностроение, 2004. – 736 с.: ил.

16. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 5: В 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль / В.П.Вавилов. Кн. 2: Электрический контроль / К.В.Подмастерьев, Ф.Р.Соснин, С.Ф.Коридорф, Т.И.Ногачева, Е.В.Пахолкин, Л.А.Бондарева, В.Ф.Мужицкий. – М.: Машиностроение, 2004. –679 с.: ил.

17. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 6: В 3 кн. Кн. 1: Магнитные методы контроля / В.В.Клюев, В.Ф.Мужицкий, Э.С.Горкунов, В.Е.Щербинин. Кн. 2: Оптический контроль / В.Н.Филинов, А.А.Кеткович, М.В.Филинов. Кн. 3: Радиоволновой контроль / В.И.Матвеев. – М.: Машиностроение, 2004. – 832 с.: ил.

18. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 7: В 2 кн. Кн. 1: В.И.Иванов, И.Э.Власов. Метод акустической эмиссии / Кн. 2: Ф.Я.Балицкий, А.В.Барков, Н.А.Баркова и др. Вибродиагностика. – М.: Машиностроение, 2005. – 829 с.: ил.

19. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 8: В 2 кн. Кн. 1: В.В.Клюев, А.А.Кеткович, В.Ф.Крапивин и др. Экологическая диагностика / Кн. 2: А.В.Ковалев. Антитеррористическая и криминалистическая диагностика. – М.: Машиностроение, 2005. – 789 с.: ил.

20. Янош Л. Теория и практика обработки результатов измерений.— М.: Мир, 1968.

21. Пытьев Б.П. Математические методы интерпретации эксперимента. Учеб. пособие для ВУЗов.—М.: Высш. шк., 1989.

22. Сизиков В.С. Математические методы обработки результатов измерений: Учебник для вузов.— СПб: Политехника, 2001.

Дополнительная литература

1. Ультразвуковой контроль материалов: Справ. изд. Й.Крауткремер, Г.Крауткремер;

Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1991. – 752 с.

2. Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Основы технической диагностики.–М.: Энергия,1981, 320 с.
3. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971. – 1032 с.
4. Вонсовский С.В., Шур Я.С. Ферромагнетизм. М.: Л.: ОГИЗ, 1948. – 816 с.
5. Иродов И.Е. Основные законы электромагнетизма. М.: Высшая школа, 1983. – 279 с.
6. Боровик Е.С., Еременко В.В., Мильнер А.С. Лекции по магнетизму. – М.: Физматлит, 2005. – 510 с.
7. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практические применения. Пер. с японского под ред. Р.В. Писарева. - М.: Мир, 1987. - 420 с.
8. Колесов С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов. – М.: Высшая школа, 2007. – 535 с.
9. Щербинин В.Е., Костин В.Н. Магнитные методы дефектоскопии и структурного анализа металлов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007, электронное издание.
10. Апаев Б.А. Фазовый магнитный анализ сплавов. М.: Металлургия, 1976. - 198 с.
11. Михеев М.Н., Горкунов Э.С. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля. – М.: Наука, 1993. – 252 с.
12. Щербинин В.Е., Горкунов Э.С. Магнитный контроль качества металлов. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. – 265с.
13. Мельгуй М.А. Магнитный контроль механических свойств сталей. – Минск: Наука и техника, 1980. – 184 с.
14. Зацепин Н.Н. Метод высших гармоник в неразрушающем контроле. – Минск: Наука и техника, 1980. – 168 с.
15. Венгринович В.Л. Магнитошумовая структуроскопия.– Минск.: Наука и техника, 1991, 295 с.
16. Шелихов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия деталей и узлов. –М.: МТЦ «Эксперт», 1995. – 223 с.
17. Испытания магнитных материалов и систем / Под ред. А.Я.Шихина. – М.: Электроатомиздат, 1984. – 376 с.
18. Чечерников В.И. Магнитные измерения. М.: Изд-во МГУ, 1969. – 387 с.
19. Finite Element Method Magnetics. <http://www.femm.info/wiki/HomePage> .
20. Ключев С.В. Комбинированные методы вихревого, магнитного и электропотенциального контроля: уч. пособие / Ключев С.В., Шкатов П.Н.; под общ. ред. В.В. Ключева – 1-е изд. – М.: Спектр, 2011. – 191 с.
21. Герасимов В.Г., Останин Ю.А., Покровский А.Д. и др. Неразрушающий контроль качества изделий электромагнитными методами. М.: Энергия, 1978. - 216 с.
22. Лухвич А.А., Каролик А.С., Шарандо В.И. Структурная зависимость термоэлектрических свойств и неразрушающий контроль.–Минск: Навука і тэхніка, 1990. –192 с.
23. Прохоренко П.П., Мигун Н.П. Введение в теорию капиллярного контроля. – Минск: Наука и техника, 1988. – 207 с.
24. Прохоренко П.П., Мигун Н.П., Секерин А.М., Стойчева И.В. Капиллярный неразрушающий контроль. – Минск, 1988. – 159с.
25. Баев А.Р., Коновалов Г.Е., Майоров А.Л.. Магнитные жидкости в технической акустике и неразрушающем контроле.– Мн.: Тэхналогія, 1999.– 300 с.
26. Артемьев В.М., Наумов А.О., Йениш Г.-Р. Реконструкция динамических изображений в томографии процессов. – Мн.: Издательский центр БГУ, 2004.– 167с.
27. Михнев В.А.. Реконструктивная микроволновая структуроскопия многослойных диэлектрических сред.– Мн.: Светоч, 2002.–192 с.
28. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 томах. Т.9.Техническая диагностика / Под ред. В.В.Ключева.– М.:Машиностроение, 1987, 352 с.
29. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов измерений.– М.: Наука,1970.

30. Лоторейчук Е.А. Теоретические основы электротехники. Иркутск: Инфра-М, 2009.
– 320 с.

II. По научно-исследовательской практике

Научно-исследовательская практика реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.2 «Машиноведение» по очной форме обучения на русском языке.

1. Содержание практики.

Разделы практики	Консультации (часы)	Самостоятельная работа (часы)
Планирование исследования	2	8
Проведение исследований	6	108
Подготовка и представление отчета	2	18
ИТОГО		
Часов		144
Зачетных единиц		4

Научно-исследовательская практика включает в себя следующие разделы:

1. Планирование исследования.

Аспирант при содействии научного руководителя должен определиться с темой, целями и задачами исследования (с учетом тематики диссертационной работы и направления деятельности подразделения, на базе которого осуществляется практика), ознакомиться с научной литературой по данной теме и составить детальный план работ.

2. Проведение исследований (в том числе участие в конференции).

Аспирант проводит исследования по выбранной теме в составе коллектива исследовательского подразделения, готовит доклад и представляет его на конференции уровня не ниже регионального.

3. Подготовка и представление отчета.

В ходе прохождения практики предполагается написание не менее 2 тезисов по результатам исследований, что считается отчетным материалом по практике.

2. Организация научно-исследовательской практики

Научно-исследовательская практика является стационарной и проводится на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов Уральского отделения Российской академии наук в структурных подразделениях. Руководителем научно-исследовательской практики назначается научный руководитель аспиранта. В ходе практики аспирант проводит исследовательскую деятельность в составе коллектива подразделения.

3. Технологии, используемые при прохождении научно-исследовательской практики.

В образовательном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения методов, приемов, технологий научно-исследовательской деятельности и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта.

Виды самостоятельной работы

- составление индивидуального плана практики;
- изучение обязательной и дополнительной литературы, а также других информационных источников, включая периодические издания, электронные и другие средства и источники информации;
- подготовка научных докладов по отдельным вопросам;
- планирование, подготовка и проведение пробного исследования;
- обработка данных и анализ результатов;
- подготовка к выступлению в рамках научных семинаров профильной лаборатории;
- подготовка научной статьи (тезисов);
- подготовка к участию в научной конференции по профилю деятельности;
- подготовка к текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний.

В ходе прохождения практики предполагается написание не менее 2 тезисов по результатам исследований, что считается отчетным материалом по практике.

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам прохождения научно-исследовательской практики

5.1. Формы текущего контроля прохождения аспирантом научно-исследовательской практики

Контроль этапов выполнения индивидуального плана научно-исследовательской практики проводится в виде собеседования с научным руководителем.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам прохождения аспирантом научно-исследовательской практики

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

5.3. Отчетная документация по научно-исследовательской практике аспиранта.

По итогам прохождения научно-исследовательской практики аспирант отчитывается перед научным руководителем путем предоставления тезисов докладов, подготовленных для участия в научных конференциях по профилю деятельности.

6. Литература

Определяется руководителем практики с учетом тематики исследований. Включает в себя нормативную документацию подразделения, на базе которого проходит практика.