

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д. Серикбаева

Центр опережающего развития
«VERITAS»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ
ЗАНЯТИЯМ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
РАБОТЕ МАГИСТРАНТОВ**

Усть-Каменогорск, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Организация научно-исследовательской работы магистрантов

1.1. Цели и задачи научно-исследовательской работы

1.2. Содержание и формы научно-исследовательской работы

1.3. Планирование и руководство научно-исследовательской работой магистрантов

1.4. Показатели эффективности научно-исследовательской работы магистрантов

2. Практические занятия по научно-исследовательской работе магистрантов

2.1. Подготовка литературно-патентного обзора по теме исследования

2.2. Разработка методологии экспериментальных исследований

2.3. Проведение экспериментальных исследований и обработка результатов

3. Отчет о научно-исследовательской работе

Библиографический список

ВВЕДЕНИЕ

Научно-исследовательская работа магистрантов является обязательным разделом основной образовательной программы магистратуры и одним из важнейших средств подготовки квалифицированных специалистов, способных к самостоятельной творческой работе. Выполнение научно-исследовательской работы способствует расширению и углублению теоретических знаний, полученных в рамках образовательной части программы магистратуры, а также овладению практическими навыками и методами эксперимента при решении научно-технических задач производственной направленности.

В методических указаниях приведены рекомендации по организации проведения практических занятий по научно-исследовательской работе магистрантов с учетом требований компетентностного подхода. Представлено общее содержание и основные формы проведения научно-исследовательской работы, определены функции научного руководителя, выделены ключевые показатели эффективности научной работы магистрантов. Особое внимание уделено теоретической и экспериментальной работе магистрантов, включая работу над литературно-патентными источниками по теме исследований, разработку методологии экспериментальных исследований и рекомендации по их проведению с использованием методов математического планирования и обработки результатов.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ

1.1. Цели и задачи научно-исследовательской работы

Научно-исследовательская работа (НИР) магистрантов преследует цель подготовки магистранта к самостоятельной научно-исследовательской работе, основным результатом которой является написание и успешная защита выпускной квалификационной работы, а также к проведению научных исследований в составе творческого коллектива с учетом производственной специфики предприятий-работодателей, и направлена на формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего образования.

Основными задачами научно-исследовательской работы магистрантов являются:

- приобретение опыта в решении актуальных научно-технических задач в профессиональных областях, соответствующих направлению подготовки;

- приобретение компетенций в области проведения научных исследований и испытаний, анализа и представления их результатов;

- формирование навыков проведения библиографической работы с привлечением современных информационных технологий и систематизация необходимых материалов для выполнения выпускной квалификационной работы;

- обеспечение становления научно-исследовательского мышления магистрантов и формирование представлений об основных профессиональных задачах и эффективных способах их решения;

- обеспечение готовности к профессиональному самосовершенствованию, развитию инновационного мышления и творческого потенциала, профессионального мастерства;

- овладение навыками получения новых знаний, используя современные образовательные технологии;

- приобретение навыков проведения экспериментальных исследований с применением методов математического планирования, а также обработки и интерпретации полученных результатов;

- овладение современными методами исследований структуры и свойств материалов;

- самооценка уровня готовности к профессиональной деятельности.

Наряду с подготовкой выпускной квалификационной работы,

итога́вым результа́том выполне́ния нау́чно-иссле́довательской ра́боты явля́ется формиро́вание у ма́гистра сле́дующих ко́мпетенций:

общекультурные:

- формулировать цели и задачи исследований;
- самостоятельно приобретать новые знания и умения, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности;
- владеть навыками формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции;

профессиональные:

- уметь применять инновационные методы решения инженерных задач;
- уметь разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных решений в профессиональной деятельности;
- уметь проводить патентный поиск и исследовать патентоспособность и показатели технического уровня разработок;
- уметь разрабатывать научно-техническую документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований;
- уметь использовать процедуры защиты интеллектуальной собственности;
- уметь разрабатывать технологическую оснастку;
- уметь разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования;
- уметь на основе системного подхода строить модели для описания и прогнозирования явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ с оценкой пределов применимости полученных результатов;
- уметь планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования; критически оценивать данные и делать выводы;
- уметь выбирать методы и проводить испытания для оценки физических, механических и эксплуатационных свойств материалов.

В результате выполнения научно-исследовательской работы выпускник должен демонстрировать следующие ***результаты образования:***

1) знать:

- понятие о научных фактах, принципах, законах, теориях, методах, гипотезах;
- определение, цели и принципы научного исследования;
- эмпирические и теоретические задачи, классификацию научных исследований;

- этапы научного исследования; основные цели, функции, составляющие элементы государственной системы научно-технической информации;
- понятие научного направления, проблемы и темы, этапы процесса постановки проблем и выбора темы: формулирование, требования к теме научного исследования, понятие цели, задачи, объекта и предмета исследования, основные требования к целям и задачам исследования;
- общие и специальные методы исследования, классификацию и характеристику составляющих их элементов; принципы оценки эффективности научных исследований;
- этапы процесса внедрения результатов научных исследований;
- особенности профессиональной речи и текста научной работы;

2) уметь:

- развивать свой общекультурный и профессиональный уровень и самостоятельно осваивать новые методы исследования;
- изменять профиль своей профессиональной деятельности; самостоятельно приобретать и использовать новые знания и умения;
- обобщать и критически оценивать результаты, полученные отечественными и зарубежными исследователями;
- выявлять и формулировать актуальные научно-технические задачи;
- обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость выбранной темы научного исследования; представлять результаты проведенного исследования в виде отчетов, научных статей и докладов; оформлять заявки на изобретения или рационализаторские предложения;

3) владеть:

- навыками публичных деловых и научных коммуникаций;
- навыками планирования и проведения самостоятельных экспериментальных исследований в соответствии с разработанной программой; обработки и представления результатов исследований;
- навыками подготовки отчетов о научно-исследовательской работе.

1.2. Содержание и формы научно-исследовательской работы

Научно-исследовательская работа магистрантов относится к циклу научно-исследовательских работ, обеспечивающих базовую подготовку магистров по направлению «Металлургия», «Обогащение полезных ископаемых». Содержание и формы НИР основываются на требованиях, определённых государственным образовательным стандартом высшего образования. Выполнение заданий по НИР предполагает наличие у студентов соответствующих знаний в области физической химии, теории металлургических процессов, технологии производства металлов,

оборудования производственных цехов, методологии научных исследований.

В зависимости от вида научного исследования, проводимого магистрантом по теме своей выпускной квалификационной работы (теоретико-прикладная, системно-проблемная, экспериментальная, теоретико-методическая и др.), по форме проведения осуществляются производственно-технологические или лабораторные НИР. Производственно-технологические НИР выполняются с привлечением экспериментальной базы предприятий-партнеров, лабораторные осуществляются на базе комплекса «Металлургия» Центра.

Научно-исследовательская работа может проводиться в структурных подразделениях предприятий и организаций, специализированных лабораториях и кафедрах университетов, на базе различных научно-образовательных и инновационных центров. Научно-исследовательская работа проводится согласно графику учебного процесса в течение всего периода обучения в магистратуре.

Содержание научно-исследовательской работы определяется руководителями программ подготовки магистров с учетом интересов и возможностей организаций, в которых она проводится. В условиях рыночной экономики работы должны быть направлены на коммерциализацию результатов исследований и разработок с учетом потребностей реального сектора экономики.

В задачи магистранта при выполнении НИР входит следующее:

- исследование структуры и содержания работ по предмету исследования;
- ознакомление с имеющимся опытом отечественных и зарубежных исследователей по изучению объекта исследования;
- анализ, систематизация и обобщение научной информации по теме исследований;
- проведение теоретических и экспериментальных исследований в рамках поставленных задач;
- обработка и анализ полученных экспериментальных результатов с применением математических методов;
- сравнение результатов исследования объекта разработки с отечественными и зарубежными аналогами.

Общее содержание и этапы научно-исследовательской работы приведено в таблице 1.

Конкретное содержание научно-исследовательской работы магистранта планируется научным руководителем с утверждением тематики на заседании кафедры и отражается в индивидуальном плане.

Таблица 1 – Содержание и этапы научно-исследовательской работы магистрантов

№ п/п	Разделы / этапы научно-исследовательской работы	Семестр	Виды научной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, час	Формы текущего контроля успеваемости
			Консультации	Экспериментальная работа	Публикационная работа	СРС		
1	Подготовительный этап (в т.ч. инструктаж по технике безопасности; составление плана работы; знакомство с информационно-методическими источниками; теоретическую подготовку по программе НИР)	1	5	-	-	25	30	Собеседование
2	Основной этап (в т.ч. сбор и анализ информации, экспериментальная часть в рамках магистерской диссертации, участие в организации и проведении научных и научно-практических конференций и семинаров, организуемых кафедрой, участие в конкурсах научно-исследовательских работ)		5	-	20	33	58	Собеседование, посещение занятий
3	Заключительный этап (в т.ч. подготовка отчёта по НИР; защита отчета)		-	-	-	20	20	Защита промежуточного отчета по НИР
5	Подготовительный этап (в т.ч. инструктаж по технике безопасности; составление плана работы; знакомство с информационно-методическими источниками; теоретическую подготовку по программе НИР)	2	5	-	-	25	30	Собеседование
6	Основной этап (в т.ч. сбор и анализ информации, экспериментальная часть в рамках магистерской диссертации, участие в организации и проведении научных и научно-практических конференций и семинаров, организуемых кафедрой, участие в конкурсах научно-исследовательских работ)		5	90	20	51	166	Собеседование, посещение занятий
7	Заключительный этап (в т.ч. подготовка отчёта по НИР; защита отчета)		-	-	-	20	20	Защита промежуточного отчета по НИР
8	Подготовительный этап (в т.ч. инструктаж по технике безопасности; составление плана работы; знакомство с информационно-методическими источниками; теоретическую подготовку по программе НИР)	3	5	-	-	25	30	Собеседование
9	Основной этап (в т.ч. сбор и анализ информации, экспериментальная часть в рамках магистерской диссертации, участие в организации и проведении научных и научно-практических конференций и семинаров, организуемых кафедрой, участие в конкурсах научно-исследовательских работ)		5	90	20	51	166	Собеседование, посещение занятий

Окончание таблицы 1

10	Заключительный этап (в т.ч. подготовка отчёта по НИР; защита отчета)		-	-	-	20	20	Защита промежуточного отчета по НИР
11	Подготовительный этап (в т.ч. инструктаж по технике безопасности; составление плана работы; знакомство с информационно-методическими источниками; теоретическую подготовку по программе НИР)		5	-	-	25	30	Собеседование
12	Основной этап (в т.ч. сбор и анализ информации, экспериментальная часть в рамках магистерской диссертации, участие в организации и проведении научных и научно-практических конференций и семинаров, организуемых кафедрой, участие в конкурсах научно-исследовательских работ)	+	5	90	20	159	274	Собеседование, посещение занятий
13	Заключительный этап (в т.ч. подготовка отчёта по НИР; защита отчета)		-	-	-	20	20	Защита итогового отчета по НИР
ИТОГО		×	40	270	80	474	864	×

В ходе научно-исследовательской работы магистрант обязан выполнять все виды работ, предусмотренные индивидуальным планом, подчиняться правилам внутреннего распорядка университета и требованиям техники безопасности, отчитываться о проделанной работе.

К концу научно-исследовательской работы магистрант составляет письменный отчет. В отчет целесообразно включить систематизированные сведения для составления литературно-патентного обзора по теме выпускной квалификационной работы, а также полученные в ходе научно-исследовательской работы теоретические и экспериментальные данные по ее разработке.

В процессе организации и проведения НИР применяются современные образовательные и научно-исследовательские технологии:

Образовательные технологии: семинары в диалоговом режиме с элементами дискуссии, лабораторные практикумы, выступления с научными докладами, разбор конкретных ситуаций научно-производственной направленности.

Научно-исследовательские технологии: структурно-логические технологии, представляющие собой поэтапную организацию постановки дидактических задач, выбора способа их решения, анализа и оценки полученных результатов, *проектные технологии*, направленные на формирование критического и творческого мышления, умения работать с информацией и реализовывать собственные проекты в рамках выпускной квалификационной работы, *диагностические технологии*, позволяющие выявить проблему, обосновать ее актуальность, провести предварительную оценку применения комплекса исследовательских методов и их возможностей для решения конкретных

научно-технических задач.

Мультимедийные технологии: ознакомительные лекции и инструктаж магистрантов во время научно-исследовательской работы проводятся в аудиториях, оборудованных экраном, видеопроектором и персональными компьютерами. Это позволяет экономить время, затрачиваемое на изложение необходимого материала, и увеличить его объем.

Дистанционная форма консультаций реализуется во время выполнения конкретных этапов научно-исследовательской работы и подготовки отчета.

Компьютерные технологии и программные продукты: применяются для сбора и систематизации научно-технической информации, разработки планов, проведения требуемых программой НИР расчетов, математической обработки результатов экспериментальных исследований и т.д.

Использование Интернет-технологий способствует индивидуализации учебного процесса и обращению к современным познавательным средствам.

Аттестация по итогам НИР проводится на основании защиты оформленного отчета. В случае положительной аттестации магистранту выставляется оценка по шкале с максимальной оценкой 100 баллов.

Аттестация по итогам НИР приравнивается к оценкам по дисциплинам образовательного цикла и учитывается при подведении итогов промежуточной (сессионной) аттестации магистрантов.

Качество результатов научно-исследовательской работы оценивается по следующим критериям:

- соответствие содержания отчёта теме магистерской диссертации, целям и задачам НИР;
- логичность и последовательность изложения материалов;
- корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и изложение;
- наличие и обоснованность выводов по НИР;
- использование иностранных источников;
- использование методов математической обработки результатов экспериментальных исследований;
- правильность оформления (структурная упорядоченность, ссылки на цитаты, оформление графических материалов, соответствие ГОСТам и правилам компьютерного набора текста и т.д.);
- отсутствие орфографических и пунктуационных ошибок.

Рекомендации по составлению отчета о НИР приведены в разделе 3 настоящих МУ.

1.3. Планирование и руководство научно-исследовательской работой магистрантов

Координация планирования и руководства всеми формами научно-исследовательской работы магистрантов осуществляется кафедрой МиОПИ.

Общее руководство научно-исследовательской работой по программе магистратуры осуществляет руководитель программы, который проводит научные семинары и контролирует деятельность научных руководителей магистрантов.

Непосредственное руководство и контроль выполнения плана НИР магистранта осуществляется его научным руководителем. Состав научных руководителей магистрантов определяется в начале учебного года заведующим кафедрой с утверждением приказом по университету.

Конкретное содержание НИР магистранта определяется научным руководителем и отражается в индивидуальном плане, который утверждается на заседании кафедры и фиксируется по каждому семестру в отчете по НИР.

Научный руководитель магистранта:

- согласовывает программу научно-исследовательской работы и календарные сроки ее проведения;
- проводит необходимые организационные мероприятия по выполнению программы научно-исследовательской работы;
- осуществляет постановку задач по самостоятельной работе студентов в период научно-исследовательской работы с выдачей индивидуальных заданий, оказывает соответствующую консультационную помощь;
- выдает рекомендации по подбору и использованию литературных источников по теме НИР;
- согласовывает график проведения НИР и осуществляет систематический контроль за ходом выполнения НИР и работой магистрантов;
- оказывает помощь магистрантам по всем вопросам, связанным с выполнением научно-исследовательской работы, в том числе по подготовке докладов на конференциях и научных семинарах, оформлению результатов НИР в виде статей и заявок на объекты интеллектуальной собственности, подготовке работ для представления на конкурсы и выставки студенческих работ, а также по оформлению отчета;
- участвует в работе комиссии по защите отчетов студентов по НИР.

Составление индивидуального плана начинают с конкретизации темы и формулировки цели работы и задач исследований. Далее определяются этапы работы, которые, как правило, соответствуют учебным

семестрам. В начале каждого семестра составляется рабочий календарный план научно-исследовательской работы со сроками выполнения отдельных пунктов. Пункты календарного плана могут содержать составление литературно-патентного обзора по теме НИР, выполнение экспериментальных исследований, оформление результатов в виде подготовки докладов на конференции, заявок или статей, составление отчета и др.

Если в процессе выполнения исследований получены неожиданные результаты, влияющие на направление дальнейшей работы, магистрант может внести необходимые уточнения или изменения в план работ по согласованию с научным руководителем.

Магистрант при осуществлении научно-исследовательской работы получает от руководителя указания, рекомендации и разъяснения по всем вопросам, связанным с организацией и выполнением научно-исследовательской работы, отчитывается о своей работе в соответствии с графиком проведения НИР.

По результатам выполнения индивидуального плана НИР на основании представленного отчета в конце каждого семестра научным руководителем проводится аттестация магистранта. Отчет по НИР, завизированный научным руководителем, представляется на кафедру МиОПИ и аттестующему сотруднику Центра. К отчету прилагаются ксерокопии статей и тезисов докладов, опубликованных магистрантом за текущий семестр. Наличие утвержденного отчета о НИР является условием допуска магистранта к защите магистерской диссертации.

Обсуждение результатов научно-исследовательской работы магистрантов проводится на научном семинаре кафедры МиОПИ.

1.4. Показатели эффективности научно-исследовательской работы магистрантов

Эффективность научно-исследовательской работы студентов является одним из основных показателей, по которым оценивается научная работа университета в целом. Основные критерии оценки результативности НИР магистрантов включают:

- доклады магистрантов на научных конференциях и семинарах регионального, республиканского и международного уровня;
- экспонаты, представленные на выставках с участием магистрантов;
- научные публикации магистрантов в отечественных и зарубежных изданиях;
- медали, дипломы, грамоты, премии и др., полученные магистрантами на различных конкурсах и выставках;

- заявки, поданные магистрантами на объекты интеллектуальной собственности;
- охранные документы, полученные магистрантами на объекты интеллектуальной собственности;
- заключенные лицензионные договора на использование интеллектуальной собственности магистрантов;
- проекты магистрантов, заявленные на конкурсы грантов;
- гранты, выигранные магистрантами;
- стипендии образовательных программ и стажировок, получаемые магистрантами.

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ МАГИСТРАНТОВ

Перед началом проведения НИР научным руководителем проводится общий инструктаж с прикрепленными магистрантами, разъясняются цели, задачи и порядок выполнения работы, общие требования по технике безопасности, форма и сроки отчетности. Руководитель НИР проводит индивидуальный инструктаж по технике безопасности с соответствующей регистрацией в специальных журналах. Перед допуском к работе на отдельных видах оборудования проводится дополнительный инструктаж соответствующими работниками лаборатории с регистрацией в специальном журнале, если это предусмотрено правилами работы на данном оборудовании.

Работая в лаборатории, магистранты несут ответственность за сохранность оборудования и приборов. После окончания работы в обязанность магистранта входит уборка рабочего места, приведение в порядок и сдача учебному мастеру или другому работнику лаборатории используемого оборудования, установок и приборов.

Магистрант обязан вести конспект проработанной литературы и дневник работы, в который подробно вносятся все исходные данные об исследуемых материалах и процессах, описание методик исследования, результаты всех опытов и расчетов: табличные данные, основные и вспомогательные графики, диаграммы, фотографии и др. В дневнике систематически фиксируются дата проведения эксперимента, условия опыта, все полученные экспериментальные данные и наблюдения. Обработку экспериментальных данных рекомендуется проводить сразу после окончания опыта, поскольку это позволяет своевременно обнаружить ошибки и внести соответствующие корректировки в план и методику дальнейших исследований.

Рабочий дневник является основным первичным документом по НИР и служит основой для составления отчета; он аккуратно заполняется магистрантом и регулярно просматривается научным руководителем.

2.1. Подготовка литературно-патентного обзора по теме исследования

Перед началом экспериментальных работ необходимо провести литературно-патентный обзор, направленный на ознакомление с отечественной и зарубежной научно-технической информацией, имеющейся по исследуемому вопросу.

Изучение истории вопроса позволяет избежать дублирования ранее выполненных работ и повторения уже раскритикованных ошибок, раскрывает нерешенные вопросы, облегчает использование опыта предшественников. Рассмотрение проблемы в динамике дает возможность проследить общие тенденции ее развития и наметить дальнейшие пути решения поставленных задач.

Как правило, научный руководитель магистранта указывает основную литературу, включающую монографии, учебные пособия и обзорные статьи, необходимые для первоначального ознакомления с исследуемой проблемой. Далее по литературным ссылкам, имеющимся в монографиях и обзорах, необходимо ознакомиться с первоисточниками.

Наряду с этим, обязательным этапом работы над литературно-патентным обзором является изучение отраслевых научно-технических журналов.

Патентные исследования являются неотъемлемой составляющей научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Единые требования к организации, проведению, оформлению и использованию результатов патентных исследований устанавливает ГОСТ Р 15.011-96 «Патентные исследования. Содержание и порядок проведения».

Патентные исследования могут быть проведены с использованием ресурсов сети Интернет. Сервер Роспатента <http://www.fips.ru> предоставляет возможность доступа к электронной базе патентной информации, включая патентные фонды различных стран и международных организаций.

Используя сайт Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO), можно произвести поиск патентных документов США, Канады, Японии, Европейской патентной организации (ЕРО), Китая, Индии и других зарубежных стран: <http://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf>

Заимствуя сведения из первоисточников, необходимо правильно оформлять библиографические ссылки для возможности их использования при последующем написании отчета о НИР, статей или заявок на объекты интеллектуальной собственности по результатам НИР. Распространенной ошибкой среди начинающих исследователей является неполное оформление библиографических ссылок, в результате чего приходится повторно разыскивать необходимые книги или статьи при составлении списков литературы. При дословном цитировании текст цитаты необходимо заключить в кавычки, а в случае пересказа заимствованного текста (косвенное цитирование, или парафраз) достаточно просто привести ссылку на первоисточник. При заимствовании графических материалов (рисунков, схем, диаграмм и др.) также необходимо приводить ссылку на источник информации.

Простое переписывание текста другого автора без ссылки на него является плагиатом и недопустимо как с морально-этической, так и с юридической точки зрения.

Важно понимать, что обзор научно-технической литературы не является студенческим рефератом или курсовой работой, в нем наряду с систематизацией и обобщением известных данных должен быть выполнен их критический анализ и обозначена позиция автора.

По результатам выполненного литературно-патентного обзора магистрантом должны быть сформулированы общие выводы, включающие цель и задачи исследований. При этом цель научно-исследовательской работы магистрантов должна быть ориентирована на решение конкретных научно-производственных задач с учетом специфики предприятий-работодателей.

2.2. Разработка методологии экспериментальных исследований

Под методологией эксперимента понимается общая структурно-логическая схема его проведения, включая постановку и последовательность выполнения экспериментальных исследований. Разработка методологии исследований предусматривает такие этапы, как разработка программы эксперимента, выбор методов и средств для проведения эксперимента, математическое планирование эксперимента с обработкой и анализом полученных данных.

Программа эксперимента должна включать наименование темы исследования, рабочую гипотезу, методику эксперимента, перечень необходимых материалов, приборов, установок и др., календарный план

работ; в отдельных случаях включают программу опытных работ на предприятии. На этапе разработки программы эксперимента при необходимости изготовления оснастки или специального оборудования устанавливаются их конструктивные и технологические параметры.

При разработке методологии исследований осуществляется обоснование применяемых методов и средств, включая выбор технологического, испытательного и вспомогательного оборудования, аналитических приборов и установок, необходимых для выполнения опытов и проведения наблюдений и измерений. Наряду с использованием стандартных методов и средств, в отдельных случаях может быть предусмотрено самостоятельное изготовление оригинальных научных установок и методик исследований.

Современная научная база металлургического производства характеризуется не только значительным разнообразием существующих теорий, но и широким спектром используемого научного оборудования и приборов при исследовании физико-химических процессов. При выполнении научно-исследовательской работы в распоряжении магистрантов имеется специализированное научное оборудование комплекса «Металлургия».

В последние годы комплекс активно ведет обновление и укрепление своей материальной и научно-технической базы.

2.3. Проведение экспериментальных исследований и обработка результатов

В зависимости от условий проведения различают лабораторные и производственные экспериментальные исследования.

Лабораторные опыты проводят с применением типовых приборов, моделирующих установок и стендов, специализированного оборудования и т.д. Такие исследования позволяют наиболее полно и качественно, с заданной повторяемостью изучить влияние одних характеристик при варьировании других. Лабораторные опыты в случае достаточно полного научного обоснования эксперимента на основе математического планирования позволяют получить адекватные научные данные с минимальными затратами. Вместе с тем, такие эксперименты не всегда полностью моделируют реальный ход изучаемого процесса, поэтому возникает потребность в проведении производственного эксперимента.

Производственные экспериментальные исследования направлены на изучение процессов в реальных условиях с учетом воздействия различных случайных факторов производственной среды. Разновидностью про-

изводственных экспериментов является сбор статистических данных в центральных заводских лабораториях. Ценность этих материалов состоит в том, что они систематизированы за многие годы по единой методике. Такие данные хорошо поддаются обработке методами математической статистики и теории вероятностей.

Основным требованием проведения эксперимента является ведение журнала. В журнале дают характеристику используемым материалам и описывают применяемое оборудование, отражают все наблюдения и показания измерительных приборов.

Современные подходы к организации проведения экспериментальных исследований обязательно предусматривают широкое использование методов математического планирования эксперимента. Подробные рекомендации по применению таких методов приведены в работах [12, 13].

На первом этапе математического планирования эксперимента устанавливают основные уровни и интервалы варьирования факторов. Основным или нулевым уровнем фактора называют его значение, принятое за исходное в разрабатываемом плане эксперимента. Основные уровни выбирают таким образом, чтобы их сочетание отвечало значению параметра оптимизации, по возможности более близкому к оптимальному. Каждое сочетание уровней факторов является многомерной точкой в факторном пространстве. Сочетание основных уровней принимают за исходную точку для построения плана эксперимента. Построение плана эксперимента состоит в выборе экспериментальных точек, симметричных относительно исходной точки или, что одно и то же, центра плана.

Значения фактора могут изменяться в сторону уменьшения и увеличения на определенную величину – интервал варьирования. Таким образом, интервалом варьирования фактора называют число (свое для каждого фактора), прибавление которого к основному уровню дает верхний уровень фактора, а вычитание – нижний. Интервал варьирования не может быть выбран меньше той ошибки, с которой экспериментатор фиксирует уровень фактора, а также не может быть настолько большим, чтобы верхний или нижний уровни выходили за пределы области фактора. При этом необходимо учитывать, что увеличение интервалов варьирования затрудняет возможность линейной аппроксимации функции отклика.

Для удобства записи условий эксперимента и обработки экспериментальных данных уровни факторов кодируют. В кодированном виде верхний уровень обозначают +1, нижний -1, а основной 0. Кодированное значение фактора x_i определяют по выражению:

$$x_i = \frac{\tilde{x}_i - \tilde{x}_i^0}{\varepsilon_i},$$

где \tilde{x}_i - натуральное значение i -го фактора; \tilde{x}_i^0 - натуральное значение
 основного уровня i -го фактора; ε_i - интервал варьирования i -го фактора

При кодировании качественных факторов, имеющих два уровня, верхний уровень обозначается +1, а нижний -1. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов, называют полным факторным экспериментом. Если число уровней каждого фактора m , а число факторов k , то число N всех сочетаний уровней факторов, а, следовательно, и число опытов в полном факторном эксперименте, определяется выражением

$$N = m^k.$$

Целью первого этапа планирования экстремального эксперимента является получение линейной модели. Он предусматривает варьирование факторов на двух уровнях. Возможное количество сочетаний уровней факторов в этом случае равно 2^k .

Факторный эксперимент осуществляют с помощью матрицы планирования, в которой используют кодированные значения факторов. Так, например, для двух факторов полный факторный эксперимент типа 2^k можно представить матрицей, приведенной в табл. 2. Число строк в матрице равно количеству опытов. Знаками +1 и -1 обозначают уровни факторов x_1 и x_2 в опытах. Значения функции отклика, полученные при выполнении опытов, обозначены через y_1, y_2, y_3 и y_4 .

Для упрощения записи условий эксперимента в матрице планирования вместо +1 пишут только +, а вместо -1 только -.

Таблица 2
Матрица факторного эксперимента типа 2^2

Номер опыта	x_1	x_2	y
1	-	-	y_1
2	+	-	y_2
3	-	+	y_3
4	+	+	y_4

Таблица 3
Матрица планирования

Номер опыта	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	y
1	+	-	-	+	y_1
2	+	+	-	-	y_2
3	+	-	+	-	y_3
4	+	+	+	+	y_4

Для движения по градиенту необходима линейная модель. При $k=2$ моделью будет уравнение регрессии вида $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$. Значе-

ния коэффициентов в этом уравнении определяют с помощью значений функции отклика, полученных в результате опытов.

Линейным называют эффект, характеризующий линейную зависимость параметра оптимизации от соответствующего фактора. Эффектом взаимодействия называют эффект, характеризующий совместное влияние нескольких факторов на параметр оптимизации. Полный факторный эксперимент позволяет количественно оценить линейные эффекты и все эффекты взаимодействия. Для полного факторного эксперимента типа 2^2 уравнение регрессии с учетом эффектов взаимодействия можно представить выражением

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2$$

Для этого эксперимента матрица планирования приведена в табл. 3. В этой матрице содержится столбец фиктивной переменной x_0 . Он вводится для оценки свободного члена b_0 . Столбец $x_1 x_2$ получен перемножением столбцов x_1 и x_2 . Он введен для расчета коэффициента b_{12} . При $k = 2$ построение матриц полного факторного эксперимента не вызывает затруднений, так как все возможные сочетания уровней факторов легко найти простым перебором. При увеличении числа факторов количество возможных сочетаний уровней быстро возрастает, поэтому возникает необходимость в некоторых приемах построения матриц. Рассмотрим два наиболее простых приема. Первый прием основан на правиле чередования знаков. В первом столбце (x_1) знаки чередуются поочередно, во втором они чередуются через 2, в третьем – через 4, в четвертом – через 8, в пятом – через 16 и т.д. по степеням двойки. Второй прием основан на последовательном достраивании матрицы планирования. Для этого при добавлении нового фактора необходимо повторить комбинации уровней исходного плана сначала при значении нового фактора на верхнем уровне, а затем на нижнем.

Для объективной оценки полученных при выполнении научно-исследовательских работ экспериментальных данных необходима их обработка с применением методов математической статистики. Подробное описание методов статистического анализа и обработки экспериментальных результатов содержится в специализированных пособиях, например, [9].

При определении каких-либо параметров в ходе прямых измерений для каждой серии опытов необходимо вычислить среднее арифметическое полученных значений измеряемой величины, а также определить доверительные границы погрешности результатов. *Среднее арифметическое значение* измеряемой величины определяется по формуле:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i,$$

где x_i – значение единичного измерения величины, n – число измерений.

Среднее квадратическое (стандартное) отклонение σ , характеризующее разброс результатов единичных измерений относительно среднего значения, вычисляется по результатам n измерений:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1}{n - 1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Квадрат σ^2 называется *дисперсией* величины x .

Доверительная вероятность, или вероятность попадания результата измерения в интервал $(\bar{x} - \Delta x \dots \bar{x} + \Delta x)$:

$x + \Delta x$

$$\alpha = \int_{x-\Delta x}^{x+\Delta x} f(x)dx$$

Интервал от $-\Delta x$ до $+\Delta x$ называется *доверительным интервалом*. Границы доверительного интервала выражаются произведением среднего квадратического отклонения и коэффициента Стьюдента $t_{\alpha,n}$:

$$\Delta x = t_{\alpha,n} \cdot \sigma$$

Таким образом, запись окончательного результата многократных прямых измерений должна включать среднее значение измеряемой величины и его доверительный интервал:

$$\bar{x} = x \pm \Delta x$$

При статистической обработке экспериментальных результатов и их визуализации возможно использование программного пакета Microsoft Excel. Пакет Excel позволяет применять стандартные методы обработки данных на базе встроенной библиотеки статистических функций; краткое описание наиболее часто используемых из них приведено ниже.

Для вычисления среднего арифметического применяется функция СРЗНАЧ (AVERAGE). Например, формула =СРЗНАЧ(А2:А6) представит среднее значение чисел в ячейках с А2 по А6. При вычислении выборочной дисперсии и выборочного стандартного отклонения используются функции ДИСП.В (VAR.S) и СТАНДОТКЛОН.В (STDEV.S). Выявление наиболее часто встречающегося значения в массиве или интервале данных осуществляется с помощью функции МОДА.ОДН (MODA.SNGL). Определение значения, являющегося центром (серединой) множества чисел в статистическом распределении, вычисляется с помощью функции МЕДИАНА (MEDIAN). Размах варьирования, представляющий разность между наибольшим и наименьшим значениями чисел совокупности, определяется с использованием функций МАКС (MAX) и МИН (MIN), например =МАКС(А2:А6)-МИН(А2:А6). Наряду с *Мастером функций*, в Excel имеется набор инструментов для углубленного статистического анализа данных (*Пакет анализа*).

На этапе визуализации результатов выполненных НИР при построении гистограмм необходимо указывать доверительные интервалы, а при построении графических зависимостей с аппроксимацией экспериментальных данных следует приводить уравнение аппроксимирующей функции и указывать коэффициент детерминации.

3. ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Струк-

тура и правила оформления» устанавливает общие требования к структуре и правилам оформления научных и технических отчетов, а также правила для тех случаев, когда единая процедура оформления будет содействовать обмену информацией, совершенствуя обработку отчета в информационной системе. Стандарт распространяется на отчеты о фундаментальных, поисковых, прикладных научно-исследовательских работ по всем областям науки и техники, выполняемых научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими организациями, высшими учебными заведениями, научно-производственными и производственными объединениями, промышленными предприятиями и другими организациями.

В соответствии со стандартом, под отчетом о НИР понимают научно-технический документ, который содержит систематизированные данные о научно-исследовательской работе, описывает состояние научно-технической проблемы, процесс и/или результаты научного исследования.

Структурными элементами отчета о НИР являются:

- **титульный лист;**
- **список исполнителей;**
- **реферат;**
- содержание;
- нормативные ссылки;
- определения;
- обозначения и сокращения;
- **введение;**
- **основная часть;**
- **заключение;**
- список использованных источников;
- приложения.

Обязательные структурные элементы выделены полужирным шрифтом. Остальные структурные элементы включают в отчет по усмотрению исполнителя НИР с учетом требований ГОСТа.

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой научно-технической проблемы, основание и исходные данные для разработки темы, обоснование необходимости проведения НИР, сведения о планируемом научно-техническом уровне разработки, о патентных исследованиях и выводы из них, сведения о метрологическом обеспечении НИР. Во введении должны быть показаны актуальность и новизна темы, связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами.

В основной части отчета приводят данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной НИР.

Основная часть должна содержать:

а) выбор направления исследований, включающий обоснование направления исследования, методы решения задач и их сравнительную оценку, описание выбранной общей методики проведения НИР;

б) процесс теоретических и (или) экспериментальных исследований, включая определение характера и содержания теоретических исследований, методы исследований, методы расчета, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ, принципы действия разработанных объектов, их характеристики;

в) обобщение и оценку результатов исследований, включающих оценку полноты решения поставленной задачи и предложения по дальнейшим направлениям работ, оценку достоверности полученных результатов и их сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований.

По своей структуре основная часть итогового отчета о НИР магистранта должна состоять, как правило, из трех разделов, соответствующих содержанию практических занятий по разделам 2.1-2.3 настоящих МУ.

Заключение должно содержать:

- краткие выводы по результатам выполнений НИР или отдельных ее этапов;
- оценку полноты решений поставленных задач;
- разработку рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов НИР;
- оценку технико-экономической эффективности внедрения;
- оценку научно-технического уровня выполненной НИР в сравнении с лучшими достижениями в данной области.

Отчет о НИР должен быть выполнен любым печатным способом на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков – не менее 1,8 мм (кегель не менее 12). Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее, и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Вне зависимости от способа выполнения отчета качество напечатанного текста и оформления иллюстраций, таблиц, распечаток должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения. Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не полностью удаленного

прежнего текста (графики) не допускаются.

Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм, название изделий и другие имена собственные в отчете приводят на языке оригинала. Допускается транслитерировать имена собственные и приводить названия организаций в переводе на язык отчета с добавлением (при первом упоминании) оригинального названия.

Основную часть отчета следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. При делении текста отчета на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений.

Пример — 1, 2, 3 и т. д.

Номер подраздела или пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой.

Пример — 1.1, 1.2, 1.3 и т. д.

Номер подпункта включает номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделенные точкой.

Пример - 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 и т. д.

После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят.

Если текст отчета подразделяют только на пункты, их следует нумеровать, за исключением приложений, порядковыми номерами в пределах всего отчета. Если раздел или подраздел имеет только один пункт, или пункт имеет один подпункт, то нумеровать его не следует.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы просят в центре нижней части листа без точки.

Разделы отчета должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и

подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в отчете.

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят. Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в отчете. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы в отчете следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Оформление библиографических ссылок должно соответствовать ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета.

В настоящем разделе приведены только основные требования к оформлению отчетов о НИР. Для более подробной информации следует обратиться к соответствующим стандартам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Научно-методические аспекты подготовки магистерских диссертаций: учеб. пособие. / С.И. Дворецкий, Е.И. Муратова, О.А. Корчагина, С.В. Осина. – Тамбов, 2006. – 84 с.
2. Райзберг, Б.А. Диссертация и учёная степень. Пособие для соискателей / Б.А. Райзберг. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 400 с.
3. Астанина С.Ю. Научно-исследовательская работа студентов (современные требования, проблемы и их решения): монография / С.Ю. Астанина, Н.В. Шестак, Е.В. Чмыхова. – М.: Изд-во Современного гуманитарного ун-та, 2011. – 155 с.

4. Герасин А.Н., Отварухина Н.С. Магистерская диссертация: структура и содержание (учеб. пособие для магистрантов) – М.: МГИУ, 2010. – 56 с.

5. Информационный каталог современного экспериментального оборудования и научных приборов на базе научно-образовательных организаций и ведущих предприятий Владимирской области / И.В. Беляев, В.А. Кечин, Г.А. Гладкий. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2011. – 44 с.

6. Лапыгин Ю.Н. Диссертационное исследование магистранта, аспиранта, докторанта. – М.: ЛитРес, 2010. – 510 с.

7. Пешина Э.В., Кузьмин Е.А. Организация научно-исследовательской работы студентов. Методические рекомендации. – Екатеринбург: УРГЭУ, 2010. – 70 с.

8. Куликович Т.О. Основы научного цитирования метод. пособие для студентов и магистрантов / Т.О. Куликович. – Минск: БГУ, 2010. – 58 с.

9. Яворский В.А. Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных. – М.: МФТИ, 2006. – 44 с.

10. Техника металлургического эксперимента: учеб. пособие для вузов

/ Б. В. Линчевский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1992. – 240 с.

11. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных / Джонсон Н., Лион Ф.; перев. с англ. под ред. Э.К. Лецкого. – М.: Мир, 1980. – 610 с.

12. Спиридонов, А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А.А. Спиридонов. – М.: Машино-строение, 1981. – 184 с.

13. Панфилов А.А., Прусов Е.С. Техническое регулирование в литейном производстве : учеб.-справ. пособие. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2015. – 129 с.

14. Основы научно-исследовательской деятельности : учебное пособие для студентов вузов / Рос. гос. ун-т туризма и сервиса; [Лепехина Е.В. и др.]. – Пятигорск : РИА-КМВ, 2011. – 163 с.