Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Масалов Владимир Николаевич
Должность: ректор
Дата подписания: 10.11.2026 10:38:27
Уникальный программный ключ:
f31e6db16690784ab6b50e564da26971fd24641c

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

**И. Н. Кравченко, Ю. А. Кузнецов, А. С. Апатенко, В. М. Корнеев,
С. А. Величко, А. М. Давыдкин, Д. И. Петровский**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

Учебное пособие

Учебное пособие содержит сведения, необходимые для формирования профессиональных компетенций при подготовке магистров по направлению «Агроинженерия» и рекомендуется Федеральным УМО по сельскому, лесному и рыбному хозяйству для использования в учебном процессе

Москва
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
2024

УДК 378.2(075)
ББК 74.480.278я78
В 92

Рецензенты:

И.Г. Голубев – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела научно-информационного обеспечения инновационного развития агропромышленного комплекса ФГБНУ «Росинформагротех»;

С.А. Шишурин – доктор технических наук, декан факультета инженерии и природообустройства ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Кравченко, И. Н. Выпускная квалификационная работа магистра : учебное пособие / И.Н. Кравченко, Ю.А. Кузнецов, А.С. Апатенко, В.М. Корнеев, С.А. Величко, А.М. Давыдкин, Д.И. Петровский; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2024. – 224 с.

ISBN 978-5-9695-2035-8
DOI: 10.26897/26897/978-5-9695-2035-8-2024-222

В учебном пособии изложены общие требования, структура и содержание выпускной квалификационной работы магистра. Даны рекомендации по ее оформлению, критерии оценки, а также основные этапы выполнения магистерского исследования, отражающие методологию научной деятельности. Рассмотрены особенности проведения теоретических и экспериментальных исследований и обработки их результатов. Большое внимание уделено научно-методическим основам выбора темы магистерской диссертации, составлению плана ее выполнения, сбору и обработке материалов, порядку подготовки, представления и организации защиты. Пособие включает многочисленные примеры, иллюстрирующие и разъясняющие излагаемые положения.

Материалы учебного пособия адресованы студентам, осваивающим программу магистратуры по направлению «Агроинженерия» (направленности «Технический сервис в агропромышленном комплексе», «Технологии технического сервиса») и преподавателям, участвующим в подготовке магистров инженерного образования.

Kravchenko, I. N. Master's final qualifying work : textbook / I.N. Kravchenko, Yu.A. Kuznetsov, A.S. Apatenko, V.M. Korneev, S.A. Velichko, A.M. Davydkin, D.I. Petrovsky. – Moscow : Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2024. – 222 p.

The textbook outlines the general requirements, structure and content of the master's final qualifying work. Recommendations for its design, evaluation criteria, as well as the main stages of master's research, reflecting the methodology of research activities, are given. The features of conducting theoretical and experimental studies and processing their results are considered. Much attention is paid to the scientific and methodological principles of choosing a topic for a master's thesis, drawing up a plan for its implementation, collecting and processing materials, the procedure for preparing, presenting and organizing the defense. The manual includes numerous examples illustrating and explaining the stated provisions.

The materials of the textbook are addressed to students mastering the master's program in the direction of training "Agroengineering" (directions "Technical service in the agro-industrial complex", "Technical service technologies") and teachers participating in the preparation of masters of engineering education.

©Коллектив авторов, 2024
©ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2024

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

Кравченко Игорь Николаевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева.

Кузнецов Юрий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры надежности и ремонта машин Орловского государственного аграрного университета имени Н. В. Парахина.

Апатенко Алексей Сергеевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технического сервиса машин и оборудования Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева.

Корнеев Виктор Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева.

Величко Сергей Анатольевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технического сервиса машин Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н. П. Огарёва.

Давыдкин Александр Михайлович – кандидат технических наук, проректор по научной работе Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н. П. Огарёва.

Петровский Дмитрий Иванович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического сервиса машин и оборудования Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение качества на всех этапах жизненного цикла – первоочередная задача в управлении конкурентоспособностью продукции, предприятия, отрасли и страны в целом. Наиболее эффективно эта задача может быть решена специалистами, обладающими знаниями, навыками, умениями и сформированными компетенциями на основе глубокой теоретической подготовки и опыта практической их реализации при решении конкретных задач в интересах предприятий и организаций агропромышленного комплекса.

Магистр – это квалификация выпускника магистратуры, который на основе квалификации бакалавра или специалиста получил углубленные специальные знания, умения, навыки и личные качества и подготовлен к решению профессиональных задач научно-исследовательского и технологического характера.

Подготовка магистров в процессе реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки «Агроинженерия» преследует своей целью обеспечение потребностей производства в квалифицированных работниках, специализация которых ориентирована на научно-исследовательскую, производственно-технологическую, организационно-управленческую и проектную деятельности. При этом область профессиональной деятельности магистров в рамках направленностей подготовки «Технический сервис в агропромышленном комплексе», «Технологии технического сервиса» включает техническую и технологическую модернизацию сельскохозяйственного производства, эффективное использование и технический сервис сельскохозяйственных машин и технологического оборудования в агропромышленном комплексе Российской Федерации.

Объектами профессиональной деятельности магистров являются: технологии технического обслуживания и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин.

Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки «Агроинженерия» выполняется в виде магистерской диссертации. Она представляет собой творческую, самостоятельную и логически завершенную работу с элементами научных исследований, связанную с решением задач того вида деятельности, к которым готовится обучающийся в магистратуре. По результатам защиты выпускной квалификационной работы государственной экзаменационной комиссией принимается или не принимается решение о присвоении ему квалификации «магистр».

Выпускная квалификационная работа относится к разряду учебно-исследовательских работ. Ее выполнение служит свидетельством того, что обучающийся научился самостоятельно проводить научный поиск, обосновывать тему диссертации, ее актуальность, объект, предмет и задачи, составлять программу и методику исследований, проводить обработку полученных опытных данных, аргументировано делать выводы и формулировать заключение по результатам выполненных исследований.

Выпускная квалификационная работа раскрывает научный потенциал выпускника, показывает его способность в организации и проведении самостоятельного исследования, использования современных методов, подходов, приборов и оборудования при решении задач в исследуемой области, обработке и описанию результатов проведенного исследования, его аргументации и разработки рекомендаций и предложений по использованию полученных результатов исследований.

Выпускная квалификационная работа представляет информацию полученных результатов исследований в виде текстового и/или иллюстрированного материала, полученного за время освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования.

При выполнении выпускной квалификационной работы обучающийся должен показать способность и умения, опираясь на полученные углубленные знания и сформированные компетенции, предусмотренные самостоятельно решать установленные Федеральным государственным образовательным стандартом задачи в своей профессиональной деятельности, аргументировано излагать специальную информацию, а также правильно аргументировать и защищать свою точку зрения.

У студентов-магистрантов, приступающих к работе над магистерской диссертацией, всегда возникает масса вопросов, связанных с методикой ее написания, правилами оформления и процедурой защиты, поскольку такая диссертация представляет собой совершенно новый и специфичный вид выпускной квалификационной работы, требования к которой в настоящее время четко не сформулированы.

Предлагаемое учебное пособие отражает общие требования к выпускной квалификационной работе магистра, ее содержанию, объему и структуре, научному руководству, критериям оценки и процедуре защиты, а также определяет порядок выполнения работы и ее особенности с учетом уровня квалификационных требований, предъявляемых Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» в рамках направленностей (профилей) «Технический сервис в агропромышленном комплексе» и «Технологии технического сервиса».

Представленные в данном издании рекомендации могут быть полезны выпускникам при сборе, систематизации, обобщении исходных материалов и в процессе непосредственного выполнения выпускной квалификационной работы, а также преподавателям, осуществляющим научное руководство выпускными квалификационными работами магистров.

Авторы отмечают, что изложенный материал охватывает далеко не все вопросы, относящиеся к процессу подготовки и написания выпускных квалификационных работ, и с благодарностью воспримут любые замечания и рекомендации по его совершенствованию.

ГЛАВА 1.
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1.1. Краткий научный терминологический словарь

Приступая к подготовке выпускной квалификационной работы, прежде всего, следует усвоить так называемый язык науки, который весьма специфичен. В нем много понятий и терминов, имеющих важное значение в научно-исследовательской деятельности. От степени владения понятийным аппаратом науки зависит насколько точно, грамотно и понятно магистрант может выразить свою мысль, объяснить тот или иной факт, а также оказать должное действие на читателя своей квалификационной работы. При этом основу языка науки составляют слова и словосочетания терминологического характера.

Актуальность темы – степень ее важности в данной ситуации и значимости для решения данной проблемы (задачи, вопроса).

Анализ – это метод исследования (познания), включающий приемы и способы теоретического или эмпирического расчленения (разложения) системы на составляющие элементы, свойства и отношения с целью их всестороннего изучения. Противоположность анализа – синтез.

Аналогия – метод получения нового научного знания о предметах и явлениях путем переноса информации, вскрытой при исследовании сходного объекта, на оригинал (прототип). Аналогия является наиболее распространенным методом формирования научных гипотез.

Аспект – угол зрения, выбранный для рассмотрения объекта (предмета) исследования.

Дедукция – вид умозаключения, применяющий общий принцип к частному случаю. Такое положение наступает, когда в области научного знания накоплено достаточно большое количество обобщающих фактов, законов, принципов, гипотез, аксиом, связанных в систему с уже имеющимся знанием.

Дизайн исследования – это модель для проведения исследования; общий термин, используемый для отражения ряда отдельных, но взаимосвязанных вопросов, связанных с проведением исследования. Включает в себя: цель исследования, выбор соответствующей методологии, методов сбора, обработки, анализа и интерпретации данных.

Диссертация – научная работа, подготовленная в форме рукописи с целью ее публичной защиты для получения ученой степени. Служит в качестве квалификационной работы, призванной показать научно-исследовательский уровень исследования.

Индукция – вид умозаключения, научный метод движения знания от отдельных, частных фактов к общим выводам и закономерностям. Индукция является первым видом умозаключений, который применяется при обработке эмпирических фактов. Противоположность – дедукция.

Исследование – вид человеческой деятельности, позволяющий вскрыть суть явления, выявить закономерности возникновения, развития и изменения, а также возможности преобразования фрагмента объективной реальности.

Категория – форма логического мышления, в которой раскрываются внутренние, существенные стороны и отношения исследуемых предметов.

Классификация – это метод научного исследования, в основе которого лежит деление и распределение множества объектов на подмножества (подклассы) по определенным признакам.

Концепция – система взглядом на что-либо, основная мысль, когда определяются цели и задачи исследования и указываются пути ведения.

Концепция исследования – комплекс ключевых положений методологического характера, определяющих выбранные подходы к исследованию и организацию его проведения.

Магистерская диссертация – это выпускная квалификационная работа научного содержания, отражающая ход и результаты самостоятельно проведенного научно-практического исследования на основе авторских разработок или авторского обобщения научно-практической информации. Она характеризуется внутренним единством, логической завершенностью, самостоятельностью выполнения и связана с решением задач того вида (видов) профессиональной деятельности, к которой готовится магистр.

Методология исследования – логическая организация исследования, предполагающая распознавание проблем, постановку цели, выбор подходов, средств и методов исследования, а также определение рациональной последовательности проведения исследования.

Методология научного познания – учение о принципах, формах и способах научно-исследовательской деятельности.

Методы исследования – способы проведения исследования, направленные на разрешение проблемы и достижение результатов исследования.

Моделирование – метод научного исследования (познания), позволяющий на основе определенных познавательных задач и теоретических установок создавать и изучать модели объекта (оригинала).

Модель – упрощенное отображение сложного объекта или процесса, которое отражает их наиболее существенные характеристики.

Наука – специфическая отрасль человеческой деятельности, включающая особые цели, методы их достижения и т.п.; это совокупность знаний, объединяющих различные концепции, теории, категориальный аппарат и т.п.; это социальный институт, включающий отдельных ученых и их формальные и неформальные объединения, организации и т.п.

Научная гипотеза – форма обоснованного вероятностного научного знания в виде предположений, догадок или предсказаний о существовании неизвестных ранее явлений, скрытых причинах их возникновения, закономерных связях и отношениях. Гипотеза в процессе исследования неоднократно уточняется, дополняется или изменяется в соответствии с тем, что автор исследования в ходе научно-теоретического или экспериментального поиска выявляет новые пути и средства достижения намеченной цели.

Научная задача – часть проблемы, решение которой позволяет получить новое знание (либо усовершенствовать, углубить существующее знание) о конкретном объекте, системе.

Научная идея – абстрактно выраженная форма научного знания, целостно объясняющего сущность объекта исследования на уровне основного принципа и общей закономерности и определяющее положение в системе взглядов, теорий.

Научная теория – система абстрактных понятий и утверждений, которая представляет собой не непосредственное, а идеализированное отображение действительности.

Научное исследование – это конкретный процесс разрешения обусловленных практикой научных проблем, получения и систематизации нового эмпирико-теоретического и методологического знания об объектах и способах их освоения. Научное исследование – целенаправленное познание, результаты которого выступают в виде системы понятий, законов и теорий.

Научное объяснение – это метод и основная функция науки, которые призваны вскрыть сущность явления или объекта средствами имеющегося научного знания и принятой в науке методологии научного исследования. Основой научного объяснения является научная теория, представляющая систематизированную форму отражения различных существенных связей и отношений, утверждений, принципов, законов, понятий и категорий.

Научное познание – исследование, которое характеризуется своими особыми целями, а главное – методами получения и проверки новых знаний.

Научный отчет – документ, содержащий подробное описание методики, исследования (разработки), а также выводы, полученные в ходе научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы. Назначение этого документа – исчерпывающе осветить выполненную работу по ее завершению или за определенный промежуток времени.

Научный факт – событие или явление, которое является основанием для заключения или подтверждения. Составляет основу научного знания.

Объект исследования – это определенный процесс или явление, порождающие проблемную ситуацию и выбранные для изучения. Это своеобразный носитель проблемы, то, на что направлена исследовательская деятельность.

Определение – объяснение, раскрывающее смысл используемого понятия. В определении путем исследования устанавливаются отличительные признаки объекта, которые позволяют отыскать и отграничить предмет от других, а также раскрыть сущность исследуемого предмета. Цель определения – уточнение содержания используемых понятий.

Подход к исследованию – исходная позиция, отправная точка для проведения исследования, которая определяет ракурс исследования, его направленность относительно цели, выбор средств и методов исследования.

Положения, выносимые на защиту – это полученные автором диссертации новые научные знания, которые он должен защищать и доказывать их достоверность в процессе защиты.

Понятие – мысль, в которой отражаются отличительные свойства предметов и отношения между ними.

Предмет исследования – конкретная проблема, разрешение которой требует проведение исследования; все то, что находится в границах одного объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения. Предмет устанавливает познавательные границы исследования, так как один и тот же объект может предполагать множество предметов исследования. Предметом исследования могут быть явления, отдельные их стороны.

Принцип – основное, исходное положение какой-либо теории, учения, науки, мировоззрения.

Проблема – выявленное и сформулированное противоречие, которое не может быть разрешено средствами имеющегося знания и опыта; сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения и разрешения.

Проект – комплекс документов, содержащих цель предстоящей деятельности; ограниченный во времени комплекс действий (работ, услуг, управленческих операций и решений), направленный на достижение сформулированной цели.

Результат исследования – комплекс научных положений, конкретных рекомендаций по разрешению проблемы, методика и технология выполнения какой-либо работы, проект (проектная разработка).

Реферат – краткое изложение основного содержания диссертации и результатов исследования.

Синтез – метод познания, основанный на соединении отдельных частей явления, изученных в процессе анализа, в единое целое. В процессе синтеза происходит обобщение результатов анализа. Синтез – это обратное понятие анализу, когда исследование системы осуществляется по принципу от частного к общему.

Фактографический документ – научный документ, содержащий информацию (текстовую, цифровую, иллюстративную и др.), собранную в результате научно-исследовательской работы и отражающую состояние предмета исследования.

Цель исследования – идеальный образ будущего результата, представление перспективы, которые открываются в результате успешного проведения исследования.

Эксперимент – изучение предметов (явлений) посредством создания искусственных, но близких к реальности условий их проявления. Эксперимент является одним из наиболее строгих и распространенных методов исследования.

1.2. Классификация источников научно-технической информации

Научное исследование по своей сути представляет собой информационный процесс: исследователь постоянно собирает, обрабатывает, анализирует сведения различного характера, сортирует их, организует хранение, обмен (передачу). Исследователь теряется от обилия информации, которая нередко представляется ему вселенной без границ. Однако

впоследствии он все более убеждается, что человечество создало не только разветвленную сеть источников информации, но и хорошо организовало ее построение, систему поиска, коммуникаций, формы представления данных.

Информация (от лат. *Informatio* – разъяснение, изложение) – это сведения, представляемые устным, письменным или другими способами. Данное определение сегодня представляется недостаточно полным: в понятие «информация» включаются не только сведения, передаваемые между людьми, но и между человеком и техникой, техникой и техникой, сигналы в животном и растительном мире, между организмами, клетками в организмах и т.п.

Осознание важности информации и методах работы с ней в науке и в обществе привело к появлению специальной науки *информатики*, изучающей структуру и свойства научной информации, а также вопросы, связанные с ее сбором, хранением, поиском, переработкой, преобразованием, распространением и использованием в различных сферах деятельности. Эта наука занимается и развитием понятий «информация.

Источники получения научной информации весьма многообразны. Таковыми могут быть:

- государственные, международные (межгосударственные и региональные информационные системы (ИС);
- научные, научно-производственные и производственные организации;
- частные производственные системы;
- отдельные ученые и работники, занимающиеся видами деятельности, представляющими интерес для выполняемого научного исследования;
- природная среда, инфраструктура научного учреждения, отрасли.

Источники получения научной информации могут быть официальными и неофициальными, общедоступными (открытыми) и закрытыми.

Классификация источников научной информации представлена на рис. 1.1. В качестве признаков классификации приняты: территориальная принадлежность информационных систем, степень их официальности и структуризации; а также степень доступности источника информации для исследователя. Некоторые источники информации требуют более подробного пояснения.

Международные и межгосударственные источники представляют собой информационные центры и системы, принадлежащие международным организациям и союзам (например, ООН, ЮНЕСКО, Евросоюза, СНГ и др.).

В последние годы в числе источников научной информации все более популярное место занимает компьютерная сеть ИНТЕРНЕТ, позволяющая в короткие сроки получить информацию по широкому спектру научных направлений, а также организовать обмен данными между специалистами разных стран и регионов.

Появление и развитие ИНТЕРНЕТ снимает целый ряд трудностей информационного обеспечения. В частности, отпадает необходимость дорогостоящих командировок в крупные информационные центры, покупки редких изданий, участия в конференциях и симпозиумах. ИНТЕРНЕТ компенсирует нехватку информации в библиотеках, дефицит специальной

литературы и позволяет получить в короткие сроки наиболее свежую информацию, которая никогда не публиковалась (или будет опубликована через месяцы или годы), не выходя из учреждения или из дома.



Рис. 1.1. Классификация источников научной информации

К государственным источникам информации относятся: институты, центры и службы научно-технической информации (НТИ), объединяемые в государственную систему научно-технической информации (ГСНТИ). Эти организации осуществляют выпуск *информационных изданий* типа каталогов. Такие издания включают в сжатой форме сведения о публикациях в печати, дающие краткий обзор и содержание публикации. Несомненно, они представляют огромный интерес для исследователя из-за информационной оперативности, широкого спектра источников, новизны и систематизации материала, удобства поиска.

Основными принципами создания и развития системы научно-технической информации являются:

- централизация в переработке информационных ресурсов и в управлении системой;
- децентрализация в доведении информационных продуктов до потребителей;
- специализация в распределении функций между органами НТИ как при распределении потоков информации, так и при информационном обслуживании.

В соответствии с этими принципами ГСНТИ имеет четырехуровневую организационную структуру:

I – всероссийские органы НТИ;

II – центральные отраслевые органы НТИ (ЦООНТИ);

III – межотраслевые республиканские институты НТИ (РИНТИ) и территориальные центры НТИ (ЦНТИ);

IV – отделы (бюро) НТИ объединений, предприятий и организаций.

Кроме того, в состав ГСНТИ входят также специальные, научно-технические и технические библиотеки, а также Государственная служба стандартных справочных данных о свойствах веществ и материалов.

Поскольку информация многообразна по областям знаний и весьма велика по объему, ГСНТИ имеет ряд основных направлений.

Всероссийские органы НТИ обеспечивают обработку наиболее полного потока первичных документов по тематике и виду, закрепленных за каждым из них.

ВИНИТИ (Всероссийский институт научной и технической информации) выполняет функции головного научно-исследовательского информационного органа страны и обрабатывает поток опубликованной научно-технической литературы в области точных, естественных и технических наук, подготавливает и издает библиографические указатели, реферативные журналы, сигнальную информацию, экспресс-информацию, обзорную информацию.

ГПНТБ (Государственная публичная научно-техническая библиотека Российской Федерации) выполняет функции общероссийского научно-методического центра для научных, специальных библиотек и Всероссийского центра координации библиографической работы в области техники.

ВНТИЦентр (Всероссийский научно-технический информационный центр) обрабатывает поток непубликуемых источников информации об исследованиях и разработках во всех областях науки и техники, осуществляет государственную регистрацию ведущихся в стране НИР и ОКР, создает общегосударственный фонд микрокопий отчетов о НИР, диссертаций, описаний алгоритмов и программ.

Во ВНТИЦентр поступают также регистрационные карты на вновь начинаемые исследования и разработки, информационные сообщения о проведенных конференциях и совещаниях.

Для организаций и предприятий ВНТИЦентр издает сигнальное издание «Бюллетень регистрации НИР и ОКР», периодическое издание «Сборник рефератов НИР и ОКР», информационный бюллетень «Алгоритмы и программы», а также обзоры, библиографические указатели отчетов и диссертаций по конкретным проблемам.

ВНИИПИ (Всероссийский научно-исследовательский институт патентной информации Госкомизобретений Российской Федерации) осуществляет централизованную многоаспектную обработку публикуемой в мире патентной документации и комплектует государственный фонд патентной информации, выпускает ряд библиографических, реферативных и обзорных изданий, указатели к справочно-поисковому аппарату и к патентным фондам РФ, а также распространяет библиографическую информацию на магнитных носителях, микро- и ксерокопии описаний.

ИНИОН (Институт научной информации по общественным наукам) осуществляет сбор, переработку и хранение научной информации по общественным наукам, подготовку библиографической, реферативной и обзорной информации в виде печатных изданий, информационное обслуживание научных учреждений (НИИ), вузов, государственных органов и общественных организаций.

ВКП (Всероссийская книжная палата) является центром государственной библиографии Российской Федерации. В ее функции входят создание и хранение неприкосновенного Архива произведений печати нашей страны, государственная регистрация печатной продукции и информирование о ней, выпускает библиографические указатели «Летописи».

ВИМИ (Всероссийский научно-исследовательский институт межотраслевой информации) осуществляет методическое руководство обязательным взаимным обменом информацией о научно-технических достижениях и передовом производственном опыте между организациями и предприятиями различных отраслей народного хозяйства с помощью информационных листков.

ВНИИКИ (Всероссийский научно-исследовательский институт информации, классификации и кодирования) является головной организацией в стране в области нормативно-технической информации и пропаганды стандартизации, метрологии и управления качеством продукции.

ВЦП (Всероссийский центр переводов) выполняет по заказам организаций переводы различных видов научно-технической литературы и документации с 30 иностранных языков на русский и с русского на иностранный язык.

ВДНХ (Выставка достижений народного хозяйства Российской Федерации) – постоянно действующая выставка для демонстрации достижении промышленности, строительства, транспорта, культуры и здравоохранения – активно пропагандирует достижения науки, техники, культуры и передовой производственный опыт.

ВНИИПМ (Всероссийский научно-исследовательский институт проблем машиностроения) проводит государственную регистрацию, учет и подготовку информации по выпускаемому, намеченному к выпуску и снимаемому с производства оборудованию в соответствии с «Общероссийским классификатором промышленной и сельскохозяйственной продукции», осуществляет справочно-информационное обслуживание предприятий и организаций, издает библиографические указатели и «Новые промышленные каталоги» по двадцати сериям.

ВНИЦМВ (Всероссийский научно-исследовательский центр по материалам и веществам) является центральным методическим органом Государственной службы стандартных справочных данных (ГСССД), издает библиографические указатели, реферативные сборники и обзоры (в том числе сборник «Информационный бюллетень ГСССД»), контролирует справочники с данными о свойствах веществ и материалов, издаваемые другими организациями.

ЦООНТИ (Центральные отраслевые органы научно-технической информации) составляют основу ГСНТИ.

ЦНТИ (межотраслевые территориальные центры научно-технической информации) относятся к третьему уровню ГСНТИ и осуществляют информационное обслуживание органов управления республик, краев, областей и специалистов организаций своего региона, используя для этого информационные продукты своих и всероссийских (центральных отраслевых) органов НТИ.

Четвертый уровень ГСНТИ (ОНТИ, БТИ) составляют отделы, (бюро) НТИ предприятий, организаций и учреждений. В них собирается, анализируется, обобщается научно-техническая и патентная информация по актуальным для организации проблемам, которая затем доводится до сведения руководителей и специалистов, осуществляется контроль за подготовкой научно-технической, производственной и экономической информации для предоставления в другие информационные органы.

Информационные издания вышеуказанных организаций разделены на три направления: библиографические, реферативные и обзорные.

Библиографические издания предназначены для ознакомления специалистов с тем, что издано в стране. Они выполняют в основном две функции: сигнальную (оповещение о появлении документа) и содержательную или адресную (сообщают сведения, по которым можно найти документ: автора, названия издания, города и издательства, вида издания, количества страниц и др.). Такие издания служат основой составления библиографических указателей и библиографических списков.

Библиографические указатели являются изданиями книжного или журнального типа, содержащими библиографические описания вышедших изданий. Для исследователей ценность библиографических указателей определяется тем, что они позволяют в короткие сроки (чаще всего еще до поступления изданий в торговые организации и информационные центры) информировать специалистов о выпусках отечественной и зарубежной литературы. Важнейшим и наиболее крупным библиографическим указателем является «Сигнальная информация» ВИНИТИ (СИ ВИНИТИ). Библиографические указатели не раскрывают содержания публикации. Эту задачу решают обзорные издания.

Обзорные издания содержат концентрированную информацию, полученную в результате отбора, систематизации и логического обобщения сведений из большого количества первоисточников по определенной теме за определенный промежуток времени. Наиболее значительным из таких изданий по технике и естествознанию является серия сборников ВИНИТИ «Итоги науки и техники» (ИНТ ВИНИТИ), выпускаемых томами с периодичностью один-два раза в год. При этом каждый том содержит список литературы с указанием номера реферата, а также концентрированную обзорную информацию о содержании публикации.

В отличие от библиографических указателей ИНТ представляет специалисту, исследователю проблемно ориентированные и критически оцененные сведения, содержащиеся в публикациях различного характера

(монографии, учебники, отчеты и т.д.). ИНТ ориентированы в основном на информационное обеспечение НИР, квалификационных исследований, устранение дублирования в работе НИИ, вузов, а также указание наиболее перспективных направлений научного поиска.

Поскольку многие материалы не попадают в печать, существует *система информации о непубликуемых исследовательских работах*. В этом направлении весьма интересна практика депонирования рукописей.

Депонированная рукопись – подготовленные по правилам издательского дела статья, монография, доклад, которые по определенным соображениям не могут быть опубликованы, либо сроки публикации настолько велики, что ценность содержащихся сведений будет в значительной мере утрачена. В этом случае автор представляет рукопись в ученый совет вуза (научно-технический совет НИИ), который, в случае положительной оценки ее содержания, направляет рукопись с рефератом (аннотацией) в отраслевой институт НТИ, которому представлено право депонирования. Институт, приняв рукопись, публикует в своем очередном сборнике аннотацию, раскрывающую выходные данные и содержание депонированной рукописи. При этом автору направляется справка, в которой указываются следующие сведения: наименование института (центра) НТИ; учетный номер депонированной рукописи; автор рукописи и ее полное название; номер и год выпуска реферативного журнала (или «Указателя поступления информационных материалов»), в котором будет опубликован реферат (аннотация); подпись ответственного лица и печать института НТИ. Справка является документом охраны авторских прав.

К непубликуемым материалам относятся также патенты, репринты и др. Координация сбора, накопления и обработки непубликуемых материалов в стране возложена на Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИЦентр), излагающий информационные издания реферативного и сигнального типа; Всероссийский научно-исследовательский институт технической информации, классификации и координирования (ВНИИКИ), издающий информационные указатели литературы; Всероссийский научно-исследовательский институт патентной информации (ВНИИПИ), выпускающий информационные издания по различным направлениям изобретательства (включая сигнальные, библиографические и реферативные издания).

При работе с литературными источниками для исследователя представляют интерес следующие государственные источники информации: Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ); Всероссийская книжная палата, выпускающая библиографические указатели «Книжная летопись», «Летопись периодических и продолжающихся изданий», «Летопись газетных статей» и др.; Российская государственная библиотека; Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы.

Кроме рассмотренных государственных источников информации существуют региональные и отраслевые источники. Последние источники могут быть государственными и региональными.

Отраслевые источники научно-технической информации представляют особый интерес для исследователя потому, что они предоставляют

углубленную информацию более узкой, конкретной ориентации. Публикации таких источников проходят профессиональный отбор и редактирование, они в пределах отрасли зачастую более доступны специалистам (производится рассылка изданий по учреждениям и организациям отрасли, они имеют более узкий круг потребителей информации). Примерами центральных отраслевых источников информации могут служить: Всероссийский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по электронике» (Информэлектро); Всероссийский институт информации и технико-экономических исследований агропромышленного комплекса; Научно-информационный центр, «Информпечать» и др.

К источникам информации учреждений и организаций относятся: автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС); базы данных и банки данных; справочно-информационные системы; библиотеки. Они отличаются наибольшей доступностью для исследователей, характеризуются достаточно высокой динамичностью данных и более узким их диапазоном по содержанию в сравнении с государственными и отраслевыми источниками информации.

Практика проведения научных исследований свидетельствует о том, что основными источниками научно-технической информации по-прежнему остаются литературные источники. Их классификация приведена на рис. 1.2. Как видно из рис. 1.1 и 1.2, источники научной информации весьма многообразны. Современная система информационного обеспечения исследований характеризуется признаками, описанными ниже.

1. *Массовость информационных источников.* Известно, что число газетных и журнальных публикаций каждые 50 лет возрастает в 10 раз; в мире существует более 100 тыс. периодических изданий, публикующих ежегодно до 3–4 млн статей; мировые патентные фонды содержат более 10 млн патентов. Однако большая часть информационных источников недоступна исследователю по языковым, экономическим, географическим причинам или по соображениям секретности. При этом значительную часть этих сложностей позволяет устранить ИНТЕРНЕТ.

2. *Дублирование информации в различных источниках.* По данным науки информатики в различных областях знаний дублируется от 30 до 85% данных, поэтому исследователь должен уметь оценить, проверить интересующие его сведения, сформировать к ним свое отношение, исходя из целей исследования. Дублирование нельзя расценивать лишь как недостаток. Полученную информацию, особенно новую, непривычную по прежним представлениям, необходимо проверить, подтвердить из разных источников. Это тем более важно при наличии дезинформации, которая в условиях рынка (либо по политическим соображениям) в последние годы становиться вполне реальной.

3. *Политематичность (многоплановость) информации.* Научно-технический прогресс ведет к постоянному возникновению новых научных направлений, а необходимые (нужные) сведения становится возможным получить в областях знаний, прямо не связанных с областью научной деятельности исследователя (например, работники медицины находят

необходимую информацию у инженеров, химиков, биологов; инженеры – у историков, археологов, биологов и наоборот).



Рис. 1.2. Классификация литературных источников

4. *Недостаточно четкая система классификации и кодирования информации, формализации описания литературных и иных источников,* затрудняющая поиск данных. Даже при наличии унифицированного десятичного классификатора, библиотечного классификатора и других не всегда удается выполнить четкое кодирование информации статьи, книги. В условиях рынка имеет место умышленное искажение или сокрытие научно-технических данных от свободного доступа с целью последующей продажи информационного продукта, который давно уже стал товаром на информационном рынке.

Рассмотренная выше система источников научной информации, ее характеристики свидетельствуют о том, что исследователь, особенно начинающий, находится в океане знаний, в котором он должен правильно выбрать курс. Иначе говоря, существует проблема поиска, обработки, хранения научной информации и оценки ее качества.

1.3. Методы поиска, обработки, хранения научной информации и оценка ее качества

Поиск научной информации может вестись различными методами, которые можно условно разбить на две группы: методы получения готового информационного продукта и методы моделирования (рис. 1.3). Естественно, для исследователя наибольший интерес представляют свежие данные авторитетных источников. Прежде чем начинать их поиск следует уяснить «что необходимо искать». Для этого вначале должен быть разработан план научного исследования (его замысел), позволяющий приступить к целенаправленному адресному поиску.



Рис. 1.3. Методы поиска научной информации

Начиная информационный поиск, первоначально следует решить вопрос отображения и хранения собранных данных (на магнитных носителях, в картотеке, в рабочей тетради и т.д.), в противном случае найденные сведения могут быть скоро забыты и утрачен точный смысл информации. Если сразу не зафиксировать полный адрес источника, то будет затруднен возврат к нему, если это потребуется.

Поиск готового информационного продукта рекомендуется начинать с ознакомления с информационными изданиями, которые в отличие от библиографических изданий оперируют не только сведениями о самом источнике, но и фактами, идеями, содержащимися в нем. При этом формируется область (границы) дальнейшего поиска.

Далее начинается детальное ознакомление с конкретными документами, выявленными на предыдущем этапе (монографиями, статьями, отчетами по НИР, диссертациями).

Изучение литературных источников рекомендуется проводить по следующим этапам:

- анализ содержания произведения по его оглавлению;
- просмотр публикации с целью получения общего представления о ее содержании;
- детальное изучение той части произведения, которая представляет для исследователя наибольший интерес;
- выписка из текста материалов, наиболее заинтересовавших исследователя;
- обработка полученной информации (критический анализ; редактирование; выбор цитат; «чистовая» запись материала в форме, удобной для исследования).

Следует обратить внимание на следующую рекомендацию при поиске готового информационного продукта: изучая литературные источники, необходимо просматривать библиографические списки диссертаций, монографий, обычно помещаемых в конце работы. Это важно, потому что авторы отчетов, монографий, диссертаций в ходе своего исследования уже проанализировали состояние науки и практики в данной области знания, в том числе, изучили имеющуюся литературу. По сути дела, они дают исследователю готовое «поле информации», на котором можно расставлять свои акценты.

При изучении литературных и иных источников следует собирать не любые, а только *научные факты* – элементы научного знания. Только на их основе можно выявить закономерности поведения систем, явлений; вывести законы; разработать теории.

Если точность научного факта вызывает сомнение, необходимо провести дополнительный анализ, перепроверку факта путем получения его подтверждения (либо отрицания) из других источников. При этом исследователь должен быть объективным: нельзя отбрасывать факты только потому, что они не отвечают нынешним представлениям автора; что их трудно объяснить или применить сегодня на практике. Многие новые научные факты могут быть необычными для первого восприятия, недостаточно доступно раскрытыми и объясненными читателю. История науки имеет много примеров, когда созданное новое знание или отдельные научные факты оказываются востребованными через десятилетия.

При поиске научной информации любой исследователь стремится получить достоверные сведения, а они в значительной мере зависят от достоверности источника и характера самой информации (быстро стареющие сведения могут существенно утратить достоверность, даже будучи полученными из надежного источника, но по прошествии длительного времени после его образования).

Наиболее достоверными следует считать описания изобретений, официальные издания государственных органов и организаций.

Высокой степенью достоверности обладают учебники, учебные пособия, монографии, в которых публикуются результаты научной работы коллективов, наиболее авторитетных ученых; эти издания проходят коллективное рецензирование и экспертизу ученых советов, кафедр, научных подразделений.

Менее достоверными источниками в этой связи следует считать научные статьи, доклады на конференциях, симпозиумах. В них авторы могут выражать не только коллективное, но и свое личное субъективное мнение, которое, естественно, может быть ошибочным. Тем не менее, подобные источники нельзя игнорировать; более того, оперативность и свежесть содержащихся в них сведений всегда привлекала, и будет привлекать научных работников. Но эти источники следует относить к той или иной группе, информацию которых необходимо перепроверять. Если статья или доклад наряду с самим научным фактом содержит строгое обоснование, доказательство его содержания, то такая информация, факт и сам источник, безусловно, являются достоверными.

Особую ценность имеют научно-технические статьи, в которых излагаются результаты завершенных исследований и приводятся сведения об их реализации, внедрении в практику, полученном при этом экономическом или производственном эффекте. Такие публикации обладают не только достоверностью фактов, положений, но и представляют большой научный и практический интерес.

Статьи о результатах незаконченных исследований и информационные статьи имеют меньшую значимость, так как содержат лишь гипотезы, концепции, идеи, предложения постановочного характера, не имеющие строгого обоснования и подтверждения достоверности. Они могут быть приняты к сведению с последующим продолжением поиска новых данных в порядке развития работы авторов статьи, доклада.

Достоверность научной информации во многом связана не столько с характером ее источника, сколько с профессиональным и научным авторитетом ее автора, авторского коллектива. Поэтому, организуя информационный поиск, исследователь должен, в первую очередь, изучить труды наиболее известных ученых – признанных авторитетов в науке и практике.

Все вышеизложенное касается поиска готового информационного продукта. В научной работе такого рода данные не всегда возможно получить. Подобная информация может быть получена *методом моделирования*.

Понятие моделирования как метода научного познания рассмотрено в разделе 1.1. Для получения научной информации может применяться весь арсенал моделей: идеальные или абстрактные (мысленные, логические, математические, аналоговые) и реальные или предметные (физические, натурные, вещественные и др.).

Прямое моделирование чаще всего осуществляется с применением математических, натурных и физических моделей.

Рассмотрим методы поиска информации. Информация поступает к исследователю в различной форме и не всегда является удобной для использования в выполняемой им работе. При этом она должна быть обработана и приведена к соответствующему виду.

Методы обработки научной информации многообразны. Они исходят из того, что получаемые исследователем сведения могут в дальнейшем использоваться прямо или косвенно (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Методы обработки научной информации

Цитирование является наиболее распространенным методом обработки литературных источников, позволяющим использовать в научной работе заимствованные результаты исследований других авторов в их оригинальном виде без искажений и комментариев.

Цитаты обязательно берутся в кавычки, после которых делается ссылка на первоисточник и страницу (нередко авторы ограничиваются лишь ссылкой на первоисточник – автора, название работы, города и года издания или указанием номера первоисточника в перечне литературы). Цитаты позволяют исследователю подтвердить свою точку зрения, идею, гипотезу, равно как отвергнуть то или иное утверждение; построить систему доказательств. На основе цитат можно развивать собственную мысль, анализируя их содержание, синтезируя факты, идеи и взгляды других авторов.

Группировка – метод обработки информации, заключающийся в рассмотрении многочисленных сведений по группам, разделам, классам данных, построенным по определенным признакам (критериям). При этом признаки могут быть различными. Например, автор высказал идею, гипотезу и хочет подтвердить ее, зная, что у ряда авторов он получит поддержку, а некоторые будут возражать. Поэтому, анализируя труды специалистов данной отрасли знаний, автор может разделить полученную в них информацию на две группы: высказывания «за» (т.е. в поддержку своей идеи) и «против». При этом в каждую группу он может заносить цитаты, факты и цифры со своим комментарием и т.п.

Классификация данных как метод обработки информации имеет общее с группировкой, так как основан на разбиении сведений на классы и группы.

Однако классификация – это не простая группировка, а построение строгой иерархической системы разделения информации по принципу «от общего к частному» или наоборот (т.е. на принципах анализа и синтеза). Примером классификации информации являются информационные системы УДК и ББК, о которых уже упоминалось ранее.

УДК состоит из основной и вспомогательной таблиц. Основная таблица содержит понятия и соответствующие им индексы, с помощью которых систематизируют человеческие знания. Первый ряд делений основной таблицы УДК имеет следующие классы: 0 – *Общий отдел. Наука. Организация. Умственная деятельность. Знаки и символы. Документы и публикации;* 1 – *Философия;* 2 – *Религия;* 3 – *Экономика. Труд. Право;* 4 – С*вободен с 1961 года;* 5 – *Математика. Естественные науки;* 6 – *Прикладные науки. Медицина. Техника;* 7 – *Искусство. Прикладное искусство. Фотография. Музыка;* 8 – *Языкознание. Филология. Художественная литература. Литературоведение;* 9 – *Краеведение. География. Биография. История*. При этом каждый из классов разделен на десять разделов, которые, в свою очередь, подразделяются на десять более мелких подразделов и т.д. Например, 5 – *Математика. Естественные науки;* 53 – *Физика;* 536 – *Термодинамика* и т.д.

Классификация научной информации может осуществляться по различным критериям и на разную глубину. В рассмотренном выше примере информация, сгруппированная по признаку «за» и «против», может быть классифицирована по схеме, представленной на рис. 1.5.



Рис. 1.5. Вариант классификации информации для подготовки к защите научной гипотезы

Подобная классификация позволит автору не только выявить единомышленников на основе изучения их трудов, но и уяснить логику противников, подготовить выводы к дискуссии с ними.

Необходимо отметить, что рассмотренные методы ориентированы на прямое использование собранных данных. Однако это не всегда возможно (либо нецелесообразно).

Допустим, для подтверждения какого-либо факта, суждения имеется несколько источников, из которых исследователь выписал цитаты, сгруппировав их в своем банке данных. Цитаты громоздки, имеют некоторые противоречия, и в тексте своей работы автор должен кратко отразить свое резюме. Для этого необходимо провести редактирование информации.

Редактирование применяется в случаях, когда необходимо в нескольких фразах сформулировать мысль, аккумулирующую данные нескольких источников, либо, когда цитата первоисточника громоздка, и ее удобнее изложить в сжатом виде.

Агрегирование данных предполагает соединение двух и более разнотипных банков данных в интересах выполнения исследования в целом или его раздела.

Преобразование информации в новую форму характерно для обеспечения экспериментальных исследований. Так, например чтобы получить прочностные характеристики конструкции, и ее отдельных элементов, исследователь может использовать данные электрических или иных датчиков и измерительных устройств. Поскольку между величиной прогиба балки (плотностью дорожной конструкции) и силой электрического сигнала от датчика существует связь, то первичной является информация в форме электрического сигнала, которая преобразуется по определенному правилу в информацию в физических единицах (в см или мм прогиба, удлинения от нагревания; в кг/см^2 прочности, в г/см^3 плотности и т.п.). Преобразование данных наиболее характерно в автоматизированных информационных системах. Здесь к форме и содержанию данных предъявляются четкие требования унификации информации, которые воспринимаются техническими средствами.

После поиска информации и соответствующей ее обработки возникает проблема *хранения данных*. При этом исследователь должен решить несколько вопросов:

- как долго должна храниться информация (нужна ли она только для промежуточного этапа исследования или к ней будут возвращаться многократно, она может использоваться в первоначальном виде или будет преобразована и сохраняться в новой форме);
- на каких носителях следует хранить данные;
- следует ли хранить данные открытым доступом, либо в силу конфиденциальности к ним должен быть санкционированный доступ.

Сроки хранения определяются содержанием информации (нормативные документы, сведения фундаментального характера хранятся дольше), скоростью ее старения (быстро стареющие данные, как правило, часто обновляются), видом научного исследования, в интересах которого информация систематизируется (старые сведения следует хранить постоянно, так как они позволяют установить тенденции развития систем, общества от прошлого к будущему).

В науке не существует строгих правил расчета сроков хранения данных. Здесь весьма сильное влияние оказывают субъективные факторы, например опыт и стиль работы исследователя, уровень его информированности и др.

Рассмотренные источники научной информации, а также методы поиска, накопления, обработки и хранения прямо или косвенно связаны с проблемой ее качества. При этом исследователю необходимы не любые сведения, а только те из них, которые заслуживают доверия и имеют в некотором смысле достаточный уровень качества.

Под *качеством информации* в общем смысле понимают набор свойств, достоинств, степеней пригодности полученных данных для решения задач, в интересах которых она добывалась. Существуют синонимы этого термина – «*эффективность информации*» и «*ценность информации*».

Единого подхода к качеству информации сегодня не существует. Критерии качества также строго не определены, а некоторые из них трудно измерить, поскольку рассчитать «вероятность достижения цели научного исследования после получения информации» практически невозможно.

Анализ отечественной и зарубежной литературы позволяют выделить признаки качества информации, представленные на рис. 1.6. Некоторые из этих признаков могут быть измерены количественно, а другие имеют лишь качественную меру (т.е. в форме «да» или «нет» либо «лучше» или «хуже»).



Рис. 1.6. Признаки качества информации

Естественно, что для исследования представляют интерес новые факты, но новизна информации не всегда очевидна. С одной стороны, исследователь может признать информацию новой для себя, в то время как она могла быть ранее опубликована, о чем он мог не знать. С другой стороны, новизна может быть не видна читателю из-за недостаточного опыта информационного поиска либо по соображениям закрытости информации или языкового барьера (например, информация могла быть ранее опубликована в иностранных источниках). Поэтому даже первые неявные признаки новизны полученных данных должны обострить внимание исследователя и сделать их объектом более глубокого изучения и анализа.

С позиций новизны наибольший интерес приобретают сведения, которые содержат дипломы на открытия и патенты на изобретения, полезные модели и промышленные образцы, выданные Федеральным институтом промышленной собственности (Роспатент). Кроме того, довольно высокой степенью новизны

обладают доклады на всероссийских и международных конференциях и симпозиумах; информационные карты на новые материалы, включенные в государственный банк данных.

Достаточность информации (*или полнота информации*) характеризует объем сведений, необходимых для выполнения исследования или его раздела. Требование достаточности заставляет исследователя изучать множество источников для полноты представления исследуемого вопроса.

Измерить достаточность информации количественной мерой не всегда представляется возможным, хотя в частных случаях эта мера существует. Эту меру называют *уровнем достаточности* $У_д$ или *степенью полноты информации*. Она может быть определена из отношения

$$У_д = \frac{\sum_{i=1}^{n} И_{iФ}}{\sum_{i=1}^{n} И_{iТ}}, \qquad (1.1)$$

где $И_{iФ}$, $И_{iТ}$ – соответственно фактическое и требуемое количество информации i-го вида;

n – количество видов информации.

Показатель достаточности информации имеет количественную меру в экспериментальных исследователях, когда для научного заключения требуется проведение заранее рассчитанного числа испытаний $N_Т$. Фактическое число испытаний $N_Ф$ может быть больше, равно либо меньше требуемого (высокая стоимость либо техническая сложность могут не позволить проведение большого количества испытаний).

Достоверность информации, полученной в результате $N_Ф$ опытов, может быть оценена по зависимости

$$У_д = \frac{N_Ф}{N_Т}. \qquad (1.2)$$

Зависимости (1.1) и (1.2) позволяют утверждать, что достоверность информации может изменяться от 0 до 1 и даже превышать единицу (например, число реально проведенных испытаний оказалось выше расчетного).

Достаточность (полнота) информации характеризует лишь количественную сторону информационного обеспечения, научного исследования. При этом не менее важно иметь также качественную оценку сведений, т.е. знать ее достоверность.

Достоверность информации – признак ее обоснованности и истинности. В эксперименте – это степень подтверждения теории практикой.

В публикуемых и непубликуемых источниках (особенно в диссертациях и отчетах) нередко встречаются сведения, формулы, рекомендации, не обоснованные экспериментально или математически. Хотя подобную информацию исключить нельзя, она требует подтверждения. Исследователь должен помнить, что простая перепечатка ложной информации из других источников (даже со ссылкой на них) не снимает с него ответственности за достоверность и обоснованность сделанных рекомендаций.

В силу многообразия видов информации и источников ее получения единой методики оценки уровня (степени) достоверности научных данных, как и оценки уровня ее достаточности, не существует. При этом можно рекомендовать лишь частные методы.

Достоверность сведений, полученных в ходе теоретических или экспериментальных исследований, можно оценить по показателю (величине) расхождения данных

$$\Delta = x_{т} - \bar{x}_{э} \to \min, \tag{1.3}$$

где $x_{т}, \bar{x}_{э}$ – теоретически обоснованное значение параметра x и математическое ожидание этого параметра, рассчитанное по данным эксперимента.

Представляет интерес методика оценки достоверности теоретических данных, при этом $x_{т}$ считается достоверным, если выполняется условие

$$\bar{x}_{э} - \sigma_{x} < x_{т} < \bar{x}_{э} + \sigma_{x}, \tag{1.4}$$

где σ_{x} – среднеквадратическое отклонение величины x, рассчитанное по экспериментальным данным.

Возможен иной переход к измерению достоверности информации, связанный со скоростью ее старения. Известно, что наиболее достоверна та информация, которая только что составлена. После этого она сразу же начинает стареть (рис. 1.7). Наибольшей стабильностью обладают данные фундаментальных знаний. При этом менее стабильна нормативно-правовая информация, так как положения по организации исследований могут изменяться и уточняться. Самой динамичной является информация о ходе выполнения теоретических и экспериментальных исследований.



Рис. 1.7. Темпы старения информации

В литературе приводятся следующие уровни достоверности информации (для исследований, выполняемых в условиях неполной определенности):

- нормативный средний уровень, соответствующий уровню достоверности $У_д = 50\%$;
- предельно допустимый уровень $У_д = 30\%$.

Эти значения приведены с позиции логики и здравого смысла и строгого обоснования они не имеют. Поэтому данная информация должна рассматриваться как ориентированная, требующая проверки.

Отсюда возникает необходимость периодического обновления информации. Период $t_{пр}$, в течение которого информация считается пригодной для исследователя, определяется по формуле:

$$t_{пр} = t_{стар} - t_{пд}, \quad (1.5)$$

где $t_{стар}$ – время старения данных до достижения среднего уровня достоверности;

$t_{пд}$ – время подготовки новых данных.

Величина $t_{пд}$ слагается из времени формирования новых данных $t_{подг}$ и их передачи адресату $t_{пер}$. Реализацию подхода к определению периодичности обновления данных покажем на примере.

Пример 1.1. Вычислить периодичность обновления информации о ходе выполнения программы эксперимента, рассчитанной на 48 сут., если время на составление и представление донесения составляет 1 сут.

Решение. Скорость старения информации соответствует темпу выполнения экспериментальных работ (рис. 1.8, линия *ab*). Проекция точки *C* на ось абсцисс (ось времени *T*) позволяет установить время старения информации до уровня достоверности 50% ($t_{стар}$ = 26 сут.). При $t_{подг}$ = 1 сут. время пригодности информации составит $t_{пр}$ = (26 – 1) = 25 сут. Следовательно, за период проведения эксперимента данные о его ходе придется менять минимум 2 раза, через 24–25 сут., что составляет предельный срок обновления данных.

Руководитель темы может сократить этот срок. С учетом двух выходных в неделю он может потребовать докладов о ходе эксперимента к исходу пятницы каждой недели, т.е. через 5 дней. В этом случае периодичность обмена сократиться в 5 раз, а достоверность информации не будет снижаться ниже 90% (см. рис. 1.8, линия *dke*).

Рассмотренный пример позволяет уяснить смысл следующего признака качества информации – *своевременности представления данных*. При этом задержка уже составленной информации неизбежно приводит к потере ее ценности (достоверности). Это особенно остро проявляется в публикациях. Так, представленная в журналах статья (или выпущенная издательством монография) может быть опубликована через несколько месяцев и даже через несколько лет; после ее выхода в свет научная значимость публикации будет в значительной степени утрачена, так как материал может устареть. Поэтому наибольшей ценностью с позиций «свежести» данных обладают доклады на научных конференциях, симпозиумах и семинарах.

Последним из представленных на рис. 1.6 признаков ценности информации является ее *стоимость* или *экономичность*.

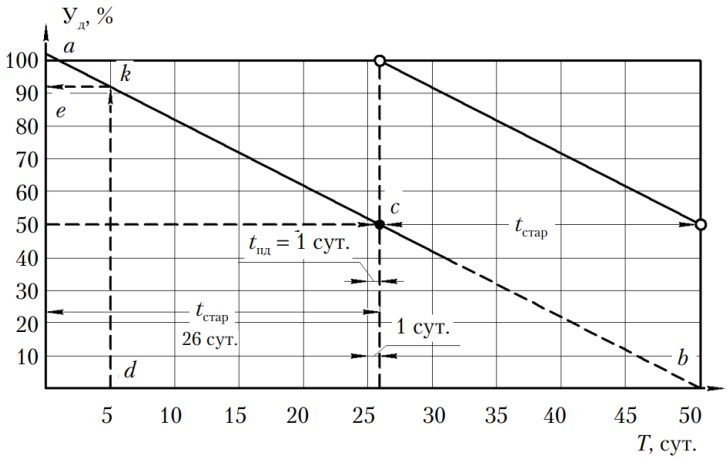


Рис. 1.8. Пример расчета величины $t_{стар}$

В современных условиях информационный продукт (базы данных, программные средства, печатная продукция и т.п.) прочно занял свое место в ряду товара на рынке научно-технической продукции. При этом отмечается рост стоимости многих источников информации, равно как и стоимости многих видов информационных продуктов и цифровых инструментов. При планировании научного исследования и определении затрат на его выполнение необходимо учитывать фактор стоимости информации.

Рассмотренные признаки ценности информации позволяют утверждать, что ее качество является понятием комплексным. Если обозначить ценность информации как ЦИ, новизну – Н, полноту или достаточность – П, своевременность – С, достоверность – Д, экономичность или стоимость – Э, то можно записать зависимость для оценки качества информации:

$$\text{ЦИ} = \alpha_н Н^н + \alpha_п П^н + \alpha_д Д^н + \frac{\alpha_с}{С^н} + \frac{\alpha_э}{Э^н} \to \max, \qquad (1.6)$$

где $\alpha_н$, $\alpha_п$, $\alpha_д$, $\alpha_с$, $\alpha_э$ – коэффициенты значимости (весовые коэффициенты) признаков Н, П, Д, С и Э.

В данной зависимости все признаки нормированы, т.е. приняты в долях единицы. Нормирование необходимо для приведения разноразмерных показателей к единому безразмерному показателю. В выражении (1.6) признаки Н, П и Д максимизируются, а признаки С и Э стремятся к минимуму, поэтому для выполнения условия ЦИ → max два последних признака (С и Э) записаны в виде дроби.

Проиллюстрируем порядок оценки качества информации на конкретном примере.

Пример 1.2. В ходе выполнения научно-исследовательской работы стало известно о принятии новых нормативно-справочных материалов с

одновременной отменой существующих. При этом информацию о содержании новых норм можно получить из следующих источников:

- из сборников стоимостью 5 000 руб. за комплект, содержащих полный набор норм и появляющихся в продаже через 10 дней;
- из оптического носителя информации в виде компакт-диска стоимостью 800 руб., который может быть поставлен через четыре дня, но отражает лишь 80% содержания нормативных сборников.

Требуется оценить, какой из источников является предпочтительнее, т.е. какая информация в данный момент имеет бóльшую ценность, если она должна быть получена как можно быстрее и в наиболее полном виде.

Решение. Поскольку оба источника содержат информацию одинаковой степени новизны и достоверности, показатели Н и Д в расчете не учитываем. Тогда целевая функция (1.6) примет вид

$$\text{ЦИ} = \alpha_{\text{п}}\text{П}^{\text{н}} + \frac{\alpha_{\text{с}}}{\text{С}^{\text{н}}} + \frac{\alpha_{\text{э}}}{\text{Э}^{\text{н}}} \to \max. \qquad (1.7)$$

Исходя из условия примера, можно записать отношение порядка значимости признаков: П = С > Э. Проведем сравнение каждого признака со всеми другими признаками в табличной форме (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Матрица расчета α_i

Признаки	П	С	Э	$\sum\beta_i$	α_i
П	–	2	3	5	5/12 = 0,42 ($\alpha_{\text{п}}$)
С	2	–	3	5	5/12 = 0,42 ($\alpha_{\text{с}}$)
Э	1	1	–	2	2/12 = 0,16 ($\alpha_{\text{э}}$)

$$\sum_{1}^{3}\sum_{1}^{3}\beta_{ij} = 12 \qquad \sum\alpha_i = 1{,}0$$

Первая строка матрицы отображает сравнение первого варианта со всеми остальными. В клетку «ПС» записываем цифру 2, так как П = С, в клетку «ПЭ» ставим цифру 3, поскольку П > Э. Вторая строка матрицы показывает сравнение С со всеми другими вариантами. Так, в клетку «СП» должна быть поставлена цифра 2 (аналогично клетке «ПС», так как С равноценно П), в клетку «СЭ» – цифра 3 (С > Э). Аналогично заполняем остальные строки матрицы.

Суммируя значения β_{ij} ($i \neq j$) по строке, получим количество баллов значимости признаков. Сложив полученные значения $\sum\beta_i$ по всем строкам, получим сумму баллов всех ненулевых клеток:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\beta_{ij}, (n = m).$$

Пользуясь методикой расчета весовых коэффициентов критериев, определим значения $\alpha_{\text{п}}$, $\alpha_{\text{с}}$ и $\alpha_{\text{э}}$ по формуле:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{i=1}^{n}\beta_i}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\beta_{ij}}.$$

Результаты расчетов сведены в табл. 1.1.Далее вычислим нормированные значения признаков с помощью табл. 1.2, приняв в качестве предельных наибольшее значение каждого из признаков.

Таблица 1.2. Матрица расчета нормированных значений признаков

Признаки	Предельные значения	Фактические значения		Нормированные значения	
		Первый вариант	Второй вариант	Первый вариант	Второй вариант
П	100%	100	80	100/100 = 1,0	80/100 = 0,80
С	10 дней	10	4	10/10 = 1,0	4/10 = 0,40
Э	5000 руб.	5000	800	5000/5000 = 1,0	800/5000 = 0,16

Используя выражение (1.7), с учетом данных табл. 1.1 и 1.2 определим ценность информации обоих источников.

Источник информации № 1:

$$\text{ЦИ}_1 = 0{,}42 \cdot 1{,}0 + \frac{0{,}42}{1{,}0} + \frac{0{,}16}{1{,}0} = 1{,}00.$$

Источник информации № 2:

$$\text{ЦИ}_2 = 0{,}42 \cdot 0{,}8 + \frac{0{,}42}{0{,}40} + \frac{0{,}16}{0{,}16} = 2{,}38.$$

В результате выполненных расчетов установлено, что ЦИ_2 больше, чем ЦИ_1. Следовательно, информация второго источника является более ценной для проведения исследований.

1.4. Особенности выполнения теоретических исследований

Теория (от греч. *theoria* – рассмотрение, исследование) – упорядоченная и обоснованная система основных идей в той или иной отрасли знания; форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности. Критерием истинности и основой развития теории является практика. Это определение дополняется менее строгим понятием «теории» как совокупности методов, моделей, научных принципов, идей, обобщающих практический опыт и отражающих закономерности природы, общества, мышления. Примерами могут служить: теория систем, теория вероятностей, теория относительности и т.д.

Проведение теоретических исследований может инициироваться как потребностями практики, так и самой науки (рис. 1.9).

Первая ситуация (рис. 1.9, *а*) возникает тогда, когда появляется новый вид практической деятельности, в области которой научное знание отсутствует.

Во второй ситуации (рис. 1.9, *б*) новое исследование побуждается необходимостью совершенствования и развития существующих знаний, т.е. оно проводится исходя из потребностей теории и в интересах теории. Так, например теория полетов в авиации потребовала необходимости развития теории вероятностей, в частности, ее специальных разделов.

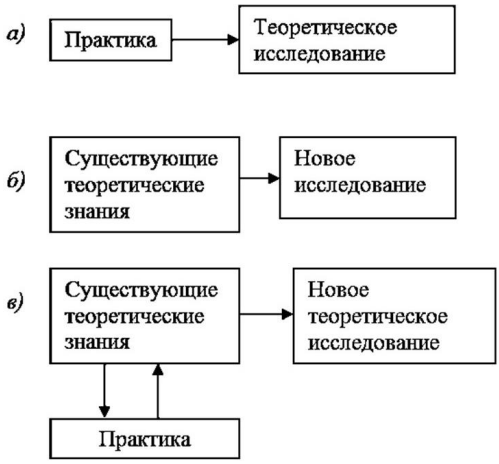


Рис. 1.9. Ситуации, инициирующие проведение теоретических исследований

Третья ситуация (рис. 1.9, *в*) наиболее характерна для отраслевых наук, где теоретические и экспериментальные исследования имеют четкую ориентацию на обслуживание практики.

Рассмотренные выше ситуации позволяют сформулировать *первую особенность теоретического исследования* – его конечным результатом является научная продукция (методы, модели, идеи, научные концепции, принципы и т.д.). Естественно, они должны удовлетворять определенным требованиям научной новизны, обоснованности, полноты, т.е. представлять научную ценность. Однако научная продукция может и не являться абсолютно новой. Так, например полученные модели, методы или идеи могут основываться на уже известных аналогах, но представлять собой их дальнейшее развитие или совершенствование.

Вторая особенность состоит в том, что теоретическое исследование является процессом творческим. В ходе творческого процесса исследователь может подвергать сомнению и опровергать существующие научные знания, заменяя их новыми; углублять, приводить более полные объяснения и доказательства; анализировать и обобщать экспериментальные данные.

Третья особенность теоретического исследования связана с необходимость иметь исходную научную гипотезу (научное предвидение), которая впоследствии должна быть подтверждена или опровергнута либо подвержена корректировке.

Творческий процесс теоретического исследования можно представить рядом последовательных этапов или стадий (рис. 1.10). При этом последовательность этапов может несколько изменяться, например формулирование гипотезы может осуществляться после анализа состояния науки и практики в области исследования.



Рис. 1.10.Этапы проведения теоретического исследования

Из рис. 1.10 следует, что теоретическое исследование не всегда дает однозначный результат. Анализируя существующие знания, оно может поставить в ряд уже имеющихся знаний свое новое положение, не отвергая при этом имеющиеся методы, модели, идеи.

Четвертая особенность теоретического исследования заключается в том, что его результат зачастую непредсказуем или трудно предсказуем. Эта особенность в первую очередь характерна для поисковых научных работ, когда результат может оказаться неожиданным и нелогичным на первый взгляд. Только через определенное время, многократно обращаясь к этому результату, к исследователю приходит осознание его правильности.

Пятая особенность – реальный объект теоретического исследования может быть не доступен исследователю для непосредственного изучения и анализа. Теоретическое исследование такого рода имеет целью описать этот объект и его поведение с помощью абстрактных моделей, математических зависимостей и на их основе обосновать, подтвердить свойства объекта, его признаки и законы поведения.

Шестая особенность заключена в том, что для теоретического исследования одинаково неблагоприятны и новизна темы, и ее глубокая разработанность. Здесь открывается поле для оригинальных и неожиданных решений. При этом решающую роль играет научная интуиция – способность достижения истины путем непосредственного ее участия, без обоснования с помощью доказательств. Так или иначе, роль интуиции в новых поисковых исследованиях весьма велика, а их успех и эффективность во многом зависят не столько от затрат, сколько от подготовки, кругозора, опыта и целеустремленности исследователей, их умения применять современные методы исследования.

Целью теоретических исследований является выделение в процессе синтеза знаний существенных связей между исследуемым объектом и окружающей средой, объяснение и обобщение результатов эмпирического исследования, выявление общих закономерностей и их формализация.

Теоретическое исследование завершается формированием теории, не обязательно связанной с построением ее математического аппарата. Теория проходит в своем развитии различные стадии от качественного объяснения и количественного измерения процессов до их формализации и в зависимости от стадии может быть представлена как в виде качественных правил, так и в виде математических уравнений (соотношений).

Задачами теоретических исследований являются:

- обобщение результатов исследования, установление общих закономерностей путем обработки и интерпретации опытных данных;
- расширение результатов исследования на ряд подобных объектов без повторения всего объема исследований;
- изучение объекта, недоступного для непосредственного исследования;
- повышение надежности экспериментального исследования объекта (обоснование параметров и условий наблюдения, точности измерений).

Решение теоретических задач должно носить творческий характер. Творческие решения часто не укладываются в заранее намеченные планы. Иногда оригинальные решения появляются «внезапно», после, казалось бы, длительных и бесплодных попыток. Часто удачные решения возникают у специалистов смежных областей знания, на которых не давит груз известных решений. Творческие решения представляют, по существу, разрыв привычных представлений и взгляд на явления с другой точки зрения. Следует особо подчеркнуть, что собственные творческие мысли (оригинальные решения) возникают тем чаще, чем больше сил, труда и времени затрачивается на постоянное обдумывание путей решения теоретической задачи, чем глубже научный работник увлечен научно-исследовательской работой.

В теоретическом исследовании может использоваться практически весь арсенал общенаучных методов: индукция и дедукция; анализ и синтез, абстрагирование и формализация; моделирование и др. При разработке теорий наряду с вышеизложенными методами немаловажную роль играют логические методы и правила, носящие нормативный характер. Специальными принципами построения теорий служат также принципы формирования аксиоматических теорий, критерии непротиворечивости, полноты и независимости систем аксиом, гипотез и др.

1.5. Методика планирования экспериментальных исследований

Независимо от вида эксперимента исследователь должен определить основные правила и приемы, которыми он будет пользоваться. Иначе говоря, узловым моментом исследования является выбор метода проведения эксперимента. Методы проведения эксперимента разнообразны и зависят от его целей. При этом наиболее распространены натурные методы, моделирование,

экспертные и аналоговые методы.

Натурные методы основаны на изучении поведения объекта в заранее оговоренных условиях. Они предполагают определенные правила подготовки объекта (построение нового, либо использование эксплуатируемого объекта, установка датчиков и т.п.), приемы проведения и фиксации измерений; способы обработки и представления экспериментальных данных, способы измерения условий работы исследуемого объекта и т.п. Все эти вопросы решаются при планировании эксперимента.

Моделирование – один из наиболее важных и распространенных методов экспериментальных исследований, применяемых в подавляющем большинстве видов экспериментов (поисковых, контролирующих, лабораторных и полевых, технических и техногенных; однофакторных и многофакторных и др.). Независимо от класса моделей основными правилами метода являются:

- построение модели и оценка ее адекватности (соответствия модели реальному объекту или процессу);
- разработка алгоритма процесса моделирования;
- создание механизма измерения входных и выходных параметров модели, внешних и внутренних факторов, оказывающих воздействие на модель;
- выбор (создание) правил оценки и обработки результатов, формулирования выводов.

Независимо от вида модели главной проблемой метода остается проблема адекватности модели. Чем точнее модель отображает оригинал, тем эффективнее применение метода.

Экспертные методы наиболее распространены в социальных, психологических и им подобным экспериментах. Они основаны на подборе экспертов-специалистов в области исследования; формулировании вопросов, на которые они должны ответить; обобщении итогов опроса и их математической обработки по специальной стандартной методике.

Следует отметить, что эксперимент должен быть заранее продуман, определены его цели, рассчитаны требуемые ресурсы (прежде всего средства измерения и контроля), намечены этапы эксперимента и решены другие вопросы, без которых исследование может оказаться менее эффективным. Все эти вопросы отрабатываются на стадии планирования эксперимента.

Планирование эксперимента – это процедура выбора числа опытов и условий их проведения, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью. Задачи, которые исследователь ставит при планировании эксперимента, могут быть разнообразными.

Перечислим некоторые из них.

1. Определение оптимальных (или допустимых) условий эксплуатации машины (механизма, прибора, установки).
2. Построение интерполяционных зависимостей.
3. Проверка теоретических положений с целью подтверждения их истинности.
4. Проверка, либо уточнение констант математических, кибернетических, либо иных моделей и др.

Приступая к планированию эксперимента, исследователю необходимо учитывать следующие обстоятельства:

- число опытов должно быть минимальным, так как большое число опытов усложняет процедуру эксперимента и увеличивает его стоимость. Однако сокращение числа опытов не должно пойти в ущерб точности результата;
- необходимо четко определить совокупность факторов, влияющих на изучаемый в ходе эксперимента объект (процесс, явление). Обычно таких факторов бывает много, поэтому их следует проранжировать и выявить главные, а не существенные можно исключить;
- одновременное варьирование всеми переменными (факторами), оказывающими влияние на исследуемый процесс, должно рассматриваться как непременное условие корректности эксперимента. При этом желательно, чтобы в сочетании факторов учитывалась их относительная значимость («вес» факторов);
- многие действия экспериментатора могут быть формализованы с использованием моделей (прежде всего математических). При этом адекватность моделей должна быть проверена и оценена;
- серии экспериментов должны анализироваться после завершения каждой из них перед переходом к последующей серии. Для этого должна быть разработана четкая стратегия эксперимента и алгоритм ее реализации.

Перед каждым экспериментом составляется его план или программа. Разработка плана эксперимента является ответственным этапом исследования. Его содержание определяется видом эксперимента, но независимо от него план проведения эксперимента должен включать:

- наименование темы исследования, цель и задачи эксперимента;
- условия проведения эксперимента и выбор варьируемых факторов;
- методику проведения исследования;
- обоснование количества опытов (объема эксперимента);
- порядок реализации опытов и определение последовательности изменения факторов;
- выбор шага изменения факторов, задание интервалов между будущими экспериментальными точками;
- средства и методику проведения измерений;
- материальное обеспечение эксперимента (перечень приборов, установок, материалов);
- методику обработки и анализа экспериментальных данных;
- календарный план проведения испытаний, в котором указываются сроки их выполнения и исполнители;
- смету расходов.

Цель и задачи эксперимента являются исходным пунктом плана. Они формулируются на основе анализа научной гипотезы и теоретических результатов собственного исследования, либо исследований других авторов.

Цель определяет конечный результат эксперимента, т.е. «что исследователь должен получить в итоге» (например, подтвердить правильность научной гипотезы; проверить на практике адекватность, работоспособность и

практическую пригодность моделей и методик; определить оптимальные условия осуществления технологического процесса и т.п.).

Задачи эксперимента определяют частные цели, с помощью которых может быть достигнута конечная цель, либо пути ее достижения. В последней формулировке цели задачами эксперимента могут быть: определение оптимальных показателей температуры и давления при изготовлении конструкции; установление оптимального соотношения исходных материалов; обоснование скорости протекания технологического процесса и др.

Естественно, что от постановки цели и задач эксперимента будут зависеть остальные показатели плана его проведения: средства измерения; количество опытов; сроки, стоимость их проведения и т.п. При этом рекомендуется формулировать 3–4 задачи эксперимента (максимально допустимое их число не должно превышать 8–10).

При планировании эксперимента важно правильно сформулировать условия его проведения и варьируемые факторы.

В разных условиях одни и те же цели потребуют разных затрат, средств и методов измерения, времени эксперимента, отразятся на методике его проведения. Очевидно, что все вышеназванные пункты плана будут различными в условиях лабораторного, полевого и производственного экспериментов.

Цели и условия исследования определяют варьируемые факторы в многофакторном эксперименте. Фактор (от лат. *factor* – делающий, производящий) трактуется как причина, движущая сила какого-либо процесса, явления, определяющая его характер или отдельные его черты.

Естественно, что влияние факторов на результат эксперимента неодинаково, поэтому их надо ранжировать по силе влияния. В литературе можно встретить рекомендации по разделению факторов на основные и второстепенные, но и те и другие тоже неоднородны внутри себя. Поэтому правильнее было бы разделять факторы на «значимые» (и проранжировать их) и «несущественные», которыми можно пренебречь.

Значимость факторов может быть определена опытным или аналитическим путем. Первый путь основан на проведении эксперимента с учетом всех варьируемых факторов, при этом один из факторов изменяется, а остальные остаются неизменными. При этом те факторы, изменение которых сильнее отражается на конечном результате, считаются более важными и наоборот. Если факторов много, то тот путь малоэффективен. В таком случае используют второй путь – аналитический, основанный на методах факторного анализа. Если факторы зависимы, то их можно рассчитать на основе метода топологической декомпозиции и структуры. Покажем суть этого метода на конкретном примере.

Пример 1.3. Допустим, на конечную цель эксперимента $Ц_э$ влияют четыре фактора: $Ф_1$, $Ф_2$, $Ф_3$, $Ф_4$. Их влияние на $Ц_э$ показано сплошными линиями, а взаимозависимость – пунктирными (рис. 1.11). Требуется определить и оценить факторы, оказывающие наибольшее влияние на цель эксперимента $Ц_э$.

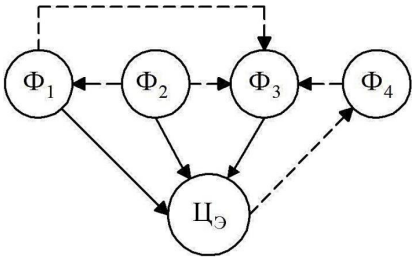


Рис. 1.11. Взаимосвязь факторов и их влияние на цель эксперимента

Решение. Задача определения рангов факторов сводиться к выделению наиболее связной части графа и решается поэтапно.

На первом этапе определяются «достижимые множества» для каждой вершины графа, т.е. для каждого фактора. При этом достижимыми множествами для каждой вершины i считаются множества других вершин $R(i)$, в которых имеются замкнутые пути из вершины i:

$$R(i) = (i)\ UG^{-1}(i)\ UG^{-2}(i)\ U\ \ldots\ UG^{-p}(i), \qquad (1.8)$$

где $G^{-1}(i)$ – непосредственный путь в i;
$G^{-2}(i)$ – путь через один элемент;
$G^{-3}(i)$ – путь через два промежуточных элемента;
$G^{-p}(i)$ – множество вершин, достижимых из вершины i с использованием путей длиной p.

Для графа (см. рис. 1.11) «достижимые множества» имеют вид

$$R(Ц_э) = \{Ф_4; Ф_3; Ц_э\}, \qquad (1.9)$$

т.е. из вершины $Ц_э$ можно непосредственно попасть в вершину $Ф_4$, из нее – в вершину $Ф_3$, а из $Ф_3$ имеется путь в $Ц_э$:

$$\begin{aligned} R(Ф_1) &= \{Ц_э; Ф_1; Ф_4\}; \\ R(Ф_2) &= \{Ц_э; Ф_1; Ф_3; Ф_4\}; \\ R(Ф_3) &= \{Ц_э; Ф_4; Ф_3\}; \\ R(Ф_4) &= \{Ц_э; Ф_3;\ Ф_4\}. \end{aligned} \qquad (1.10)$$

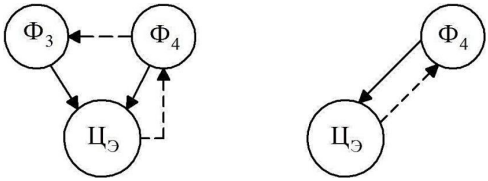
На втором этапе определяются *«контрдостижимые множества»* $Q(j)$, каждое из которых включает все вершины, имеющие путь в вершину j. Для анализируемого графа они имеют вид

$$\begin{aligned} Q(Ц_э) &= \{Ф_1; Ф_2; Ф_3; Ф_4; Ц_э\}; \\ Q(Ф_1) &= \{Ф_2\}; \\ Q(Ф_2) &= \{\otimes\}; \\ Q(Ф_3) &= \{Ф_1; Ф_2; Ф_4; Ц_э\}; \\ Q(Ф_4) &= \{Ц_э; Ф_1; Ф_2; Ф_3; Ф_4\}. \end{aligned} \qquad (1.11)$$

На третьем этапе с учетом $R(i)$ и $Q(j)$ определяются наиболее существенные вершины графа, составляющие связанный граф $G(i) = R(i) \prod Q(j)$:

$$G(Ц_э) = \{Ф_4; Ф_3; Ц_э\} \prod \{Ф_1; Ф_2; Ф_4; Ц_э\};$$
$$G(Ф_1) = \{Ц_э; Ф_3; Ф_4\} \prod \{Ф_2\};$$
$$G(Ф_2) = \{Ц_э; Ф_1; Ф_3; Ф_4\} \prod \{\otimes\}; \quad (1.12)$$
$$G(Ф_3) = \{Ц_э; Ф_3; Ф_4\} \prod \{Ф_1; Ф_2; Ф_4; Ц_э\};$$
$$G(Ф_4) = \{Ц_э; Ф_3; Ф_4\} \prod \{Ц_э; Ф_1; Ф_2; Ф_3; Ф_4\}.$$

Для вершины $Ц_э$ общими вершинами будут $Ф_3$, $Ф_4$ и $Ц_э$, поэтому первый сильно связный граф с основой (вершиной «$Ц_э$») примет вид, показанный на рис. 1.12. При этом $G(Ф_1)$ и $G(Ф_2)$ из анализа исключаются, так как в первом из них нет общих вершин в $R(i)$ и $Q(j)$, а во втором $Q(j)$ является пустым.



а *б*

Рис. 1.12. Связный граф:
а – с вершиной (основой) $Ф_3$; *б* – с вершиной $Ф_4$

Для $G(Ф_3)$ общими являются вершины $Ц_э$ и $Ф_4$, для $G(Ф_4)$ – вершины $Ц_э$, $Ф_3$ и $Ф_4$. Связный граф с вершиной (основой) $Ф_3$ показан на рис. 1.12, *а*, граф с вершиной $Ф_4$ – на рис. 1.12, *б*.

Таким образом, наиболее важным фактором в эксперименте необходимо считать фактор $Ф_4$ (он присутствует во всех трех сильно связных графах), затем следует фактор $Ф_3$. Остальные факторы оказывают незначительное влияние на цель эксперимента, и ими можно пренебречь (либо рассматривать их как второстепенные факторы).

Методика проведения эксперимента – важнейшая составная часть плана эксперимента. В ней излагаются:

- последовательность действий исследователя;
- основные приемы и правила осуществления каждого этапа, а также использование приборов и оборудования;
- порядок измерения, фиксации результатов и методы их обработки;
- порядок анализа результатов и методы их обработки;
- порядок анализа результатов экспериментальных исследований и формулирования выводов.

При разработке методики проведения эксперимента важно правильно обосновать количество опытов, которое, с одной стороны, гарантирует требуемую точность результата, а с другой – не ведет к неоправданному перерасходу средств и времени на избыточные испытания.

При количестве испытаний более десяти *методика обоснования количества опытов* базируется на неравенстве Чебышева

$$P\left(\left|x - M(x)\right| \le \varepsilon\right) \ge 1 - \frac{D(x)}{\varepsilon^2}. \qquad (1.13)$$

Если предположить, что случайные величины $x_1, x_2, \ldots, x_n$ имеют одно и то же математическое ожидание, то математическое выражение теоремы Чебышева для оценки вероятности того, что среднеарифметическая случайных величин отклоняется по абсолютному значению от их математического ожидания на величину, не превосходящую числа $\varepsilon > 0$, примет вид

$$P\left[\left|\frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_N}{N} - M(x)\right| \le \varepsilon\right] \ge 1 - \frac{D(x)}{N\varepsilon^2};$$

$$P\left[\left|\bar{x} - M(x)\right| \le \varepsilon\right] \ge 1 - \frac{D(x)}{N\varepsilon^2}, \qquad (1.14)$$

где N – количество проведенных опытов;

$\bar{x}$ – среднее значение случайно измеряемой в ходе эксперимента величины x,

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{N} \frac{x_i}{N};$$

$M(x)$ – математическое ожидание величины x, равное

$$M(x) = \lim_{N \to \infty} \bar{x};$$

$D(x)$ – дисперсия статистической выборки из N измерений;

ε – заданная точность результата, принимаемая равной 5% или 10% от $\bar{x}$.

При увеличении количества проведенных опытов среднеарифметическое значение измеряемой величины приближается к математическому ожиданию $M(x)$. Для практических целей весьма важно знать те условия, при выполнении которых случайная величина x утрачивает свой случайный характер и становится величиной закономерной.

Теорема Чебышева позволяет с достаточной точностью по средней арифметической судить о математическом ожидании или по математическому ожиданию предсказывать ожидаемую величину средней. На основании этой теоремы можно утверждать, что если проведено большое количество измерений определенного параметра прибором, свободным от систематической погрешности, то среднеарифметическая результатов этих измерений сколь угодно мало отличается от истинного значения измеряемого параметра.

Зависимость (1.14) можно сформулировать следующим образом: «вероятность того, что разница между математическим ожиданием $M(x)$ и среднестатистическим $\bar{x}$ не превысит некоторого заданного положительного числа ε, равна разности между единицей и отношением $(D(x)/N\varepsilon^2)$. В этой формуле имеется три неизвестных: N, статистические характеристики $\bar{x}$ и $D(x)$, зависящие от N. Поэтому процесс расчета N является итеративным: вначале задается некоторое априорное значение N, проводится N-е количество опытов, вычисляется $D(x)$ и проверяется неравенство (1.14). Если оно выполняется, то количество опытов считается достаточным. В противном случае количество опытов увеличивается.

Пример 1.4. В процессе экспериментальной проверки нового материала в лабораторных условиях было проведено 10 пробных опытов по определению прочности данного материала. Результаты измерений приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Результаты статистических испытаний

Номер опыта (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прочность кубика на раздавливание, кг/см^2 (x_i)	320	300	340	350	330	320	310	350	335	320

Решение. Определяем статистические характеристики полученной выборки $\bar{x}$ и $D(x)$ по следующим формулам:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{320+300+340+350+330+\ldots+320}{10} = \frac{3275}{10} = 327{,}5 \text{ кг/см}^2;$$

$$D(x) = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{(320-327{,}5)^2 + (300-327{,}5)^2 + (340-327{,}5)^2 + }{10} =$$

$$= \frac{+(350-327{,}5)^2 + (330-327{,}5)^2 + \ldots + (320-327{,}5)^2}{10} = \frac{2462{,}5}{10} = 246{,}25 \text{ кг/см}^2.$$

По результатам пробных опытов определяем требуемое число испытаний, которые обеспечат с вероятностью 0,90 разницу между $\bar{x}$ и $M(x)$ не более 10 кг/см^2 (т.е. $\varepsilon = 10$).

Запишем неравенство Чебышева (1.14) в более простом виде и найдем искомую величину:

$$(1-P) \cdot N \cdot \varepsilon^2 \geq D \text{ или } N \geq \frac{D}{(1-P)\varepsilon^2};$$

$$0{,}9 \leq 1 - \frac{246{,}25}{N \cdot 10^2};\ N \geq \frac{246{,}25}{100 \cdot (1-0{,}9)} \geq 24{,}6.$$

Результаты расчетов показывают, что требуемое количество испытаний превышает 25 опытов. Проведя дополнительно 15 опытов, необходимо снова рассчитать характеристики выборки $\bar{x}$ и $D(x)$ и проверить требуемый показатель N. Если неравенство Чебышева соблюдено, то испытания можно прекратить. В противном случае необходимо провести дополнительные испытания, пока неравенство (1.14) не будет выполнено.

Пример 1.5. Определить достаточность статистической выборки для исследования работоспособности конструкций с надежностью не менее 0,90. Всего было изготовлено 78 образцов, которые проверялись путем динамического нагружения до появления усталостных трещин. Результаты статистических испытаний образцов представлены в табл. 1.4.

Решение. Результаты анализа данных показывают (см. табл. 1.4), что в двух случаях трещины появились после 30 нагружений, а в шести случаях – после 40 нагружений и т.д. Для удобства расчетов и отображения данных показателей значения x_i разбиты на интервалы по 10 испытаний.

Таблица 1.4. Результаты испытаний образцов

Число нагружений до появления трещин x_i	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Число испытаний n_i, в которых появилась трещина	2	6	10	12	18	10	8	6	4	2

Чтобы воспользоваться неравенством Чебышева, определим характеристики $\bar{x}, D(x)$ и σ по следующим формулам:

$$\bar{x} = \frac{30\cdot 2 + 40\cdot 6 + 50\cdot 10 + 60\cdot 12 + 70\cdot 18 + 80\cdot 10 + \ldots + 120\cdot 2}{78} = \frac{5580}{78} = 71{,}5;$$

$$D(x) = \frac{2(30-71{,}5)^2 + 6(40-71{,}5)^2 + 10(50-71{,}5)^2 + 12(60-71{,}5)^2 + }{78} =$$

$$= \frac{+18(70-71{,}5)^2 + 10(80-71{,}5)^2 + \ldots + 2(120-71{,}5)^2}{78} = 407;$$

$$\sigma = \sqrt{D(x)} = \sqrt{407} = 20{,}2.$$

При $\bar{x}$ = 71,5 показатель ε = 0,1 $\bar{x}$ = 7,15. Тогда, подставив полученные значения в неравенство Чебышева (1.14), получим:

$$0{,}9 \le 1 - \frac{407}{N\cdot 7{,}15^2}.$$

Решая данное неравенство относительно N, находим $N \ge 80$. Имеющийся объем выборки N = 78 измерений отличается от требуемого на два измерения, т.е. менее чем на 3%, следовательно, выборку можно считать достаточной.

1.6. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований

С определением количества опытов или объема эксперимента тесно связана другая важная составляющая плана эксперимента – *обоснование средств и методов измерений*. Оно предполагает выбор измерительных приборов, аппаратуры, машин и оборудования, позволяющих фиксировать данные эксперимента; преобразовывать их к виду, удобному для экспериментатора и т.д. В связи с этим экспериментатор должен быть хорошо знаком с измерительной аппаратурой (при помощи ежегодно издающихся каталогов, по которым можно заказать выпускаемые отечественным приборостроением те или иные средства измерений).

Система измерений должна формироваться с учетом требований *метрологии* – науки о методах и средствах измерений, решающей проблемы теории, методов и точности измерений, а также проблемы выбора единиц, шкал и систем измерений.

В соответствии с этими требованиями существуют следующие *методы измерений*:

- *метод непосредственного измерения* (измеряемая величина считывается с измерительного прибора или устройства, например, напряжение, температура, давление и т.п.);

- *метод сравнения с эталоном* или другой контрольный мерой (например, взвешивание предмета на весах, на одну из чаш которых ставится гиря, играющая роль эталона);
- *дифференцированный метод* аналогичен методу сравнения с эталоном (измерительный прибор фиксирует не саму величину, а расхождение между нею и эталоном). Разница между предыдущим и этим методом в том, что в методе сравнения фактическое и эталонное значения сравниваются, а в дифференцированном методе фиксируется их разница;
- *нулевой метод* (измеряемая величина интересует, поскольку она в состоянии уравновесить или свести к нулю другую величину или совокупность величин. Например, существует мост электрических сопротивлений, одно из которых является переменным. Его сопротивление измеряют до тех пор, пока мост не будет уравновешен);
- *метод замещения* (величину, которую невозможно или трудно измерить непосредственно, измеряют посредством другой величины, функционально связанной с первой. Так, например, замеряют расстояние между планетами или другими удаленными объектами по времени прохождения света между ними);
- *метод совпадения* (периодический замер сигналов до полного совпадения значений измеряемой величины и эталона);

Рассмотренные методы измерения разделяются на две группы:

- *прямых измерений* (искомая величина измеряется непосредственно в ходе эксперимента);
- *косвенных измерений* (искомая величина получается на основе результатов прямых измерений).

По признаку единиц измерений различают также абсолютные и относительные измерения.

Абсолютные измерения – это прямые измерения в единицах исследуемой величины (например, напряжения в бетонной плите под воздействием нагрузки).

Относительные измерения предполагают фиксацию отношения измеряемой величины к ее некоторому пороговому (или предельному) значению. Например, напряжения в плите фиксируются в процентах или в долях единицы от предельного значения напряжения.

Система чисел или иных показателей, принятых для измерения величин, называется *шкалой измерения*. Шкалы можно разделить на номинальные (классификационные), порядковые (ранговые) и количественные (метрические).

Простейшими являются *номинальные или классификационные шкалы*, предназначенные для разделения исследуемых объектов и элементов на классы, без указания их взаимного порядка.

Порядковые шкалы позволяют упорядочить объекты в определенной последовательности или ранжировать по уровням значимости. При этом четкие единицы измерения отсутствуют, ранжирование (упорядочение) происходит по принципу «*А* больше *В*, а *В* больше *С*» или «*А* важнее *В*, а *В* важнее *С*». Порядковые шкалы широко применяются при проведении тендеров, торгов на инвестирование строительства объектов; при оценке качества продукции и т.д.

Количественные или метрические шкалы наиболее полно отражают сущность процесса измерения, поскольку они предполагают наличие единиц измерения и их количественную меру. Это наиболее распространенные шкалы в технических экспериментах и они не нуждаются в дополнительных комментариях.

Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований должно учитывать, что все приборы и измерительные системы имеют нормированные погрешности. При этом необходимо отметить, что погрешности объективно создают не только методы измерений, но и сами исследователи. Поэтому проблема погрешностей (ошибок измерений) должна решаться в рамках метрологического обеспечения исследования в качестве самостоятельной задачи.

Погрешность измерения – это алгебраическая разность между действительным значением и значением, полученным при измерении. Количество минимальных измерений обеспечивает устойчивое среднее значение измеряемой величины, удовлетворяющее заданной степени точности. Погрешность является одной из важных характеристик любого прибора, используемого при проведении экспериментальных исследований. При измерениях погрешность может быть абсолютной и относительной:

- *абсолютная погрешность*

$$\Delta_n = \pm(x_u - x_d);$$

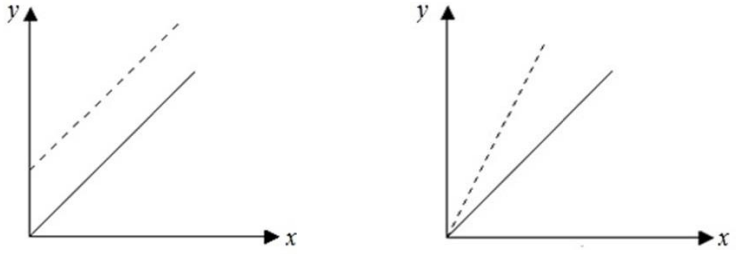
- *относительная погрешность*

$$\delta_n = \pm\left(\frac{x_u - x_d}{x_d}\right),$$

где x_u – показания прибора; x_d – действительное значение измеряемой величины, полученное более точным методом.

При описании погрешностей могут встречаться также *аддитивные* и *мультипликативные* погрешности.

Аддитивные погрешности не зависят от уровня измеряемых сигналов. Погрешность возникает от сдвига статической характеристики прибора, угол наклона при этом остается неизменным (рис. 1.13, *а*). Примерами аддитивных погрешностей являются погрешности от наводки переменной ЭДС на вход прибора, погрешности от тепловых шумов и т.д.



а *б*

Рис. 1.13. Аддитивная (*а*) и мультипликативная (*б*) погрешности

Мультипликативные погрешности характеризуются постоянным приращением наклона характеристики (рис. 1.13, *б*). Примерами мультипликативной погрешности могут быть изменение коэффициента усиления усилителя при его прогреве, дрейф нуля интегратора и т.д.

Эти погрешности применимы как к систематическим, так и к случайным погрешностям.

Систематические – это погрешности, которые при повторных опытах остаются постоянными. При известных численных значениях погрешностей их необходимо учитывать во время повторных опытов.

Систематические погрешности можно разделить на пять групп.

1. Влияние внешней среды (вибрация, магнитные и электрические поля, влажность и т.д.).
2. Неправильная установка средств измерений.
3. Инструментальные, например, из-за износа инструмента и т.д.
4. Методические, которые обоснованы выбором метода измерения.
5. Субъективные.

Случайные погрешности могут возникать при повторных измерениях. Эти погрешности нельзя учесть и исключить, но при многократно повторенных измерениях с помощью статических методов их можно выявить и исключить. При анализе случайных погрешностей используется теория случайных ошибок, которая гарантирует вычисление действительного значения измеренной величины и оценку возможных ошибок. Теория случайных ошибок предполагает случайные погрешности, равные по величине, но разные по знаку для большого числа измерений; малые погрешности встречаются чаще, чем большие (с ростом величины погрешности ее вероятность появления уменьшается); истинное значение измеряемой величины для бесконечно большого числа измерений принимается как среднее значение по всем результатам измерений, а вероятность появления каждого результата измерения описывается нормальным законом распределения.

Средства измерений составляют обязательную и неотъемлемую часть экспериментальных исследований. Они являются совокупностью технических средств, имеющих нормированные погрешности, которые дают необходимую информацию для экспериментатора.

В настоящее время выпускается большое количество средств для измерения физических, механических и химических показателей, а также структуры различных материалов, изделий и т.д.

К средствам измерений относятся измерительные приборы, меры, установки и системы. Так, например, мера является самым простым средством измерения и предназначена для воспроизведения физической величины заданного размера. Кроме того, выделяют средства измерения, которые позволяют непосредственно определять испытываемый показатель, например пресс для определения прочности материалов; средства измерения, которые дают возможность косвенно судить об исследуемом показателе, например ультразвуковой дефектоскоп, позволяющий оценить прочность материала по скорости прохождения ультразвука.

Все средства измерений, используемые в научных исследованиях, проходят обязательную периодическую поверку на точность. Поверка предусматривает уменьшение погрешностей прибора и позволяет установить соответствие данного прибора регламентированной степени точности, а также определить возможность его применения для данных измерений. При поверке средств измерения определяются погрешности, и устанавливается, не выходят ли они за пределы допускаемых значений.

Государственные метрологические институты и лаборатории по надзору за стандартами и измерительной техникой производят государственный контроль по обеспечению единства мер. При этом средства измерения должны:

- максимально соответствовать тематике, цели и задачам научно-исследовательской работы;
- обеспечивать при проведении экспериментальных работ высокую производительность труда;
- обеспечивать требуемое количество экспериментальных работ, т.е. заданную степень точности при минимальном количестве измерений;
- обеспечивать высокую воспроизводимость и надежность, по возможности исключать систематические ошибки, при этом желательно максимально использовать средства измерений с автоматической записью;
- иметь высокую экономическую эффективность;
- обеспечивать эргономические требования эксперимента;
- удовлетворять требованиям техники безопасности.

1.7. Методы обработки результатов экспериментальных исследований

После завершения эксперимента исследователь располагает данными измерений, которые необходимо соответствующим образом обработать и сформулировать выводы по эксперименту. Для обработки экспериментальных данных используется множество методов в зависимости от того, в каком направлении и с какими целями они обрабатываются. Такими целями могут быть:

- определение закона распределения результатов измерений и точности полученных экспериментальных данных;
- графическое представление экспериментальных данных;
- представление выявленной зависимости измеренных величин в виде аналитических зависимостей (формул);
- оценка тесноты связи между варьируемыми факторами эксперимента.

Все множество методов, используемых для обработки экспериментальных данных, можно условно разделить на две группы.

1. *Статистические*, основанные на методах математической статистики, которые используют для решения широкого круга задач в ходе эксперимента:

- определение области нормального существования объекта;
- выявление силы влияния на объект внешних и внутренних факторов;
- определение рационального соотношения между переменными параметрами процесса;
- оценка надежности функционирования объекта исследования.

2. *Графические*, использующие методы аппроксимации статистических данных эксперимента.

После обработки экспериментальных данных по выбранному методу исследователь должен представить их в форме, удобной для использования на практике, либо при проведении последующих исследований. При этом обычными формами представления данных могут являться таблицы, графики, математические зависимости и т.д.

Нередко представление экспериментального материала имеет комплексный характер (сочетание математической зависимости и графика, таблицы, формулы и номограммы и т.п.).

При обработке результатов измерений и наблюдений широко используются методы графического изображения, так как результаты измерений, представленные в табличной форме, иногда не позволяют достаточно наглядно характеризовать закономерности изучаемых процессов.

Методы графического изображения дают наиболее наглядное представление о результатах эксперимента, позволяют лучше понять физическую сущность исследуемого процесса, выявить общий характер функциональной зависимости изучаемых переменных величин, установить наличие максимума или минимума функции. Рассмотрим методы графической интерпретации экспериментальных данных.

Для графического изображения результатов измерений (наблюдений), как правило, применяют *систему прямоугольных координат*. Если анализируется графическим методом функция $y = f(x)$, то наносят в системе прямоугольных координат значения x_1y_1, x_2y_2, ..., x_ny_n (рис. 1.14, *а*).

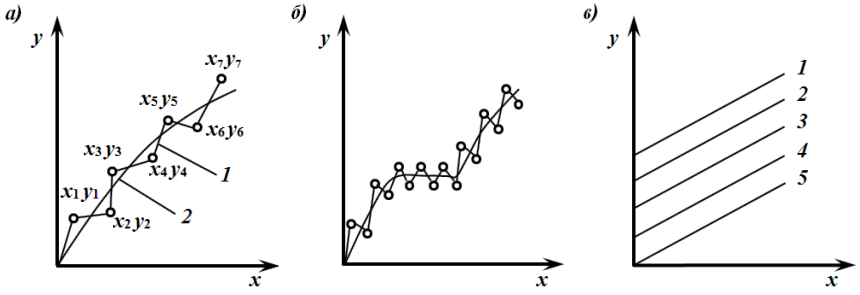


Рис. 1.14. Графическое изображение функции $y = f(x)$:
а – плавная зависимость (*1* – кривая по результатам измерений; *2* – плавная кривая); *б* – при наличии скачка; *в* – при трех переменных (*1* – z_5 = const; *2* – z_4 = const; *3* – z_3 = const; *4* – z_2 = const; *5* – z_1 = const)

Прежде чем строить график, необходимо знать ход (течение) исследуемого явления. Как правило, качественные закономерности и форма графика экспериментатору ориентировочно известны из результатов теоретических исследований.

Точки на графике необходимо соединять плавной линией так, чтобы она по возможности проходила ближе ко всем экспериментальным точкам. Если соединить точки прямыми отрезками, то получим ломаную кривую. Она характеризует изменение функции по данным эксперимента. Обычно функции имеют плавный характер. Поэтому при графическом изображении результатов измерений следует проводить между точками плавные кривые. Резкое искривление графика объясняется погрешностями измерений. Если бы эксперимент повторили с применением средств измерений более высокой точности, то получили бы меньшие погрешности, а ломаная кривая больше бы соответствовала плавной кривой.

Однако могут быть и исключения, так как иногда исследуются явления, для которых в определенных интервалах наблюдается быстрое скачкообразное изменение одной из координат (рис. 1.14, *б*). Это объясняется сущностью физико-химических процессов, например фазовыми превращениями влаги при исследовании промерзающих систем, радиоактивным распадом атомов в процессе исследования радиоактивности и т.д. В таких случаях необходимо особо тщательно соединять точки кривой. Общее «осреднение» всех точек плавной кривой может привести к тому, что скачок функции подменяется погрешностями измерений.

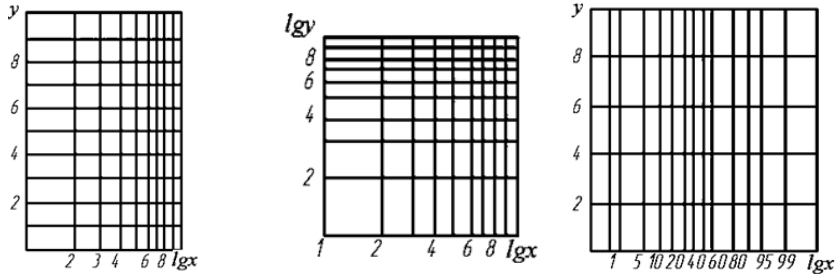
Часто возникают случаи, когда при построении графика одна-две точки резко удаляются от кривой. В таких ситуациях вначале следует проанализировать физическую сущность явления, и если нет оснований полагать наличие скачка функции, то такое резкое отклонение можно объяснить грубой ошибкой или промахом. Данный факт может возникнуть тогда, когда данные измерений предварительно не исследовались на наличие грубых ошибок измерений. В таких случаях необходимо повторить измерение в диапазоне резкого отклонения данных замера. Если прежнее измерение оказалось ошибочным, то на график наносят новую точку. Если же повторные измерения дадут прежнее значение, необходимо к этому интервалу кривой отнестись особенно внимательно и тщательно проанализировать физическую сущность явления. Часто при графическом изображении результатов экспериментов приходится иметь дело с тремя переменными $b = f(x, y, z)$. В этом случае применяют *метод разделения переменных*.

Одной из величин z в пределах интервала измерений $z_1 - z_n$ задают несколько последовательных значений. Для двух остальных переменных x и y (при z_i = const) строят графики $y = f_1(x)$. В результате на одном графике получают семейство кривых $y = f_1(x)$ для различных значений z (рис. 1.14, *в*). Если необходимо графически изобразить функцию с четырьмя и более переменными $a = f(b, x, y, z)$, то строят серию графиков типа предыдущих, но каждый из них при $b_1, ..., b_n$ = const, или принимают из N переменных $(N - 1)$ постоянными и строят графики: вначале $(N - 1) = f_1(x)$, далее $(N - 2) = f_2(x)$, $(N - 3) = f_3(x)$ и т.д.

Таким образом, можно оценить изменение любой переменной величины в функции от других при постоянных значениях остальных. Этот метод графического анализа требует большого внимания к результатам измерений.

При графическом изображении результатов экспериментов большую роль играет выбор системы координат или координатой сетки.

Координатные сетки бывают равномерными и неравномерными. У *равномерных* координатных сеток ординаты и абсциссы имеют равномерную шкалу. Например, в системе *прямоугольных координат* длина откладываемых единичных отрезков на обеих осях одинаковая. Из *неравномерных* координатных сеток наиболее распространены полулогарифмические, логарифмические и вероятностные. *Полулогарифмическая сетка* имеет равномерную ординату и логарифмическую абсциссу (рис. 1.15, *а*). *Логарифмическая координатная сетка* имеет обе оси логарифмические (рис. 1.15, *б*), *вероятностная* – ординату обычно равномерную и по абсциссе – вероятностную шкалу (рис. 1.15, *в*).



а б в

Рис. 1.15. Координатная сетка:
а – полулогарифмическая; *б* – логарифмическая; *в* – вероятностная сетка

Назначение неравномерных сеток различное. В большинстве случаев их применяют для более наглядного изображения функций. Функция $y = f(x)$ имеет различную форму на различных сетках. Так, многие криволинейные функции спрямляют на логарифмических сетках.

Большое значение в практике графического изображения экспериментальных данных имеет вероятностная сетка, применяемая:

- при обработке измерений для оценки их точности,
- при определении расчетных характеристик (расчетной влажности, расчетных значений модуля упругости грунта, межремонтных сроков службы и т.д.).

Иногда в процессе обработки экспериментальных данных графическим способом необходимо составить расчетные графики, ускоряющие нахождение по одной переменной других. При этом существенно повышаются требования к точности вычерчивания функции на графике. При вычерчивании расчетных графиков необходимо в зависимости от числа переменных выбрать координатную сетку и определить вид графика – одна кривая, семейство кривых или серия семейств. Особое значение приобретает выбор масштаба графика, что связано с размерами чертежа и соответственно с точностью

снимаемых с него значений величин. Известно, что чем крупнее масштаб, тем выше точность снимаемых значений. Однако, как правило, графики не превышают размеров 20×15 см, что является удобным при составлении отсчетов. Лишь в отдельных случаях используют графики больших размеров.

Опыт показывает, что применяемая для вычерчивания графиков миллиметровая бумага в пределах размеров 15–20 см дает погрешность, не превышающую ± 0,1–0,2 мм. Это следует иметь в виду при вычерчивании расчетных графиков. Таким образом, абсолютная ошибка снимаемых с графиков величин может достигать $\varepsilon = \pm 0{,}2M$, где M – принятый масштаб графика. Очевидно, что точность измерений может быть выше точности снимаемых с графика значений.

Масштаб по координатным осям обычно применяют различный. От выбора масштаба зависит форма графика – он может быть плоским (узким) или вытянутым (широким) вдоль оси (рис. 1.16).

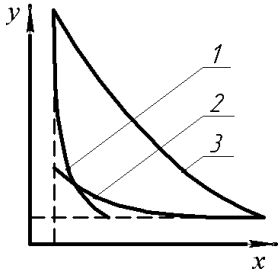


Рис. 1.16. Форма графика в зависимости от масштаба:
1 – плоская; *2* – уширенная; *3* – нормальная

Узкие графики дают большую погрешность по оси *y*; *широкие графики* – по оси *x*. Из рис. 1.16 видно, что правильно подобранный масштаб (*нормальный график*) позволяет существенно повысить точность отсчетов.

Расчетные графики, имеющие максимум (минимум) функции или какой-либо сложный вид, особо тщательно необходимо вычерчивать в зонах изгиба. На таких участках количество точек для вычерчивания графика должно быть значительно больше, чем на плавных участках.

В некоторых случаях строят *номограммы*, существенно облегчающие применение для систематических расчетов сложных теоретических или эмпирических формул в определенных пределах измерения величин. *Номограммы* могут отражать алгебраические выражения и тогда сложные математические выражения можно решать сравнительно просто графическими методами.

Построение номограмм является трудоемкой операцией. Однако, будучи раз построенной, номограмма может быть использована для нахождения любой из переменных, входящих в номограммированное уравнение. Применение ЭВМ существенно снижает трудоемкость номограммирования.

Существует несколько методов построения номограмм. Для этого применяют равномерные или неравномерные координатные сетки. В системе прямоугольных координат функции в большинстве случаев на номограммах имеют криволинейную форму. Это увеличивает трудоемкость построения номограмм, поскольку требуется большое количество точек для нанесения одной кривой.

В полу- или логарифмических координатных сетках функции часто имеют прямолинейную форму и составление номограмм упрощается.

Методы определения параметров эмпирических формул. Если в ходе эксперимента исследовалась зависимость показателя y от фактора x, то она может быть выражена линией на плоскости (прямой, экспонентой, линиями функций второй, третьей степени и т.д.), когда каждому значению аргумента $x_1, x_2, \ldots, x_n$ соответствует определенное значение функции $y_1, y_2, \ldots, y_n$.

На основе экспериментальных данных можно подобрать алгебраические выражения функции

$$y = f(x), \tag{1.15}$$

которые называют *эмпирическими формулами*.

Эти формулы имеют область определения в пределах значений аргумента $x_1 - x_n$. Подбор эмпирических формул возникает во многих случаях, а если выражение (1.15) сложное и требует громоздких вычислений, то можно воспользоваться упрощенной эмпирической формулой.

Эмпирические формулы должны быть более простыми, но точно соответствовать экспериментальным данным в пределах изменения аргумента. Замена точных аналитических выражений на приближенные, называется *аппроксимацией*, а сами функции – *аппроксимирующими*.

Подбор эмпирических формул состоит из двух этапов.

Этап I. Координаты точек, полученные экспериментально наносят на сетку прямоугольных координат, соединяют плавной линией и приближенно выбирают вид формулы.

Этап II. Для принятой формулы подбираются наиболее подходящие параметры, начиная с самых простых выражений. Так, например простейшей аппроксимацией результатов измерений является линейная зависимость вида

$$y = a + bx, \tag{1.16}$$

где a, b– постоянные коэффициенты.

Наиболее просто анализировать графический материал с использованием линейной функции (1.16). Для этого с использованием *метода выравнивания* построенную кривую линию по экспериментальным точкам представляют линейной функцией. Для такого преобразования кривой линии (1.15) в прямую необходимо ввести новые переменные:

$$\begin{aligned} X &= f_1(x, y); \\ Y &= f_2(x, y). \end{aligned} \tag{1.17}$$

В искомом уравнении они должны быть связаны линейной зависимостью

$$Y = a + bX. \tag{1.18}$$

Решая систему уравнений (1.17), можно вычислить значения X и Y.

Затем, построив прямую (рис. 1.17), графически вычисляют параметры a (ордината точки пересечения прямой с осью Y) и bпо формуле

$$b = \mathrm{tg}\alpha = \frac{(Y_i - a)}{x_i}, \qquad (1.19)$$

где α – угол наклона прямой к оси x.

При таком способе определения параметров a и b обязательным является построение прямой (1.16) на координатной сетке с началом в точке $X = 0$ и $Y = 0$.Тогда при расчете необходимо задавать значения точки Y_i и x_i на крайних участках прямой.

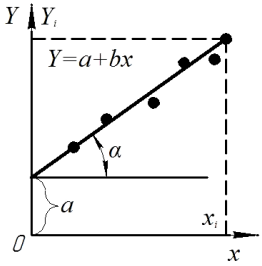


Рис. 1.17. Графическое определение параметров *x* и *y*

Параметры прямой также определяются другим *графическим методом*. Для этого в уравнение (1.18) нужно подставить координаты двух крайних точек из графика. При решении полученной системы двух уравнений определяются параметры a и b. С помощью этих параметров и эмпирической зависимости (1.16) устанавливается функциональная связь между xи y по уравнениям (1.17).

Для преобразования кривой в прямую линию можно использовать полу- или логарифмические координатные сетки.

Пример 1.6. Необходимо подобрать эмпирическую формулу для измерений, представленных в табл. 1.5.

Таблица 1.5. Исходные данные для расчета

y_i	12,1	19,2	25,9	33,3	40,5	46,4	54,0
x_i	1	2	3	4	5	6	7

Решение. Графический анализ измерений показывает (см. табл. 1.5), что в системе прямоугольных координатах точки лежат на прямой линии и их можно выразить зависимостью $y = a + bx$. Затем, выбрав координаты крайних точек, подставляем их в данное выражение. Тогда получим следующие уравнения:

$$A_0 + 7A_1 = 54{,}0;$$

$$A_0 + A_1 = 12{,}1.$$

Откуда находим: $A_1 = 41{,}9/6 = 6{,}98$ и $A_0 = 12{,}10 - 6{,}98 = 5{,}12$.

С учетом полученных данных эмпирическая формула примет вид

$$Y = 5{,}12 + 6{,}98A_1.$$

Следовательно, с помощью аппроксимации экспериментальных данных прямолинейными функциями можно просто и быстро установить вид эмпирических формул.

Пример 1.7. Установлена зависимость объема ремонтных работ от расходов на техническое обеспечение производства (табл. 1.6). Необходимо аналитически описать эту зависимость и дать ее графическую интерпретацию.

Таблица 1.6. Зависимость объемов ремонтных работ от расходов на техническое обеспечение производства

Время производства работ	Объемы работ Q, тыс. руб.	Расходы на техническое обеспечение $C_{то}$, тыс. руб.
Январь	2000	200
Февраль	2400	220
Март	2200	210
Апрель	2600	250
Май	2300	220
Июнь	2700	260
Июль	1800	170
Август	2800	270
Сентябрь	2600	240
Октябрь	3000	280
Ноябрь	2900	270
Декабрь	2800	260

Решение. Результаты анализы данных табл. 1.6 позволяют предположить, что аналитическое выражение $Q = f(C_{то})$ будет являться линейной зависимостью

$$y = a + bx,$$

где a – постоянная составляющая, независимая от $C_{то}$;

b – объем продукции на единицу затрат (коэффициент реагирования затрат).

Из табл. 1.6 видно, что наибольший объем работ равен 3 000 тыс. руб. при расходе $C_{то}$ = 280 тыс. руб., а минимальные показатели равны соответственно 1800 и 170 тыс. руб.

Максимальный разброс объемов производства равен:

$$\Delta Q = Q_{max} - Q_{min} = 3000 - 1800 = 1200 \text{ тыс. руб.}$$

Такой же расчет произведем по затратам на техническое обеспечение производства:

$$\Delta C_{то} = C_{томах} - C_{томin} = 280 - 170 = 110 \text{ тыс. руб.}$$

Коэффициент реагирования затрат будет равен:

$$b = \frac{\Delta C_{то}}{\Delta Q} = \frac{110}{1200} = 0{,}092.$$

По физическому смыслу коэффициент b означает, что на 1 руб. работ необходимо затратить 0,092 руб. на техническое обеспечение производства.

Рассчитаем совокупные переменные расходы в максимальном и минимальном объемах ремонтных работ:

$$Q_{max}\, b = 3000 \cdot 0{,}092 = 276 \text{ тыс. руб.};$$

$$Q_{min}\, b = 1800 \cdot 0{,}092 = 166 \text{ тыс. руб.}$$

С учетом полученных данных определим долю постоянных затрат в расходах $C_{то}$ в максимальной и минимальной точках:

$$a_{max} = 280 – 276 = 4 \text{ тыс. руб.};$$

$$a_{min} = 170 – 166 = 4 \text{ тыс. руб.}$$

Отсюда искомая зависимость примет вид:

$$Q = 4000 + 0{,}092C_{то}.$$

Графическое отображение полученной зависимости представлено на рис. 1.18.

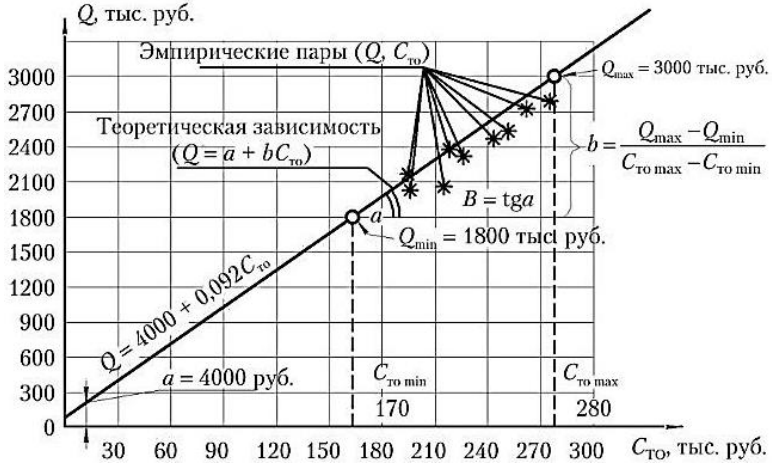


Рис. 1.18. Зависимость объемов ремонтных работ от затрат на техническое обеспечение производства

В рассмотренном примере линейная зависимость двух переменных прослеживалась уже при общем анализе исходной выборки, и она подтвердилась расчетом. Однако линейность функции $Q = f(C_{то})$ может оказаться недоказанной, либо эта гипотеза вызывала сомнения. Тогда следовало выдвинуть другую гипотезу, например, соответствие функции $Q = f(C_{то})$ экспоненте, либо другой кривой.

Графический метод выравнивания может быть применен в тех случаях, когда экспериментальная кривая на сетке прямоугольных координат имеет вид плавной кривой. Для этого можно выбрать одну из множества классических кривых, представленных на рис. 1.19.

Если экспериментальный график имеет вид, показанный на рис. 1.19, *а*, то необходимо применить формулу

$$y = ax^b. \qquad (1.20)$$

Заменяя $X = \lg x$ и $Y = \lg y$, получим $Y = \lg a + bX$. В данном случае экспериментальная кривая превращается в прямую линию на логарифмической сетке.

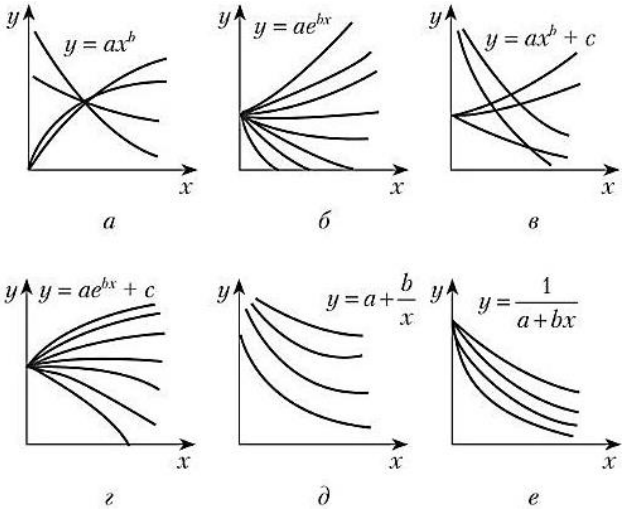


Рис. 1.19. Основные виды графиков эмпирических формул

При таком внешнем виде экспериментального графика, как показано на рис. 1.19, *б*, целесообразно использовать выражение

$$y = ae^{bx}. \qquad (1.21)$$

При подстановке $Y = \lg y$ получим $Y = \lg a + bx\lg e$. Тогда экспериментальная кривая линия превращается в прямую линию на полулогарифмической сетке.

При внешнем виде экспериментального графика, показанного на рис. 1.19, *в*, эмпирическая формула примет вид

$$y = ax^b + c. \qquad (1.22)$$

При заданном значении b необходимо принять $X = x^b$, тогда получим прямую линию в прямоугольной системе координат $y = aX + c$. Однако при неизвестном значении b необходимо принять $X = \lg x$ и $Y = \lg(y - x)$, в этом случае будет прямая линия на логарифмической сетке $Y = \lg a + bX$.

В последнем случае первоначально определяется значение c. Для этого на экспериментальной кривой выбирают три точки x_1, y_1; x_2, y_2; $x_3 = \sqrt{x_1 x_2}$, y_3 и вычисляют значение c по формуле:

$$c = \frac{y_1 y_2 - y_3^2}{y_1 + y_2 - 2y_3}. \qquad (1.23)$$

При внешнем виде экспериментального графика, представленного на рис. 1.19, *г,* необходимо пользоваться формулой

$$y = c + ae^{bx}. \qquad (1.24)$$

Заменой из выражения $Y = \lg(y - c)$ можно построить прямую на полулогарифмической сетке:

$$Y = \lg a + bx\lg c.$$

Значение величины c предварительно определяется по формуле (1.23).

При внешнем виде экспериментального графика, показанного на рис. 1.19, *д*, выражение примет вид

$$y = a + \frac{b}{x}. \qquad (1.25)$$

Заменой из выражения $y = 1/z$ можно получить прямую линию на сетке прямоугольных координат $y = a + bz$. При внешнем виде экспериментального графика, как показано на рис. 1.19, *е*, используется следующая формула:

$$y = \frac{1}{a + bx}. \qquad (1.26)$$

Заменяя $y = 1/z$, получаем $z = a + bx$, т.е. прямую на сетке прямоугольных координат. Аналогично для уравнения $y = 1/(a + bx + cx^2)$ при $y = a + b/x$ имеем

$$z = a + bx + cx^2.$$

Используя графики (см. рис. 1.19) и выражения (1.20)–(1.26), можно практически всегда подобрать уравнение эмпирической формулы.

Пример 1.8. Необходимо подобрать функциональную зависимость для измерений, приведенных в табл. 1.7.

Таблица 1.7. Исходные данные для расчета

x_i	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
y	15,2	20,6	27,4	36,7	49,2	66,0	87,4	117,5

Решение. На основе данных табл. 1.7 строим график (рис. 1.20, *а*), соответствующий кривым (рис. 1.19, *б*).

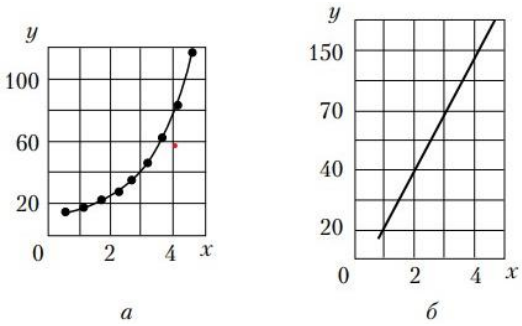


Рис. 1.20. Подбор функциональной зависимости:
а – эмпирическая; *б* – спрямленная

После логарифмирования выражения (1.21) $\lg y = \lg a + bx \lg e$. При обозначении $\lg y = Y$ получится выражение $Y = \lg a + bx \lg e$, которое в полулогарифмических координатах будет представлено прямой линией (см. рис. 1.20, *б*).

Подставляя в уравнение координаты крайних точек, получим:

$$\lg 15{,}2 = \lg a + b \lg e;$$

$$\lg 117{,}5 = \lg a + 4{,}5b \lg e.$$

Следовательно, $\lg a + b \lg e = 1{,}182$; $\lg a + 4{,}5b \lg e = 2{,}070$, откуда $b = 0{,}888/(3{,}5 \lg e) = 0{,}586$; $\lg a = 1{,}182 - 0{,}254 = 0{,}928$; $a = 8{,}472$. Окончательно эмпирическая формула получит следующий вид: $y = 8{,}472e^{0{,}586x}$.

При подборе эмпирических формул широко используются полиномы:

$$y = A_0 + A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3 + \ldots + A_n x_n; \quad (1.27)$$

$$y = A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3 + \ldots + A_n x^n, \quad (1.28)$$

где A_0, A_1, A_2, A_3, …, A_n – постоянные коэффициенты.

Полиномами можно аппроксимировать любые результаты измерений, если они графически выражаются непрерывными функциями. Особенно ценным является то, что даже при неизвестном точном выражении функций (1.27) и (1.28) можно определить значения коэффициентов A_n.

Если степень соответствия выбранной кривой эмпирическому распределению описывает исследуемую зависимость недостаточно точно, то рекомендуется проверку проводить по *методу наименьших квадратов*. Данный метод является боле надежным и достоверным. При этом определяемые коэффициенты A в выражениях (1.27) и (1.28) должны быть настолько точными, чтобы вычисленные значения y совпадали с табличными значениями. Для этого необходимо определять значения A точнее, с увеличением индекса, т.е. A_1 должно быть точнее, чем A_2; A_2– точнее, чем A_3 и т.д.

Для вычисления коэффициентов A методом наименьших квадратов необходимо пользоваться типовыми программами для ЭВМ, суть метода поясняется рис. 1.21.

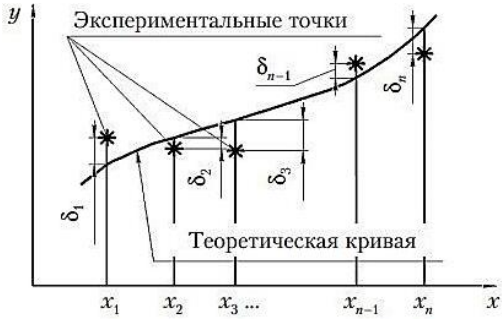


Рис. 1.21. Иллюстрация метода наименьших квадратов

Определить идеальную кривую, которая проходила бы через все экспериментальные точки, практически невозможно. Задача заключается в том, чтобы найти (определить) теоретическую зависимость (кривую), отклонение которой от экспериментальных точек было бы минимальным.

Допустим, искомая теоретическая кривая представляет собой полином третьей степени:

$$Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X^2 + \ldots + A_mX^m. \quad (1.29)$$

Требуется найти значения A_0, A_1, A_2, …, A_m, при которых кривая (1.29) как можно ближе проходила бы от всех n экспериментальных точек (X_1, Y_1), (X_2, Y_2), …, (X_n, Y_n). При этом считается, что (m + 1) значительно меньше n.

Каждая из экспериментальных точек i в общем случае будет отклоняться от теоретического значения на величину δ_i, т.е.

$$\begin{aligned} A_0 + A_1X_1 + A_2X_1^2 + \ldots + A_mX_1^m - Y_1 &= \delta_1; \\ A_0 + A_1X_2 + A_2X_2^2 + \ldots + A_mX_2^m - Y_2 &= \delta_2; \\ A_0 + A_1X_n + A_2X_n^2 + \ldots + A_mX_n^m - Y_n &= \delta_n, \end{aligned} \quad (1.30)$$

где δ_1, δ_2, δ_n– расхождения между теоретическими и экспериментальными значениями в точках (x_1, y_1), (x_2, y_2), …, (x_n, y_n) или, так называемые *невязки*.

Согласно принципу наименьших квадратов, наилучшими значениями коэффициентов A_0, A_1, A_2, …, A_m будут соответствовать те, для которых сумма квадратов невязок будет наименьшей:

$$\sum_{k=1}^{n} \delta_k^2 \to \min. \quad (1.31)$$

Условие (1.31) с учетом выражения (1.30) можно записать в виде

$$\sum_{k=1}^{n} \left(A_0 + A_1x_k + A_2x_k^2 + \ldots + A_mx_k^m - y_k\right)^2 = F(A_0, A_1, A_2, \ldots, A_m) \to \min, \quad (1.32)$$

т.е. зависимость (1.32) можно рассматривать как функцию коэффициентов A_0, A_1, A_2, …, A_m, стремящуюся к минимуму при условии, что все ее частные производные равны нулю:

$$\begin{cases} \dfrac{dF}{dA_o} = 2\sum\limits_{k=1}^{n} \left(A_0 + A_1x_k + A_2x_k^2 + \ldots + A_mx_k^m - y_k\right) = 0; \\ \dfrac{dF}{dA_1} = 2\sum\limits_{k=1}^{n} \left(A_0 + A_1x_k + A_2x_k^2 + \ldots + A_mx_k^m - y_k\right)x_k = 0; \\ \dfrac{dF}{dA_2} = 2\sum\limits_{k=1}^{n} \left(A_0 + A_1x_k + A_2x_k^2 + \ldots + A_mx_k^m - y_k\right)x_k^2 = 0; \\ \dfrac{dF}{dA_m} = 2\sum\limits_{k=1}^{n} \left(A_0 + A_1x_k + A_2x_k^2 + \ldots + A_mx_k^m - y_k\right)x_k^m = 0. \end{cases} \quad (1.33)$$

Для решения системы уравнений (1.33), введем следующие обозначения:

$$\begin{aligned} [x] &= x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n; \\ [x^m] &= x_1^m + x_2^m + x_3^m + \ldots + x_n^m; \\ [x^m y] &= x_1^m y_1 + x_2^m y_2 + x_3^m y_3 + \ldots + x_n^m y_n. \end{aligned} \quad (1.34)$$

С учетом этих обозначений после перегруппировки членов система уравнений (1.33) примет вид:

$$\begin{cases} nA_0 + [x]A_1 + [x^2]A_2 + \ldots + [x^m]A_m = [y]; \\ [x]A_0 + [x^2]A_1 + [x^3]A_2 + \ldots + [x^{m+1}]A_m = [xy]; \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ [x^m]A_0 + [x^{m+1}]A_1 + [x^{m+2}]A_2 + \ldots + [x^{2m}]A_m = [x^m y]. \end{cases} \quad (1.35)$$

Решение системы уравнений относительно $A_0, A_1, \ldots, A_m$ позволяет получить искомую теоретическую кривую. Однако при увеличении m объем вычислительной работы быстро растет, поэтому на практике обычно ограничиваются полиномами второй и третьей степени.

Пример 1.9. Рассмотрим полином первой степени ($m = 1$) вида

$$Y = A_0 + A_1 X,$$

который наилучшим образом удовлетворял бы экспериментальным данным, приведенным в табл. 1.8.

Таблица 1.8. Результаты обработки экспериментальных данных

n	x_i	$y_{i\text{эксп}}$	$y_{\text{выч}}$	δ	Сумма
1	0,5	1,532	1,558	+0,026	$[x] = 14{,}0$
2	1,0	1,428	1,384	–0,044	$[x^2] = 35{,}0$
3	1,5	1,197	1,210	+0,013	$[y] = 7{,}251$
4	2,0	1,016	1,036	+0,020	$[xy] = 12{,}063$
5	2,5	0,894	0,862	–0,032	$[\delta^2] = 0{,}0044$
6	3,0	0,675	0,688	+0,013	
7	3,5	0,509	0,514	+0,005	

Решение. При $m = 1$ система уравнений (1.35) превращается в систему двух уравнений с двумя неизвестными A_0 и A_1:

$$\begin{cases} nA_0 + [x]A_1 = [y]; \\ [x]A_0 + [x^2]A_1 = [xy]. \end{cases} \quad (1.36)$$

Система уравнений (1.36) имеет только одно решение, следовательно, существует только одна прямая, которая ближе других пройдет между экспериментальными точками.

Для рассматриваемого примера (см. табл. 1.8) при $n = 7$ имеем:

$$[x] = 0{,}5 + 1{,}0 + 1{,}5 + \ldots + 3{,}5 = 14{,}0;$$

$$[y] = 1{,}532 + 1{,}428 + 1{,}197 + \ldots + 0{,}509 = 7{,}251;$$

$$[x^2] = 0{,}5^2 + 1{,}0^2 + 1{,}5^2 + \ldots + 3{,}5^2 = 35{,}0;$$

$$[xy] = 0{,}5 \cdot 1{,}532 + 1{,}0 \cdot 1{,}428 + 1{,}5 \cdot 1{,}197 + \ldots + 3{,}5 \cdot 0{,}509 = 12{,}063;$$

$$[\delta^2] = 0{,}0026^2 + (-0{,}044^2) + 0{,}013^2 + \ldots + 0{,}005^2 = 0{,}0044.$$

Тогда уравнения (1.36) принимают вид

$$\begin{cases} 7A_0 + 14A_1 = 7{,}251; \\ 14A_0 + 35A_1 = 12{,}063. \end{cases}$$

Решив данную систему, получим: $A_0 = 1{,}732$; $A_1 = -0{,}348$.

Искомая теоретическая линия имеет вид (рис. 1.22).

$$Y = 1{,}732 - 0{,}348X.$$

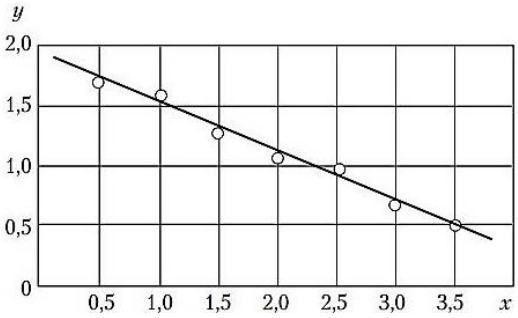


Рис. 1.22. Пример линейной аппроксимации экспериментальных данных

На основе полученной зависимости определяем значения функции $y_{выч}$ и невязки δ (см. табл. 1.8).

Если аппроксимирующая кривая имеет уравнение второго порядка ($m = 2$),то ее уравнение примет следующий вид:

$$Y = A_0 + A_1X + A_1X^2. \tag{1.37}$$

Квадратичная интерполяция по методу наименьших квадратов приведет к системе уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} nA_0 + [x]A_1 + [x^2]A_2 = [y]; \\ [x]A_0 + [x^2]A_1 + [x^3]A_2 = [xy]; \\ [x^2]A_0 + [x^3]A_1 + [x^4]A_2 = [x^2y]. \end{cases} \tag{1.38}$$

Пример 1.10. Найти параболу $y = A_0 + A_1x + A_2x^2$, которая лучше всего удовлетворяет экспериментальным данным, приведенным в табл. 1.9.

Таблица 1.9. Результаты обработки экспериментальных данных

n	x	$y_{эксп}$	$Y_{выч}$	δ	Сумма
1	0,1	2,1299	2,1318	+0,0019	$[x] = 5,5$
2	0,2	2,1532	2,1531	–0,0001	$[x^2] = 3,85$
3	0,3	2,1611	2,1590	–0,0021	$[x^3] = 3,025$
4	0,4	2,1516	2,1497	–0,0019	$[x^4] = 2,5333$
5	0,5	2,1282	2,1250	–0,0032	$[y] = 20,4389$
6	0,6	2,0807	2,0851	+0,0044	$[xy] = 10,9119$
7	0,7	2,0266	2,0299	+0,0033	$[x^2y] = 7,4661$
8	0,8	1,9594	1,9593	–0,0001	
9	0,9	1,8759	1,8735	–0,0024	
10	1,0	1,7723	1,7723	0,0000	

Решение. Исходная система уравнений (1.38) имеет вид:

$$\begin{cases} 10A_0 + 5,5A_1 + 3,85A_2 = 20,4389; \\ 5,5A_0 + 3,85A_1 + 3,025A_2 = 10,9119; \\ 3,85A_0 + 3,025A_1 + 2,5333A_2 = 7,4661. \end{cases}$$

Решая эту систему уравнений, получим: $A_0 = 2{,}095$; $A_1 = 0{,}442$; $A_2 = -0{,}765$. Тогда искомая парабола будет иметь следующее выражение (рис. 1.23):

$$Y = 2{,}095 + 0{,}442x - 0{,}765x^2.$$

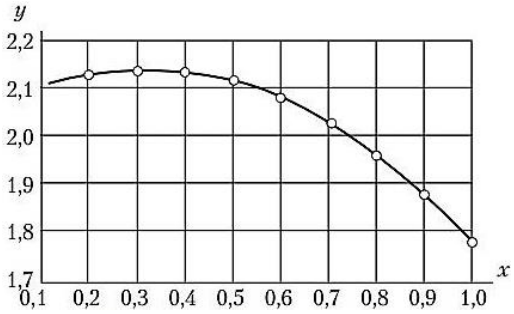


Рис. 1.23. Аппроксимация экспериментальных данных параболой второго порядка

Пример 1.11. Выполнено семь измерений (табл. 1.10). Необходимо подобрать эмпирическую формулу для полинома вида $y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_1^2$.

Таблица 1.10. Исходные данные для расчета

x_i	4	5	6	7	8	9	10
y_i	10,2	6,7	4,8	3,6	2,7	2,1	1,7

Решение. Подставим в выражения (1.30) точки и разобьем систему начальных уравнений на три группы (1–2; 3–4; 5–7):

$$\text{I группа} \begin{cases} A_0 + 4A_1 + 16A_2 - 10{,}2 = \delta_1; \\ A_0 + 5A_1 + 25A_2 - 6{,}7 = \delta_2; \end{cases}$$

$$\text{II группа} \begin{cases} A_0 + 6A_1 + 36A_2 - 4{,}8 = \delta_3; \\ A_0 + 7A_1 + 49A_2 - 3{,}6 = \delta_4; \end{cases}$$

$$\text{III группа} \begin{cases} A_0 + 8A_1 + 64A_2 - 2{,}7 = \delta_5; \\ A_0 + 9A_1 + 81A_2 - 2{,}1 = \delta_6; \\ A_0 + 10A_1 + 100A_2 - 1{,}7 = \delta_7. \end{cases}$$

После сложения уравнений в каждой подгруппе имеем:

$$2A_0 + 9A_1 + 41A_2 = 16{,}9;$$

$$2A_0 + 13A_1 + 85A_2 = 8{,}4;$$

$$3A_0 + 27A_1 + 245A_2 = 6{,}5.$$

Определяя из этих выражений A_0, A_1 и A_2, окончательно получим эмпирическую формулу вида:

$$y = 26{,}168 - 5{,}2168X_1 + 0{,}2811X_1^2.$$

Пример 1.12. Имеется восемь измерений, представленных в табл. 1.11. Анализ кривой в системе прямоугольных координат дает возможность применить выражение (1.21).

Таблица 1.11. Исходные данные для расчета

3	6	9	12	15	18	21	24
57,6	41,9	31,0	22,7	16,6	12,2	8,9	6,5

Решение. Произведем выравнивание путем замены переменных $Y = \lg y$, $X = x/2{,}303$. Тогда $Y = A + BX$, где $A = \lg a$, $B = b$. Поскольку необходимо определить два параметра, разбиваем все измерения на две группы по четыре измерения. В результате получаем следующие уравнения:

$1{,}7604 = A + (3/2{,}303)\,B$;
$1{,}6222 = A + (6/2{,}303)\,B$;
$1{,}4914 = A + (9/2{,}303)\,B$;
$1{,}3560 = A + (12/2{,}303)\,B$;
Σ $6{,}2300 = 4A + (30/2{,}303)\,B$;

$1{,}2201 = A + (15/2{,}303)\,B$;
$1{,}0864 = A + (18/2{,}303)\,B$;
$0{,}9494 = A + (21/2{,}303)\,B$;
$0{,}8129 = A + (24/2{,}303)\,B$;
Σ $4{,}0688 = 4A + (78/2{,}303)\,B$.

После суммирования по группам составляем систему уравнений с двумя неизвестными A и B, решая которую, имеем:

$$A = 1{,}8952;\ B = -0{,}1037;\ a = 78{,}56;\ b = -0{,}1037.$$

Тогда окончательно получим

$$y = 78{,}56\, e^{-0{,}1037x}.$$

Пример 1.13. Требуется рассчитать параметры a и b эмпирической формулы $y = a + \dfrac{b}{x}$ методом наименьших квадратов по экспериментальным данным, приведенным в табл. 1.12.

Таблица 1.12. Экспериментальные данные

x	2	4	6	12
y	8	5,25	3,5	3,25

Решение. Составим сумму квадратов отклонений экспериментальных значений y_i от расчетных $\left(a + \dfrac{b}{x_i}\right)$:

$$S(a,b) = \sum_{i=1}^{n}\left(a + \frac{b}{x_i} - y_i\right)^2.$$

Находим производные:

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 2\sum_{i=1}^{4}\left(a + \frac{b}{x_i} - y_i\right);$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = 2\sum_{i=1}^{4}\left(a + \frac{b}{x_i} - y_i\right)\frac{1}{x_i}.$$

Приравнивая их к нулю, получаем систему

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{4}\left(a+\frac{b}{x_i}-y_i\right)=0; \\ \sum_{i=1}^{4}\left(a+\frac{b}{x_i}-y_i\right)\frac{1}{x_i}=0. \end{cases}$$

Преобразуем полученную систему уравнений к виду:

$$\begin{cases} 4a+b\sum_{i=1}^{4}\frac{1}{x_i}=\sum_{i=1}^{4}y_i; \\ a\sum_{i=1}^{4}\frac{1}{x_i}+b\sum_{i=1}^{4}\frac{1}{x_i^2}=\sum_{i=1}^{4}\frac{y_i}{x_i}. \end{cases} \qquad (1.39)$$

Для вычисления коэффициентов данной системы уравнений составим расчетную табл. 1.13.Тогда система уравнений (1.39) примет вид

$$\begin{cases} 4a+b=20; \\ a+0{,}347b=6{,}166. \end{cases}$$

Решая ее, получим: $a = 1{,}995$; $b = 12{,}02$.

Таблица 1.13. Результаты вычислений коэффициентов системы уравнений

i	x_i	$1/x_i$	x_i^2	$1/x_i^2$	y_i	y_i/x_i
1	2	0,500	4	0,250	8,00	4,000
2	4	0,250	16	0,062	5,25	1,312
3	6	0,167	36	0,028	3,50	0,583
4	12	0,083	144	0,007	3,25	0,271
Σ	**–**	**1,000**	**–**	**0,347**	**20,00**	**6,166**

Таким образом, искомая зависимость имеет вид: $y = 1{,}995 + \frac{12{,}02}{x}$.

Изложенная методика подбора линии аппроксимации экспериментальных данных методом наименьших квадратов позволяет выбрать наиболее подходящую кривую для любых экспериментальных данных, если последние могут вообще иметь закономерность. Однако на практике часто возникает проблема соотношения требуемой точности аппроксимации и объема вычислений. Как уже отмечалось, при $m > 3$–4 объем вычислений резко возрастает, поэтому зачастую бывает достаточно кривой второго порядка, чтобы точно и без излишних вычислительных трудностей описать в аналитическом виде и отобразить графически полученные данные.

1.8. Корреляционный и регрессионный анализ

Под *регрессионным анализом* понимают исследование закономерностей связи между явлениями (процессами), которые зависят от многих, иногда неизвестных факторов. Часто между переменными x и y существует связь, но не

вполне определенная, при которой одному значению x соответствует несколько значений (совокупность) y. В таких случаях связь называют *регрессионной*.

Таким образом, функция $y = f(x)$ является регрессионной (корреляционной), если каждому значению аргумента соответствует статистический ряд распределения y. Следовательно, регрессионные зависимости характеризуются вероятностными или стохастическими связями. Поэтому установление регрессионных зависимостей между величинами y и x возможно лишь тогда, когда выполнимы статистические измерения.

Статистические зависимости описываются математическими моделями процесса (регрессионными выражениями), в которых имеется связь независимых факторов x с зависимой переменой y. Полученная модель должна быть наиболее простой и адекватной. Например, модуль упругости материала E прямопропорционально связан с его плотностью ρ. Определить эту закономерность можно только при наличии большого количества проведенных опытов или испытаний.

Суть регрессионного анализа сводится к установлению уравнения регрессии, т.е. вида кривой между случайными величинами (аргументами x и функцией y), оценке тесноты связей между ними, достоверности и адекватности результатов измерений.

Чтобы предварительно определить наличие такой корреляционной связи между x и y, на график наносят точки и строят так называемое корреляционное поле (рис. 1.24). По тесноте группирования точек вокруг прямой или кривой линии, по наклону линии можно визуально судить о наличии корреляционной связи. Так, результаты анализа рис. 1.24, *а* показывают, что экспериментальные данные имеют определенную связь между x и y. В то же время измерения, приведенные на рис. 1.24, *б*, такой связи не показывают. Корреляционное поле характеризует вид связи между x и y.

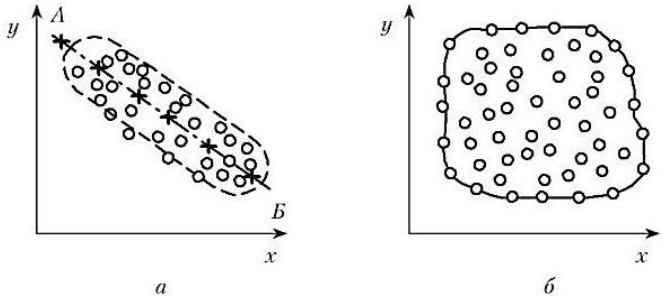


Рис. 1.24. Корреляционное поле

По форме корреляционного поля можно ориентировочно судить о форме графика, характеризующего прямолинейную или криволинейную зависимости. Даже для вполне выраженной формы корреляционного поля вследствие статистического характера связи исследуемого явления одно значение x может

иметь несколько значений y. Если на корреляционном поле усреднить точки, т.е. для каждого значения x_i определить $\bar{x}_i$ и соединить точки $\bar{y}_i$, то можно получить ломаную линию, называемую *экспериментальной регрессионной зависимостью*.

Наличие ломаной линии объясняется погрешностями измерений, недостаточным количеством измерений, физической сущностью исследуемого явления и др. Если на корреляционном поле провести плавную линию между $\bar{y}_i$, которая равноудалена от них, то получится новая теоретическая регрессионная зависимость – линия *АБ* (см. рис. 1.24, *а*).

Различают однофакторные (парные) и многофакторные регрессионные зависимости.

Парная зависимость может быть аппроксимирована прямой линией, параболой, гиперболой, логарифмической, степенной или показательной функцией, полиномом и др. (см. рис. 1.19).

Для переменных факторов связь может быть установлена с помощью n-мерного пространства уравнениями второго порядка:

$$y = b_0 + \sum_1^n b_i x_i + \sum_1^n b_{ij} x_i x_j + \sum_1^n b_i x_i^2, \qquad (1.40)$$

где y – функция цели (отклика) многофакторных переменных;
x_i – независимые факторы;
b_i – коэффициенты регрессии, характеризующие влияние фактора x_i на функцию цели;
b_{ij} – коэффициенты, характеризующие двойное влияние факторов x_i и x_j на функцию цели.

При построении теоретической регрессионной зависимости оптимальной является функция, в которой соблюдаются условия наименьших квадратов

$$\sum \left(y_i - \bar{y}\right)^2 = \min,$$

где y_i – фактические ординаты поля;
$\bar{y}$ – среднее значение ординаты с абсциссой x.

В свою очередь поле корреляции аппроксимируют уравнением прямой. Линию регрессии рассчитывают из условий наименьших квадратов $y = a + bx$. При этом кривая *АБ* (см. рис. 1.24, *а*) наилучшим образом выравнивает значения постоянных коэффициентов a и b, т.е. коэффициентов уравнения регрессии. Их вычисляют по выражениям

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}; \qquad (1.41)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = \frac{\sum y}{n} - b\frac{\sum x}{n}. \qquad (1.42)$$

Критерием близости корреляционной зависимости между x и y к линейной функциональной зависимости является коэффициент корреляции r, показывающий степень линейности связи x и y:

$$r = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{\left[n\sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2\right]\left[n\sum y_i^2 - \left(\sum y_i\right)^2\right]}}, \qquad (1.43)$$

где n – число измерений (количество наблюдений).

Значение коэффициента корреляции всегда меньше единицы. При $r = 1{,}0$ x и y связаны функциональной связью (в данном случае линейной), т.е. каждому значению x соответствует только одно значение y. Если $r < 1$, то линейной связи не существует. При $r = 0$ линейная корреляционная связь между x и y отсутствует, но может существовать нелинейная регрессия. Обычно считают тесноту связи удовлетворительной при $r \geq 0{,}5$; хорошей – при $r = 0{,}80$–$0{,}85$.

Для определения процента разброса (изменчивости) искомой функции y относительно ее среднего значения вычисляют коэффициент $k_д$ детерминации:

$$k_д = r^2. \qquad (1.44)$$

Уравнение регрессии прямой можно представить выражением

$$y = \bar{y} + r\frac{\sigma_y}{\sigma_x}(x - \bar{x}).$$

Пример 1.14. Имеется некоторый статистический ряд парных измерений, представленных в табл. 1.14. Необходимо найти уравнение регрессии, а также оценить тесноту связей и степень достоверности.

Таблица 1.14. Статистический ряд измерений

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	8	11	14	16	21	26	27	32	34	41

Решение. Расчет проводим в табличной форме (табл. 1.15).

Таблица 1.15. Результаты расчета

№ п/п	x	y	$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$	x^2	y^2	xy	$(x - \bar{x})\times(y - \bar{y})$
1	1	8	–4,5	–15	20,25	225	1	64	8	67,5
2	2	11	–3,5	–12	12,25	144	4	121	22	42,0
3	3	14	–2,5	–9	6,25	81	9	196	42	22,5
4	4	16	–1,5	–7	2,25	49	16	256	64	10,5
5	5	21	–0,5	–2	0,25	4	25	441	105	1,0
6	6	26	0,5	+3	0,25	9	36	676	156	1,5
7	7	27	1,5	+4	2,25	16	49	729	189	6,0
8	8	32	2,5	+9	6,25	81	64	1024	256	22,5
9	9	34	3,5	+11	12,25	121	81	1156	306	31,5
10	10	41	4,5	+18	20,25	324	100	1681	410	81,0
Σ	**55**	**230**	**–**	**–**	**82,50**	**1054**	**385**	**6344**	**1558**	**286,0**

Определяем средние значения для следующих величин:

$$\bar{x} = \frac{55}{10} = 5{,}5;\ \bar{y} = \frac{230}{10} = 23;\ \sigma_x = \sqrt{\frac{82{,}5}{10}} = 2{,}873;\ \sigma_y = \sqrt{\frac{1054}{10}} = 10{,}266.$$

Согласно формуле (1.43) коэффициент корреляции составит

$$r = \frac{10 \cdot 1558 - 55 \cdot 230}{\sqrt{(10 \cdot 385 - 55^2)\,(10 \cdot 6344 - 230^2)}} = \frac{2930{,}0}{2948{,}8} = 0{,}99.$$

Из выражений (1.41) и (1.42) определим значения коэффициентов b и a:

$$b = (10 \cdot 1558 - 55 \cdot 230)/(10 \cdot 385 - 55^2) = 3{,}55;$$

$$a = (230/10) - 3{,}55(55/10) = 3{,}48.$$

По формуле (1.16) уравнение регрессии примет вид: $y = 3{,}48 + 3{,}55x$.

В табл. 1.16 приведена сходимость экспериментальной (см. табл. 1.15) и теоретической регрессии.

Таблица 1.16. Оценка степени достоверности результатов

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	8,0	11,0	14,0	16,0	21,0	26,0	27,0	32,0	34,0	41,0
$y_э$	7,1	10,6	14,2	17,7	21,3	24,8	28,3	31,9	35,4	39,0

Проведенные расчеты показали невысокую расходимость. Определим коэффициент детерминации из выражения (1.44): $k_д = 0{,}99^2 = 0{,}98$. Это означает, что 98%разброса определяется изменчивостью x, а 2% – другими причинами.

Пример 1.15. Произведено 150 измерений валов определенной партии в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Отклонения X и Y относительно номинального диаметра соответственно в первой и второй плоскостях сгруппированы в $n = 10$ групп для X и $m = 10$ групп для Y. При этом интервалы по X имеют ширину $a_x = 3$ мкм, а по Y – $a_y = 4$ мкм. Сгруппированные данные представлены в табл. 1.17. Необходимо определить коэффициент корреляции и его достоверность, а также найти уравнение регрессии Y относительно X, считая, что корреляция между Y и X линейная.

Решение. Поскольку в данном случае построение графиков эмпирических линий регрессии не предусматривается, вычислять средние арифметические $\bar{y}_{xj}$ и $\bar{x}_{yi}$ не требуется. Для определения коэффициента корреляции необходимо знать значения следующих величин: $\bar{X}, \bar{Y}, \sigma_x, \sigma_y, \hat{k}_{xy}$. Для более упрощенного их вычисления будем использовать условные средние $\bar{x}_a = 7$ и $\bar{y}_a = 10{,}5$. По указанному в табл. 1.17 способу определяем: $A_x = 41$; $A_y = -99$; $B_x = 403$; $B_y = 347$.

Необходимые оценки будут иметь следующие значения:

$$\bar{X} = \bar{x}_a + \frac{a_x}{N} A_x = 7 + \frac{3}{150} 41 = 7{,}82 \text{ мкм};$$

$$\bar{Y} = \bar{y}_a + \frac{a_y}{N} A_y = 10{,}5 + \frac{4}{150}(-99) = 7{,}86 \text{ мкм};$$

$$\sigma_x^2 = \frac{a_x^2}{N-1}\left(B_x - \frac{A_x^2}{N}\right) = \frac{3^2}{149}\left(403 - \frac{41^2}{150}\right) = 23{,}67 \text{ мкм}^2;\ \sigma_x = \sqrt{23{,}67} = 4{,}86 \text{ мкм};$$

$$\sigma_y^2 = \frac{a_y^2}{N-1}\left(B_y - \frac{A_y^2}{N}\right) = \frac{4^2}{149}\left(347 - \frac{(-99)^2}{150}\right) = 30{,}25 \text{ мкм}^2;\ \sigma_y = \sqrt{30{,}25} = 5{,}50 \text{ мкм}.$$

Таблица 1.17. Корреляционная таблица

Y	X										N_{yi}	$\frac{y_i - \bar{y}_a}{a_y}$	$\frac{y_i - \bar{y}_a}{a_y} N_{yi}$	$\left(\frac{y_i - \bar{y}_a}{a_y}\right)^2 N_{yi}$
	–8	–5	–2	1	4	$\bar{x}_a = 7$	10	13	16	19				
26,5					1						1	4	4	16
22,5											0	3	0	0
18,5									1		1	2	2	4
14,5				2		6	4	13	4		29	1	29	29
$\bar{y}_a = 10{,}5$					6	13	9	13	1		42	0	0	0
6,5				6	6	15	3	5	2	1	38	–1	–38	38
2,5			1	3	11	7	3	0	1		26	–2	–52	104
–1,5			1	4	2	1	1	1			10	–3	–30	90
–5,5	1										1	–4	–4	16
–9,5	1			1							2	–5	–10	50
N_{xj}	2	0	2	16	26	42	20	32	9	1	$N = 150$	–	$A_y = -99$	$B_y = 347$
$\frac{x_j - \bar{x}_a}{a_x}$	–5	–4	–3	–2	–1	0	1	2	3	4	–	–	–	–
$\frac{x_j - \bar{x}_a}{a_x} N_{xj}$	–10	0	–6	–32	–26	0	20	64	27	4	$A_x = 41$		–	–
$\left(\frac{x_j - \bar{x}_a}{a_x}\right)^2 N_{xj}$	50	0	18	64	26	0	20	128	81	16	$B_x = 403$		–	–

Для вычисления корреляционного момента необходима величина, определяемая из выражения

$$k_{xy}^{o} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} N_{ij}\left(\frac{y_i - \bar{y}_a}{a_y}\right)\left(\frac{x_j - \bar{x}_a}{a_x}\right) = 1\cdot 4\cdot(-1) + 1\cdot 2\cdot 3 + 2\cdot 1\cdot(-2) +$$

$$+ 6\cdot 1\cdot 0 + \ldots + 1\cdot(-5)\cdot(-5) + 1\cdot(-5)\cdot(-2) = 148.$$

Тогда

$$\hat{k}_{xy} = \frac{\sigma_x \sigma_y}{N-1}\left(k_{xy}^{o} - \frac{A_x A_y}{N}\right) = \frac{3\cdot 4}{149}\left(148 - \frac{41\cdot(-99)}{150}\right) = 14{,}1.$$

Рассчитываем коэффициент корреляции:

$$r_{xy} = \frac{\hat{k}_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{14{,}1}{4{,}86\cdot 5{,}50} = 0{,}527.$$

Тогда эмпирическое уравнение регрессии Y относительно X примет вид

$$\hat{y}_x = \bar{Y} + r_{xy}\frac{\sigma_y}{\sigma_x}\left(x - \bar{X}\right) = 7{,}86 + 0{,}527\,\frac{5{,}5}{4{,}86}\left(x - 7{,}82\right) = 3{,}20 + 0{,}60x.$$

Пример 1.16. Требуется определить выборочное уравнение регрессии Y на X вида $\bar{y}_x = Ax^2 + Bx + C$ по данным, приведенным в табл. 1.18.

Таблица 1.18. Корреляционная таблица

Y	X			
	1,0	1,1	1,2	n_y
6,0	8	2	–	10
7,0	–	30	–	30
7,5	–	1	9	10
n_x	8	33	9	$n = 50$
$\bar{y}_x$	6	6,73	7,5	–

Решение. Составим расчетную табл. 1.19, на основании которой получим систему уравнений

$$\begin{cases} 74{,}98\,A + 67{,}48\,B + 60{,}89\,C = 413{,}93; \\ 67{,}48\,A + 60{,}89\,B + 55{,}10\,C = 373{,}30; \\ 60{,}89\,A + 55{,}10\,B + 50{,}00\,C = 337{,}59. \end{cases}$$

Решив эту систему уравнений, находим: $A = 1{,}94$; $B = 2{,}98$; $C = 1{,}10$.

Таблица 1.19. Расчетная таблица

x	n_x	$\bar{y}_x$	$n_x x$	$n_x x^2$	$n_x x^3$	$n_x x^4$	$n_x \bar{y}_x$	$n_x \bar{y}_x x$	$n_x \bar{y}_x x^2$
1,0	8	6	8	8	8	8	48	48	48
1,1	33	6,73	36,3	39,93	43,93	48,32	222,09	244,30	268,73
1,2	9	7,5	10,8	12,96	15,55	18,66	67,50	81,00	97,20
Σ	**50**	–	**55,10**	**60,89**	**67,48**	**74,98**	**337,59**	**373,30**	**413,93**

Тогда запишем искомое уравнение регрессии: $\bar{y}_x = 1{,}94x^2 + 2{,}98x + 1{,}10.$

Легко убедиться, что условные средние, вычисленные по этому уравнению, незначительно отличаются от условных средних корреляционной таблицы. Так, при $x_1 = 1$ определим: по табл. 1.19 $\bar{y}_1 = 6$; по уравнению $\bar{y}_1 = 1{,}94 + 2{,}98 + 1{,}10 = 6{,}02$. Таким образом, полученное уравнение достаточно хорошо согласуется с данными наблюдений (выборки).

Пример 1.17. Исследуется зависимость числа поломок коленчатых валов автотракторных двигателей от числа предшествующих ремонтов. При этом за время эксплуатации в течение одного года поквартально зарегистрировано следующее число поломок коленчатых валов.

1. В первом хозяйстве – 28, из них:
- в первом квартале по две поломки – один раз;
- во втором квартале по четыре поломки – два раза;
- в третьем квартале по шесть поломок – три раза.

Среднее число поломок по первому хозяйству составит:

$$\bar{y}_{x1} = \sum_{i=1}^{n} \frac{y_{1i} n_{1yi}}{n_{x1}} = \frac{2 \cdot 1 + 4 \cdot 2 + 6 \cdot 3}{6} = \frac{28}{6} = 4{,}7.$$

2. Во втором хозяйстве – 21, из них:
- в первом квартале по две поломки – два раза;
- во втором квартале по три поломки – один раз;
- в третьем квартале по четыре поломки – два раза;
- в четвертом квартале по шесть поломок – один раз.

Среднее число поломок во втором хозяйстве:

$$\bar{y}_{x2} = \sum_{i=1}^{n} \frac{y_{2i} n_{2yi}}{n_{x2}} = \frac{2 \cdot 2 + 3 \cdot 1 + 4 \cdot 2 + 6 \cdot 1}{6} = \frac{21}{6} = 3{,}5.$$

3. В третьем хозяйстве – 37, из них:
- в первом квартале по три поломки – один раз;
- во втором квартале по шесть поломок – два раза;
- в третьем квартале по семь поломок – два раза;
- в четвертом квартале по восемь поломок – один раз.

$$\bar{y}_{x3} = \sum_{i=1}^{n} \frac{y_{3i} n_{3yi}}{n_{x3}} = \frac{3 \cdot 1 + 6 \cdot 2 + 7 \cdot 2 + 8 \cdot 1}{6} = \frac{37}{6} = 6{,}1.$$

Всего по трем хозяйствам зафиксировано (28 + 21 + 37) = 86 поломок. Число поломок коленчатых валов поквартально для различных групп приведено в табл. 1.20.

Требуется:
- применяя метод наименьших квадратов, составить уравнение регрессии, устанавливающее зависимость среднего числа поломок валов от количества предшествующих ремонтов;
- вычислить коэффициент корреляции, устанавливающий силу (тесноту) зависимости числа поломок от количества предшествующих ремонтов.

Решение осуществляется в такой последовательности.

Таблица 1.20. Частоты поломок коленчатых валов двигателей в зависимости от количества предшествующих ремонтов

Параметры	Результативный признак Y	Число предшествующих ремонтов – факториальный признак X			
		1	2	3	n_{yi}
Частота повторяемости результативного признака y_i при заданном значении факториального признака x_i	2 раза	1	2	–	3
	3 раза	–	1	1	2
	4 раза	2	2	–	4
	6 раз	3	1	1	5
	7 раз	–	–	2	2
	8 раз	–	–	2	2
Частота поломок по хозяйствам	n_{xi}	6	6	6	18
Среднеарифметические числа поломок по хозяйствам	$\bar{y}_{xi}$	4,7	3,5	6,1	–
Среднеквадратические отклонения числа поломок по хозяйствам	$\sigma\{y\}_{xi}$	1,6	1,75	1,86	–

1. На основе данных табл. 1.20 строим опытную линию регрессии (рис. 1.25). При этом делаем заключение, что аппроксимацию указанной ломаной надлежит производить прямой линией вида $\tilde{y} = ax + b$.

2. Вычисляем общее среднее арифметическое число поломок:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i n_{yi}}{\sum_{i=1}^{n} n_{yi}} = \frac{2\cdot 3 + 3\cdot 2 + 4\cdot 4 + 6\cdot 5 + 7\cdot 2 + 8\cdot 2}{18} = \frac{88}{18} = 4{,}88.$$

3. Находим среднее арифметическое число предшествующих ремонтов:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i n_{xi}}{\sum_{i=1}^{n} n_{xi}} = \frac{1\cdot 6 + 2\cdot 6 + 3\cdot 6}{18} = \frac{36}{18} = 2{,}0.$$

4. Рассчитываем общие несмещенные дисперсии по каждому из признаков:

$$D(x) = \frac{n}{n-1}\left[\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 n_{xi}}{\sum_{i=1}^{n} n_{xi}} - (\bar{x})^2\right] = \frac{18}{18-1}\left[\frac{1^2\cdot 6 + 2^2\cdot 6 + 3^2\cdot 6}{18} - 2{,}0^2\right] = 0{,}706;$$

$$D(y) = \frac{n}{n-1}\left[\frac{\sum_{i=1}^{n} y_i^2 n_{yi}}{\sum_{i=1}^{n} n_{yi}} - (\bar{y})^2\right] =$$

$$= \frac{18}{18-1}\left[\frac{2^2\cdot 3 + 3^2\cdot 2 + 4^2\cdot 4 + 6^2\cdot 5 + 7^2\cdot 2 + 8^2\cdot 2}{18} - 4{,}88^2\right] = 4{,}19.$$

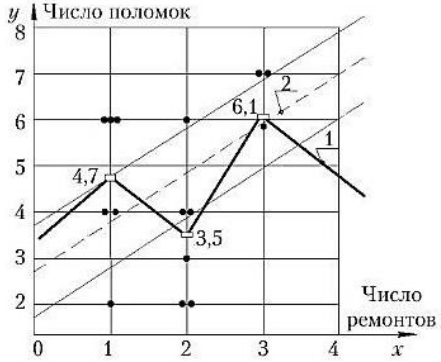


Рис. 1.25. Регрессионная зависимость числа поломок коленчатых валов от числа предшествующих ремонтов: опытная (*1*), теоретическая (*2*) составляющие

5. Определяем общие несмещенные оценки для среднеквадратических отклонений по каждому из признаков:

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)} = \sqrt{0{,}706} = 0{,}840;$$

$$\sigma(y) = \sqrt{D(y)} = \sqrt{4{,}190} = 2{,}047.$$

6. Рассчитываем несмещенный момент связи рассматриваемых двух признаков:

$$K_{xy} = \frac{n}{n-1}\left[\sum_{i}^{n}\frac{x_i y_i n_{xiyi}}{n} - \bar{x}\bar{y}\right] = \frac{18}{17}\left[\frac{2\cdot 1\cdot 1 + 2\cdot 2\cdot 2 + \ldots + 8\cdot 3\cdot 2}{18} - 2{,}0\cdot 4{,}88\right] = 0{,}765.$$

7. Находим коэффициенты корреляции:

$$r_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma(x)\sigma(y)} = \frac{0{,}765}{0{,}840\cdot 2{,}047} = 0{,}445.$$

8. Определяем коэффициенты регрессии и на основе этого записываем выборочное уравнение регрессии:

$$a = \frac{K_{xy}}{D(x)} = \frac{0{,}765}{0{,}706} = 1{,}08;$$

$$b = \bar{y} - \frac{K_{xy}}{D(x)}\bar{x} = 4{,}88 - 1{,}08\cdot 2 = 2{,}72;$$

$$\hat{y} = 1{,}08x + 2{,}72.$$

Данное уравнение регрессии получено на основе обработки выборки объемом 86 валов и представляет собой математическую модель рассматриваемого процесса.

9. Наносим теоретическую линию регрессии на график (см. рис. 1.25) по следующим точкам:

- если $x = 1$, то $\bar{y}_x = 1{,}08 + 2{,}72 = 3{,}80$;
- если $x = 3$, то $\bar{y}_x = 3{,}24 + 2{,}72 = 5{,}96$.

10. Применяя метод экстраполяций, находим детерминированную составляющую прогнозирования при аргументе $x = 4$:

$$\hat{y}_{x=4} = 1{,}08x + 2{,}72 = 1{,}08 \cdot 4 + 2{,}72 = 7{,}04.$$

Это означает, что при объеме выборки $N = 86$ валов и $x = 4$ процент поломок будет составлять:

$$P = \frac{7{,}04}{86} = 0{,}082 \text{ или } P = 0{,}082 \cdot 100\% = 8{,}2\%.$$

11. Возводя коэффициент корреляции в квадрат, получаем величину коэффициента детерминации $k_д = r_{yx}^2 = 0{,}445^2 = 0{,}198$. Это означает, что 19,8% разброса числа поломок является следствием предшествовавших ремонтов. Остальной разброс 80,2% обусловливается другими причинами.

Следует отметить, что если рассмотреть другую выборку, то могут быть получены другие значения коэффициентов регрессии и, следовательно, может быть построена иная математическая модель процесса.

На практике часто возникает потребность в установлении связи между y и многими параметрами $x_1, ..., x_n$ на основе многофакторной регрессии. Многофакторные регрессии аппроксимируют полиномами первого или второго порядка. Уравнение регрессии определяет систематическую составляющую, а ошибки разброса – случайную. Теоретическую модель множественной регрессии можно получить методами математического планирования, т.е. активным и пассивным экспериментом, когда точки факторного пространства выбираются в процессе эксперимента произвольно.

1.9. Методика оценки адекватности теоретических решений

При проведении экспериментальных исследований результаты измерений составляют статистический ряд парных, однофакторных (x_i, y_i) или многофакторных (a_i, b_i, c_i) экспериментов. Полученные измерения обрабатываются, анализируются, к ним подбираются эмпирические формулы, и устанавливается их достоверность. Перед подбором эмпирических формул проверяется достоверность эксперимента и воспроизводимость результатов по критерию Кохрена.

На всех стадиях анализа теоретико-экспериментальных исследований необходимо проводить *оценку* гипотезы исследования на пригодность, а теоретических данных – *на адекватность*.

Для оценки адекватности используются доверительные интервалы, которые с заданной вероятностью позволяют определять искомые значения оцениваемого параметра. При такой проверке происходит сопоставление полученной теоретической функции $y = f(x)$ с результатами измерений.

В практике оценки адекватности применяют различные статистические *критерии согласия* – совокупность условий, подтверждающих справедливость принятых гипотез.

Критерии согласия являются объективными оценками близости экспериментальных (опытных) и теоретических распределений и позволяют ответить на главный вопрос: вызвано ли расхождение опытного и теоретического распределений случайными причинами, связанными с недостаточным числом наблюдений, или существенными причинами, т.е. тем, что теоретическое распределение плохо воспроизводит фактическое.

Наиболее широкое применение находит *критерий Фишера*.

Определение адекватности модели – это ошибка аппроксимации опытных данных.

Для ее определения рассчитывается экспериментальное (опытное) значение критерия Фишера $k_{\text{фэ}}$ и сравнивается с теоретическим (табличным) $k_{\text{фт}}$ при заданной доверительной вероятности $P_{\text{д}} = 0{,}95$.

Модель считается адекватной, если выполняется неравенство $k_{\text{фэ}} < k_{\text{фт}}$, модель считается неадекватной, если $k_{\text{фэ}} \geq k_{\text{фт}}$.

Экспериментальный критерий Фишера $k_{\text{фэ}}$ вычисляют по формуле

$$k_{\text{фэ}} = \frac{D_a}{D_{\text{ср}}}, \tag{1.45}$$

где D_a – дисперсия адекватности;

$D_{\text{ср}}$ – средняя дисперсия всего эксперимента.

Дисперсия адекватности D_a и средняя дисперсия $D_{\text{ср}}$ всего эксперимента определяются по следующим зависимостям:

$$D_a = \frac{\sum_{1}^{n} (y_{i\text{т}} - \bar{y}_{i\text{э}})^2}{n - d}; \tag{1.46}$$

$$D_{\text{ср}} = \frac{\sum_{1}^{m}\sum_{1}^{n} (y_{i\text{т}} - y_{i\text{э}})^2}{mn}, \tag{1.47}$$

где $y_{i\text{т}}$ – теоретическое значение функции для каждого измерения;

$y_{i\text{э}}$ – экспериментальное значение функции;

$\bar{y}_{i\text{э}}$ – среднее экспериментальное значение функции из m серий измерений;

n – количество измерений в одном опыте (одной серии) или количество опытов);

d – число коэффициентов уравнения теоретической регрессии.

Значение критерия Фишера $k_{\text{фт}}$ принимается по таблицам из справочной литературы для доверительной вероятности $P_{\text{д}} = 0{,}95$ и числа степеней свободы $q_1 = n - d$, $q_2 = n\,(m - 1)$.

В уравнениях (1.46) и (1.47) $y_{i\text{т}}$ вычисляют по теоретической регрессии для фактора X_i; $\bar{y}_{i\text{э}}$ – как средние из m серий измерений, т.е.

$$\bar{y}_{i\text{э}} = \frac{1}{m}\left(y_{1\text{э}} + y_{2\text{э}} + \ldots + y_{m\text{э}}\right). \tag{1.48}$$

Критерий Фишера обычно применяется для определения адекватности малых выборок.

В больших выборках используют несколько критериев, различных по мощности и методу обработки исходных данных, в первую очередь целесообразно применять критерии согласия Пирсона χ^2 (хи-квадрат), Романовского, Колмогорова и др.

Наиболее распространен метод статистической проверки гипотез с применением критерия Пирсона χ^2, который является наиболее обстоятельным при большом цикле наблюдений; он почти всегда опровергает неверную гипотезу. Данный критерий применим, когда данные эксперимента представляют число объектов; число отказавших машин, бракованных деталей и т.д., которые могут зависеть от дня недели, настройки машин и других факторов.

Согласно данному критерию гипотеза о законе распределения подтверждается при соблюдении условия

$$P(\chi^2, q) > \alpha = 1 - \varphi(x), \tag{1.49}$$

где χ^2 – критерий согласия Пирсона;

q – число степеней свободы, равное $q = m - s$;

m – количество групп большой выборки;

s – число используемых связей (констант);

$\alpha = 1 - \varphi(x)$ – уровень значимости, равный $\alpha = 0{,}10$.

Проверка гипотез о законе распределения измерений эксперимента с помощью критерия χ^2 справедлива не только для нормального, но и для любого закона распределения. Однако число измерений должно быть сравнительно большим (обычно $n > 50$–60). Недостатком критерия Пирсона является то, что он не дает однозначной оценки для заключения об оптимальности принятого теоретического закона распределения.

Критерий согласия В.И. Романовского используется для оценки приближения эмпирического распределения к теоретическому. Данный критерий применяется следующим образом. Сначала определяют значение χ^2, а затем, учитывая число степеней свободы q, используют выражение

$$k_{\text{р}} = \frac{\chi^2 - q}{\sqrt{2q}}, \tag{1.50}$$

где q – число степеней свободы, определяемое как $q = m - s$.

Адекватность уравнения (1.50) удовлетворяется при $k_{\text{р}} < 3$.

Существует другой метод проверки соответствия статистической выборки экспериментальных данных нормальному закону, основанный на применении *критерия согласия А.Н. Колмогорова*. Если критерий Пирсона определяет расхождения между эмпирическими $f_{\text{э}i}$ и теоретическими $f_{\text{т}i}$ частотами плотности распределения вероятностей $f(x)$, то критерий Колмогорова рассматривает в качестве меры расхождения экспериментальных и теоретических данных наибольшее значение D абсолютной величины разности их интегральной функции распределения (рис. 1.26).

Критерий Колмогорова рекомендуется применять, если параметры распределения $F(x)$ известны до опыта и ставится задача по результатам эксперимента проверить только согласованность теоретического и опытного распределений.

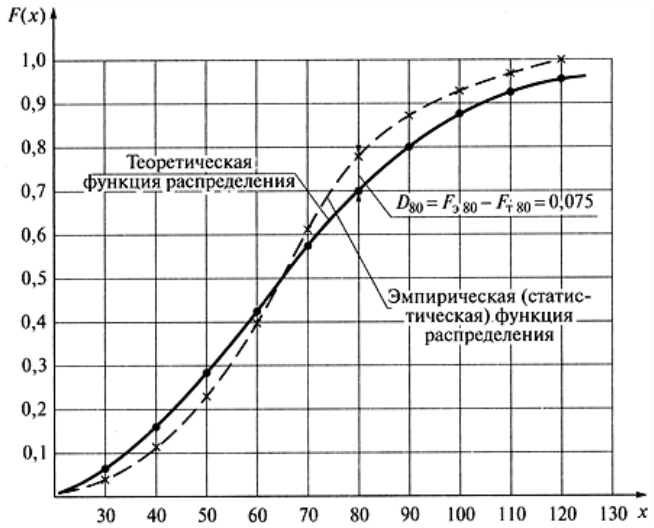


Рис. 1.26. Проверка соответствия эмпирического распределения с помощью критерия Колмогорова

Для определения критерия Колмогорова необходимо преобразовать статистическую кривую частот в интегральную функцию и найти максимальную разность частот между экспериментальной и теоретической интегральной кривой:

$$D_q = \max\left|F_{эi}(x) - F_{тi}(x)\right|, \tag{1.51}$$

где $F_{эi}(x)$, $F_{тi}(x)$ – соответственно эмпирическое и теоретическое значения интегральной функции $F(x)$ в i-м интервале.

При его применении на графике (см. рис. 1.26) строятся несгруппированная эмпирическая функция распределения и выбранная аппроксимирующая функция предполагаемого закона распределения, а за меру расхождения между $F_{тi}(x)$ и $F_{эi}(x)$ выбирается величина

$$\lambda_q = D_q\sqrt{n}. \tag{1.52}$$

Рассчитанный показатель λ_q не должен превышать значение λ_α, определяемое по таблице критических значений распределения Колмогорова (табл. 1.21) в зависимости от уровня значимости α. Если $\lambda_q > \lambda_\alpha$, то гипотеза о согласии теоретического и эмпирического распределений принимается, в противном случае – отвергается.

Таблица 1.21. Критическое значение λ_α для распределения Колмогорова

α	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
λ_α	0,828	0,895	0,974	1,073	1,224	1,358	1,520	1,627	1,950

Основным достоинством критерия Колмогорова является возможность оценки справедливости гипотезы при незначительных объемах наблюдений случайной величины.

Пример 1.18. Проверить близость некоторого фактического распределения с параметрами $m = 10$ и $\chi^2 = 10{,}6$ к нормальному.

Решение. Находим число степеней свободы, которое составит $q = 10 - 2 = 8$. Тогда, используя выражение (1.50), получим

$$k_{\text{р}} = \frac{10{,}6 - 8}{\sqrt{2 \cdot 8}} = 0{,}65 < 3.$$

На этом основании можно сделать вывод, что фактическое распределение достаточно точно описывается с помощью закона нормального распределения.

Пример 1.19. Требуется проверить соответствие экспериментальной случайной величины работоспособности новой конструкции нормальному закону распределения. Данные эксперимента приведены в табл. 1.4 (см. условия примера 1.5).

Решение. Рассчитанные значения интегральных функций $F_{\text{э}}(x)$ и $F_{\text{т}}(x)$ для каждого i-го интервала гистограммы экспериментальных данных представлены в табл. 1.22. Значения каждой из этих функций будет равно сумме значений $F(x)$ в $(i–1)$-м интервале и значений $f(x)$ в i-м интервале.

Таблица 1.22. Значения функций $F_{\text{э}}(x)$ и $F_{\text{т}}(x)$

x_i	30	40	50	60	70
$F_{\text{э}}(x)$	0,026	0,103	0,231	0,385	0,616
$F_{\text{т}}(x)$	0,069	0,163	0,281	0,417	0,545
D_q	0,043	0,060	0,050	0,032	0,071
x_i	80	90	100	110	120
$F_{\text{э}}(x)$	0,744	0,846	0,923	0,974	1,000
$F_{\text{т}}(x)$	0,699	0,785	0,855	0,899	0,921
D_q	0,075	0,061	0,068	0,075	0,079

Из табл. 1.22 следует, что максимальное расхождение относится к последнему интервалу выборки $D_q = 0{,}079$.

Используя выражение (1.52), находим значение параметра λ_q:

$$\lambda_q = 0{,}079\sqrt{78} = 0{,}079 \cdot 8{,}832 = 0{,}6977.$$

По табл. 1.21 определяем, что при $\alpha = 0{,}10$, $\lambda_\alpha = 1{,}224$. Поскольку $\lambda_q = 0{,}6977 < \lambda_\alpha = 1{,}224$, гипотеза о нормальности распределения величины x считается подтвержденной.

ГЛАВА 2.
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Высокий уровень изобретательского и рационализаторского творчества студентов возможен только при хорошей организации патентных исследований, позволяющих сократить время на решение поставленной задачи и получить результат, не уступающий по техническому уровню мировым достижениям.

Освоение методики проведения патентно-информационных исследований позволит выработать современные взгляды на значение данного вида работ, собрать качественную информацию об объекте исследования, ознакомиться с новейшими достижениями в этой области, патентной терминологией и обеспечить высокий научный уровень технических разработок.

Данная глава содержит информацию, которая необходима для проведения патентных исследований технического уровня, анализа рынков сбыта продукции и обеспечивает достижение высокого уровня научно-технических разработок при выполнении выпускных квалификационных, научно-исследовательских, опытно-конструкторских и других видов работ.

2.1. Общие сведения о патентно-информационном обеспечении

Патентно-информационное обеспечение – важнейшая часть патентной системы, обеспечивающей создание и защиту новых видов продукции, поколений техники и технологий. Патентные исследования представляют собой комплекс работ, включающих поиск, отбор, анализ и целенаправленное использование патентной информации. Патентные исследования проводятся с целью оценки технического уровня и тенденций развития объектов хозяйственной деятельности (например, объектов техники как результата и средства хозяйственной деятельности), их патентоспособности, патентной чистоты и конкурентоспособности (эффективности использования по назначению) на основе патентной и иной информации.

Патентоспособность – свойство технического решения, определяющее его способность охраняться документом исключительного права (патентом) с учетом основных требований, которым должно отвечать патентоспособное изобретение: *во-первых*, оно должно быть новым; *во-вторых*, обладать изобретательским уровнем; *в-третьих*, быть пригодным для промышленного применения. При оценке патентоспособности *новизна* изобретения оценивается исходя из уровня техники, достигнутого на дату приоритета изобретения.

Изобретательский уровень является дополнительным критерием новизны изобретения. Он оценивается на основе общепринятого в патентной практике критерия знаний специалиста в данной области техники. База знаний определяется тем же уровнем техники, что и новизна изобретения. Однако при этом не принимаются во внимание ранее поданные не опубликованные заявки и запатентованные изобретения.

Под промышленной применимостью понимается пригодность изобретения к использованию в любой отрасли промышленной деятельности, в том числе в здравоохранении, сельском хозяйстве и т.п. Требование промышленной применимости относится к техническим решениям, т.е. к изобретениям в области техники. Это подтверждается классификацией патентоспособных изобретений по следующим видам: устройства, способы и вещества, а также способ их применения по новому назначению. Предложение, не попадающее ни под один из указанных видов, считается непатентоспособным и не может быть признано изобретением.

Объекты (машины, приборы, оборудование, инструменты, материалы, технологические процессы и др.), которые не подпадают под действие патентов, обладают на территории этой страны патентной чистотой. При этом, если хотя бы на один элемент продукции действует патент, то вся продукция в целом не удовлетворяет требованиям патентной чистоты.

Патентная чистота – свойство объекта интеллектуальной собственности (техники, конструкции, способа производства и т.п.), заключающееся в том, что он может быть использован в данной стране без опасности нарушения действующих на ее территории патентов. Для этого проводят проверку на патентную чистоту, цель которой – установить возможность реализации объекта техники в определенной стране или группе стран, а также определяют меры для обеспечения реализации объекта без нарушения прав третьих лиц.

Изделие обладает патентной чистотой и в том случае, если подпадет под патенты, срок действия которых истек. Поскольку патент имеет территориальное действие, то при наличии, например, действующего патента в Японии и США на определенный объект техники, этот объект не обладает патентной чистотой в отношении данных стран. Однако если патент на такой же объект отсутствует на территории Австралии и Индии, то по отношению к этим странам он обладает патентной чистотой.

Для обеспечения патентной чистоты объектов техники необходимо проводить целенаправленную работу на стадии обобщения и оценки полученных результатов исследований, разработки проектной документации на объект техники, разработки рабочей документации, испытания опытного образца и постановки продукции на производство.

Данные о результатах экспертизы на патентную чистоту заносят в соответствующие формы таблиц, представленные в Приложении 1.

С учетом изложенного патентные исследования представляют собой комплекс работ по научно-обоснованному поиску, отбору и анализу описаний отечественных и зарубежных изобретений.

2.2. Методы нахождения идей при создании объектов интеллектуальной собственности

Методы инженерного творчества помогают наиболее четко формулировать задачи, ускоряют процесс нахождения идей, увеличивают их количество, а также расширяют взгляд на проблему и уничтожают ментальные

блокады. При этом различные методики инженерного творчества рассчитаны на работу одного человека, двух или группы.

Метод морфологического анализа заключается в структурном анализе объекта: выбираются несколько его составных частей; затем проводят синтез, т.е. анализируются все возможные сочетания признаков, при этом каждая комбинация может являться потенциальным решением. Морфологический анализ наиболее эффективен при решении технических задач, например, при проектировании новых машин или поиск новых технических конструкторских решений. При этом выделяют 10 составных частей и для каждой из них находят 10 разнообразных решений. Таким образом, при рассмотрении различных комбинаций какие-то из них дадут принципиально новые возможности, а другие могут быть просто уже известными решениями. Этот метод часто называют методом научно-технического анализа.

Метод контрольных вопросов (анализа характеристик). Для создания новых идей можно использовать список вопросов или предложений, относящихся к анализируемой задаче. Список контрольных вопросов составляют в произвольной форме, например:

– можно ли изменить свойства?
– можно ли найти иной способ применения данного решения (устройства);
– существует ли что-то похожее?
– что можно изменить?
– что можно оставить?
– можно ли убрать или добавить новый компонент или устройство?

Данный метод достаточно хорошо помогает разобраться в сущности задачи, проанализировать интересующую проблему, а также найти (определить) нестандартное решение. При этом, чем больше вопросов, тем больше вероятность создания новых идей.

Матричное структурирование. Матричное структурирование проблем – это систематизация поиска новых идей с помощью построения матрицы. Столбцы матрицы будут соответствовать обсуждаемым вариантам товаров, а строки – рыночным атрибутам этих товаров, записанным в виде вопросов.

Синектический метод. Синектика (от англ. *Synectics* – совмещение разнородных элементов). Данный метод основан на аналогиях и разработан американским ученым У. Гордоном, который анализировал групповую работу изобретателей и заметил, что новые идеи обычно появляются на основе аналогий с природными явлениями или другими аспектами жизни. При этом можно выделить четыре вида аналогий.

1. *Прямые* – это проведение прямого сравнения между объектами или процессами, обладающими некоторыми общими характеристиками. Природа, художественная литература дают много аналогов для научного и инженерного творчества.

2. *Метод ассоциаций* – «вхождение в образ», т.е. представление возможного поведения или состояния машины, узла, детали в этих условиях.

3. *Символические* – основаны на выражении проблемы в символах или образах, воображении наиболее оптимального решения, а затем

приспособлении его к реальности.

4. *Фантастические* – в задачу вводятся какие-нибудь фантастические существа, выполняющие то, что требуется по условиям задачи.

Метод фокальных объектов. Этот метод основан на том, что свойства одних объектов переносятся на другие. Для поиска объектов переноса пользуются книгами и словарями.

Метод инверсии. Данный метод заключается в том, что пользуются противоположным обычному взгляду на проблему и ее решением. Мысленно меняют местами то, что внутри, ставят наружу и наоборот, «вверх дном» и т.п.

Метод мозгового штурма. Данный метод, созданный американским ученым А. Осборном, представляет собой неструктурированный процесс нахождения различных идей, спонтанно предлагаемых участниками. В основе метода лежит идея о том, что для появления творческой инициативы человека необходимо вырвать из привычной обстановки и поместить в необычные условия (например, сделать участником игры). Данный метод не устраняет беспорядочных поисков, однако он отражает важный механизм взаимодействия и развития идей. Один участник игры высказывает одну идею, другой ее видоизменяет, теперь можно иначе увидеть эту идею, что позволит продолжить ее развитие, и образуется цепь идей.

Существуют различные варианты проведения мозгового штурма: обратный мозговой штурм, т.е. анализируются недостатки старых решений и двойной прямой штурм, когда после перерыва штурм повторяют и т.д.

Метод свободных ассоциаций. Этот метод является одним из самых простых и в то же время самых действенных методов выработки новых идей. Он полезен при необходимости выработать совершено новый взгляд на проблему. При этом на листе бумаге пишется слово или фраза, которая относится к обдумываемой теме, затем последовательно добавляются другие слова и фразы, обозначающие новые стороны мыслительного процесса, благодаря чему возникает цепочка идей.

Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) – это программа последовательных и планомерных действий, направленных на решение изобретательских задач на основе учения о противоречиях и их преодолении. Сущность АРИЗ состоит в сравнении идеального и реального с целью выявления технического противоречия, причины появления и его устранения на основе анализа минимального числа вариантов. Данный метод позволяет работать с задачами, в которых можно выделить прототип и указать его недостатки. При это АРИЗ включает:

- формулировку исходной задачи в общем виде;
- обработку и уточнение задачи с учетом психологической инерции и технических решений;
- изложение условия задачи;
- формулировку идеального конечного результата;
- сравнение последнего с реальным техническим объектом;
- выявление технического и физического противоречий в конструкции или процессе.

В общем случае АРИЗ можно представить в виде основных этапов последовательного получения инженерного решения.

1. *Выбор задачи*: определение конечной цели и технико-экономического показателя, проверка достижимости результата, оценка эффекта от решения «обходной» задачи, оценка величины эффекта, определение количественного показателя, введение временного фактора, оценка условий внедрения.
2. *Уточнение условий задачи*: патентный поиск, оценка уровня затрат, оценка изменчивости задачи при снижении требуемого показателя до нуля и при увеличении на порядок, упрощение задачи.
3. *Аналитическая стадия*: нахождение идеального конечного результата с возможностью упрощения конечной схемы до предела работоспособности, оценка причин невозможности достижения, поиск причин, выявление устройства или его состояния в процессе работы.
4. *Оперативная стадия*: оценка возможности устранения технического противоречия, изменения среды и сопряженных объектов, оценка влияния временного фактора, изучение решения противоречий в природе, корректировка свойств с учетом современных достижений в технике.
5. *Синтетическая стадия*: оценка изменчивости объекта, возможность применения по новому назначению, оценка применимости инженерной идеи или обратной ей при решении аналогичных задач.

Пример 2.1. При производстве преднапряженного железобетона для растяжения арматуры используют гидравлические домкраты, которые являются сложными и ненадежными. Для этого был предложен электротермический способ натяжения арматуры, однако он пригоден лишь для обычной стали. В случае использования арматуры из высококачественной стали оказалось, что при ее нагревании до температуры выше 700°С, обеспечивающей необходимое удлинение арматуры, теряются ее физико-механические свойства. Требуется устранить данный недостаток, сохранив при этом технологию.

Решение сводится к построению модели, которая точно отражает суть задачи – техническое противоречие и элементы данного противоречия. При этом модель можно сформулировать следующим образом: *даны тепловое поле и стальная проволока. Если нагревать проволоку до 700°С, то она получит необходимое удлинение, но утратит прочность*. В модели устранены все лишние элементы системы, при этом оставлены только те из них, которые необходимы и достаточны, чтобы точно сформулировать техническое противоречие. Далее формулируют идеальный конечный результат, т.е. определяют наиболее сильный вариант решения задачи и от него отступают как можно меньше. Для нашего примера это звучит так: *тепловое поле обеспечивает требуемое удлинение проволоки и не утратит прочность*. Это идеальное решение, оно отсекает решение низших уровней.

Дальнейшее исключение (отсев) вариантов происходит при формулировании физического противоречия: *тепловое поле должно нагревать проволоку так, чтобы она удлинялась, и не должно нагревать проволоку, чтобы она не утратила прочность*. Для преодоления этого противоречия логично предположить раздвоение вещества проволоки, т.е. можно взять две проволоки. Пусть тепловое поле нагревает одну и не нагревает другую, причем удлинение первой проволоки будет передано второй. Таким образом, возникает идея об электротермическом домкрате и далее следует техническое решение, анализ которого показал, что оно является сильным, относится к 3–4 уровню решения изобретательских задач и может быть использовано при решении других задач. При этом здесь не потребовалось перехода множества вариантов.

Описанный метод поиска технических решений значительно повышает производительность труда.

Использование информационных технологий и баз данных. Появление новых идей значительно облегчает использование Интернета. Этот метод основан на использовании таких видов информации как патенты, научные конференции, реклама, торговые журналы и разные сайты.

Наиболее интересные результаты приносит комбинирование различных методов.

2.3. Система классификации патентной информации

В настоящее время полную информацию о новых технических решениях можно узнать из описаний патентов.

Ключом патентной информации является система классификации. Исторически каждая страна сначала создавала свою классификационную систему (российская, французская, германская, английская, американская, японская крупные системы), различающиеся языком, алфавитом, культурным наследием и т.д. Такие отличия являлись существенным барьером при обмене информации между странами. Рост объема мирового патентного фонда и развитие международного сотрудничества привели к необходимости создания единой системы – *Международной патентной классификации изобретений* (МПК), охватывающей все патентные документы.

В настоящее время МПК используется в качестве обязательной системы классификации изобретений во всех промышленно развитых странах мира, а национальные системы применяются для поиска патентных документов в ретроспективной части патентных фондов.

Разработчики МПК предусмотрели пригодность системы для всех стран, охват современных областей техники, возможность дальнейшего развития классификации путем введения новых рубрик и замены устаревших. При введении новой последующей редакции МПК документы ретроспективного фонда не реклассифицируются: каждая редакция МПК действует с момента вступления в силу до начала действия очередной новой редакции.

Для упрощения ориентации в новой системе классификации выпускается издание новой редакции основной (укрупненной) схемы, где приводится перечень разделов, классов и подклассов, групп и подгрупп МПК (табл. 2.1). Причем каждый раздел соответствует определенной области техники, в которой изобретения охраняются патентами. Так, первый классификационный ряд (высший уровень иерархии) состоит из восьми разделов, которые обозначаются заглавными буквами латинского алфавита (см. табл. 2.1).

Разделы МПК имеют подразделы с информативными подзаголовками, не обозначенными индексами (символами). Например, в разделе *А* присутствуют подразделы «Сельское хозяйство», «Пищевые продукты» и др.

Для обеспечения полного охвата новых областей техники в МПК значительно увеличены число и дробность рубрик. При этом структура классификации такова, что позволяет расширять систему.

Таблица 2.1. Классификационный ряд МПК

Разделы	Подразделы	Индекс класса
A — удовлетворение жизненных потребностей человека	• Сельское хозяйство; • пищевые продукты; • предметы личного и домашнего обихода; • здоровье, развлечения	*A01* *A21–A24* *A41–A47* *A61–A63*
B — различные технологические процессы, транспортирование	• Разделение и смешивание; • формование; • полиграфия; • транспортирование; • микроструктурные технологии; • нанотехнологии	*B01–B09* *B21–B32* *B41–B44* *B60–B68* *B81–B82*
C — химия, металлургия	• Химия; • металлургия	*C01–C14* *C22–C30*
D — текстиль, бумага	• Текстильные и подобные гибкие материалы, не отнесенные к другим • классам; • производство бумаги, целлюлозы	*D01–D07* *D–21*
E — строительство, горное дело	• Строительство; • бурение грунта или горных пород; • горное дело	*E01–E06* *E21*
F — механика, освещение, отопление, двигатели и насосы, оружие, боеприпасы, взрывные работы	• Двигатели и насосы; • общее машиностроение; • освещение; отопление; • оружие и боеприпасы, взрывные работы	*F01–F04* *F15–F17* *F21–F28* *F41–F42*
G — физика	• Приборы; • ядерная физика и техника и • примыкающие к ним отрасли науки	*G01–G12* *G21*
H — электричество	Электричество	*H01–H05*

Каждый раздел (первый уровень иерархии) подразделяется на классы, индексы которых состоят из индекса раздела и двухзначного числа. Например, *A21*: класс относится к разделу *A*, подразделу «Пищевые продукты, табак», двузначное число 21 соответствует номеру класса, заголовок раскрывает содержание класса; раздел *G* делится на 14 классов – от *G01* до *G23*, в которых иерархически отражены основные направления физики, в частности *G04* «Часы и прочие измерители времени». Раздел может содержать 99 классов (от 01 до 99), при этом отдельные номера классов могут быть пропущены, чтобы в случае необходимости ввести новые классы.

Классы являются вторым уровнем иерархии МПК и подразделяются на подклассы (третий уровень иерархии), также обозначаемые индексом и заголовком. Индекс подкласса состоит из индекса класса и прописной латинской буквы, например, *B21K* «Изготовление изделий ковкой или штамповкой. При этом каждый подкласс разбит на подразделения, называемые рубриками. Среди рубрик различают основные (главные) группы (четвертый уровень иерархии), обозначаемые, как правило, нечетными цифрами, и подгруппы (более низкий уровень иерархии), обозначаемые четными цифрами.

Индекс основной группы состоит из индекса подкласса, за которым следует одно-, двух- или трехзначное число с символом 00 после наклонной черты, например, *A01B1/00*. Текст основной группы точно определяет область техники, в которой наиболее целесообразно проведение поиска, например, *B21B1/00* «Способы и устройства для прокатки листового или профильного металла».

Подгруппы образуют рубрики, подчиненные основной группе. Индекс подгруппы состоит из индекса подкласса, за ним следуют одно-, двух- или трехзначный номер группы и двух- или трехзначный номер (вместо двух нулей) после наклонной черты, например, *B21K1/02* «Изготовление шариков, роликов»; *B21K1/04* «Изготовление обойм или сепараторов для шариков» и т.д.

Каждая третья или четвертая цифра после наклонной черты понимается как дальнейшее десятичное деление второй или соответственно третьей цифры. Например, в классе *C03B/00* «Печи для варки стекла» подгруппа с индексом *5/027* находится после подгруппы *5/02*, но перед подгруппой *5/03*.

Зависимость и подчиненность между группами и подгруппами МПК дополнительно выражается смещением строк текста подчиненной подгруппы вправо с точками перед текстом. Наличие одной точки перед названием подгруппы означает, что эта подгруппа подчинена вышестоящей группе, наличие двух точек перед названием подгруппы означает, что она подчинена ближайшей подгруппе с одной точкой, и т.д.

Таким образом, полный классификационный индекс состоит из комбинации символов, используемых для обозначения раздела, класса, подкласса и основной группы или подгруппы (рис. 2.1).

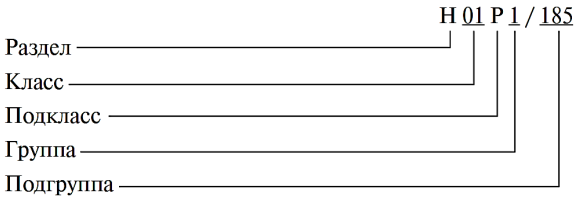


Рис. 2.1. Основная структура классификационного индекса МПК

В МПК присутствуют также примечания, разъясняющие значения употребляемых терминов и выражений, или указания, как следует классифицировать ту или иную тематику.

2.4. Содержание и порядок проведения патентных исследований

Патентные исследования проводятся на различных стадиях жизненного цикла объектов техники, в частности, при разработке научно-технических прогнозов и планов развития науки и техники, аттестации промышленной продукции, определении целесообразности ее экспорта, продажи и приобретении лицензий, а также при защите государственных интересов в области охраны промышленной собственности.

В отдельных случаях патентные исследования проводятся в ограниченном объеме (например, для предприятия). Если существующая проблема (исследуемый вид техники) охватывает ряд тем или объектов техники, то патентные исследования выполняют по проблеме в целом, а результаты используют при разработке каждой темы, входящей в проблему.

В ходе патентных исследований могут выполняться:

- изучение технического уровня объектов хозяйственной деятельности, выявление тенденций, обоснование прогноза их развития;
- оценка состояния рынков конкретной продукции, сложившейся патентной ситуации, а также характера национального производства;
- исследование направлений научно-исследовательской и производственной деятельности организаций;
- анализ коммерческой деятельности, включая лицензионную деятельность организаций;
- технико-экономический анализ и обоснование выбора технических и конструкторских решений (из числа известных объектов промышленной собственности), отвечающих требованиям создания новых и совершенствования существующих объектов техники и услуг;
- выявление новых технических, художественно-конструкторских и программных решений, созданных в процессе выполнения НИР, с целью отнесения к объектам интеллектуальной собственности;
- изучение патентной чистоты объекта техники;
- обоснование целесообразности правовой охраны объектов интеллектуальной собственности в стране и за рубежом, выбор стран патентования;
- анализ конкурентоспособности объектов хозяйственной деятельности, эффективности их использования по назначению;
- выявление, отбор лицензий и инжиниринговых услуг.

В этот перечень включены далеко не все виды работ, связанных с патентными исследованиями. При выполнении ВКР можно рекомендовать любой из перечисленных видов исследований.

Конкретное содержание патентных исследований определяется в зависимости от характера и этапов проводимой работы, стадии жизненного цикла объекта техники, а также результатов анализа деятельности субъекта согласно ГОСТ Р 15.301–2016. Данный стандарт распространяется на деятельность всех субъектов независимо от форм собственности.

Патентные исследования проводят:

1) исполнители (разработчики) программ создания, развития производства и использования объектов техники;
2) исполнители фундаментальных исследований с практическим выходом продукции и исследований прикладного характера;
3) исполнители НИР;
4) заказчики – основные потребители объектов хозяйственной деятельности;
5) изготовители (поставщики) объектов хозяйственной деятельности.

Взаимосвязь патентных исследований с основными видами деятельности организаций представлена на рис. 2.2.

Патентно-информационные исследования включают в себя:

- определение задач и видов патентных исследований, а также разработку задания на их проведение (Приложение 2);
- определение требований к поиску патентной и другой документации, разработку регламента поиска информации;
- поиск и отбор источников патентной и другой научно-технической (в том числе конъюнктурно-экономической) информации, относящихся к теме поиска;
- систематизацию и анализ отобранной информации;
- обоснование предложений по дальнейшей деятельности хозяйствующего субъекта, подготовку выводов и рекомендаций;
- обобщение результатов и составление отчета о патентном поиске.

К основным *видам патентных исследований* относятся:

1. *Поиск на новизну*. Цель поиска – установление новизны изобретения или ее отсутствия в патентной заявке. Задача этого поиска заключается в определении предшествующего уровня техники в данной области для того, чтобы установить наличие или отсутствие изобретения до даты, предшествующей дате проведения поиска.

2. *Поиск на патентоспособность патента*. Цель поиска заключается в выявлении документов, релевантных не только в отношении новизны, но также и в отношении других критериев патентоспособности, например, наличие или отсутствие изобретательского шага (т.е. является или не является очевидным предполагаемое изобретение) или достижении полезных результатов или технического прогресса. Этот вид поиска должен проводиться по всем областям техники, которые могут содержать материал, имеющий отношение к изобретению. Поиски на новизну и патентоспособность выполняются в основном ведомствами по промышленной собственности в соответствии с их процедурой патентной экспертизы.

3. *Поиск на патентную чистоту*. Цель поиска – определить патенты и опубликованные патентные заявки, права которых могли быть нарушены в случае промышленной реализации данного объекта. Основная задача такого поиска – установить, предоставляет ли существующий патент исключительные права, включая промышленную реализацию данного объекта или какой-либо его части.

4. *Информационный поиск*. Данный вид поиск проводится с целью ознакомить пользователя информации с уровнем развития техники в конкретной области. Его также часто называют «поиск на установление уровня техники». Этот вид поиска предоставляет информацию по первоисточникам для исследований и разработок и позволяет определить, какие патентные публикации уже имеются в данной области. Этот вид поиска может быть также необходим для определения альтернативных технологий, которые позволят заменить используемую технологию, или для оценки той технологии, на которую предлагается лицензия или которую можно приобрести.

Рис. 2.2. Взаимосвязь патентных исследований с основными видами деятельности организаций

Виды информационных патентных поисков:

- *предметный поиск* является основным и чаще всего применяемым. При этом виде поиска формулируется техническая задача (предмет поиска), выбором рубрики патентной классификации ограничивается тематическая область поиска, выявляются и анализируются патентные материалы, относящиеся к ней за нужный временной промежуток;
- *именной поиск* проводится в том случае, когда известны имя изобретателя, названия фирм, патентообладателей. Этот поиск обычно дополняет предметный поиск;
- *нумерационный поиск* осуществляется, когда известен номер патента и по его номеру требуется узнать другие данные об изобретении, полезной модели или промышленном образце;
- *поиск патентов-аналогов* проводится для выявления охранных документов, выданных в какой-либо стране и запатентованных затем в других странах, т.е. выявляются патенты, выданные в каждой стране патентования на одно и то же изобретение. К этому вида поиска целесообразно прибегать, если найден патент, интересующий специалиста на редком языке (например, китайском или японском), а патенты аналоги позволяют ознакомиться с описанием этого изобретения на других более доступных языках (например, английском).

Поиск патентной информации включает в себе процессы отбора соответствующих заданию документов или сведений из массива патентных документов, осуществляемые преимущественно в фондах патентной документации для установления уровня технического решения, границ прав патентообладателя и условий реализации этих прав.

Цели патентного поиска определяются задачами использования патентной информации на конкретной стадии создания, освоения и реализации новой техники или продукции. При планировании тематики патентный поиск проводится для того, чтобы выяснить, решалась ли поставленная техническая задача ранее, какие решения защищены патентами, какие организации работают в данной области техники и насколько перспективна разрабатываемая тема. Поиск проводится также с целью технико-экономического анализа изобретений при прогнозировании тенденций развития техники.

На стадии создания техники, включающей проведение научных исследований и разработку конструкторско-технологической документации, основными целями патентного поиска выступают выявление имеющихся технических решений в данной области, определение уровня этих решений и отбор перспективных в научно-техническом отношении изобретений, определение патентоспособности создаваемых технических решений.

На стадии освоения и реализации новой техники поиск и изучение патентной информации необходимы для контроля за изменением уровня техники, определения патентной частоты выпускаемой продукции, принятия своевременных мер по использованию новейших изобретений или их обходу в случае, если они защищены патентами.

Патентный поиск выполняется на основании задания (например, рабочей программы к заказу-наряду, графика проведения патентных исследований и т.п.), которое составляется по форме, рекомендуемой ГОСТ Р 15.011–2024, и выдается руководителем ВКР, учебно-исследовательской работы или НИР.

Студенты, выполняющие патентные исследования по теме ВКР, обычно ограничиваются проведением патентного поиска и анализом информации. При выполнении ВКР патентный поиск проводится по теме специальной части. Если не представляется возможным проведение поиска по этой части, то в качестве объекта поиска выделяются какие-либо системы, узлы и детали объекта, разрабатываемого в основной части работы, и они указываются в задании на патентную проработку данной темы.

При составлении задания определяются задачи, которые должны быть решены в ходе проведения патентных исследований. В зависимости от задач формулируется краткое содержание работ, которые необходимо выполнить при проведении патентного поиска на данном этапе разработки объекта.

2.5. Разработка регламента и определение предмета поиска информации

Разработка регламента поиска, предшествующая проведению патентных исследований, представляет собой программу, определяющую область поиска по фондам патентной, научно-технической и конъюнктурно-экономической информации.

Для выявления области поиска необходимо:

1) сформулировать предмет поиска – технический объект в целом, его составные части, узлы или элементы, т.е. устройство, технологический процесс, вещество;
2) определить те страны, патентная документация которых должна быть изучена;
3) определить глубину поиска – период времени, за который должны быть просмотрены источники;
4) выбрать классификационные рубрики и индексы объекта техники, технологического процесса по МПК, НКИ, УДК, МКПО, которые определяются исходя из формулировки предмета поиска;
5) выбрать источники информации.

Регламент поиска разрабатывают исполнители работ и патентное подразделение в соответствии с задачами поиска, которые определяются стадиями жизненного цикла объекта техники и указываются в задании применительно к работе в целом и (или) к каждому ее этапу.

В соответствии с ГОСТ Р 15.301–2016 начальной стадией жизненного цикла объекта является формирование плана исследований и разработок. На первом этапе исследования проводится прогнозирование развития вида техники, к которому относится данная проблема, которая формулируется в общем виде и, как правило, не содержит прямого указания на объект разработки. Поэтому для выявления конкретных проблем, стоящих перед разработчиком, целесообразно обратиться к имеющимся в головных

организациях картотекам и обзорным материалам, содержащим сведения о деятельности в интересующем направлении в разных странах и организациях.

При недостатке полученной таким путем информации необходимо провести поиск по соответствующему выпуску или нескольким выпускам РЖ ВИНИТИ на глубину 2–3 года, что позволит выявить страны (организации), в которых специалисты занимаются решением аналогичных проблем, а также основные и смежные классификации МПК, НКИ, УДК, необходимые для составления регламента поиска.

Определение предмета поиска – одна из наиболее ответственных и не всегда простых работ, определяющих объем отбираемой для анализа литературы. Предмет поиска должен быть четко сформулирован, так как от этого зависят качество и длительность поиска.

Предмет поиска определяют исходя из конкретных задач патентных исследований, категории объекта техники (устройство, способ, вещество и др.) с учетом его элементов, параметров, свойств и других характеристик предполагаемых исследований.

Если объектом патентного исследования является *устройство* (машина, прибор, оборудование и т.п.), предметом поиска могут быть:

- устройство в целом – общая компоновка, принципиальная схема;
- принцип (способ) работы устройства;
- функциональные элементы устройства – узлы, блоки, детали, выполняющие в устройстве определенные функции;
- материалы (вещества), используемые для изготовления отдельных элементов устройства;
- способ (технология) изготовления устройства и его функциональных элементов;
- области возможного применения устройства.

Если объектом патентного исследования выступает *способ*, (технологический процесс), предметом поиска могут быть:

- способ (технологический процесс) в целом;
- отдельные операции (этапы) способа, если они представляют собой самостоятельный охраноспособный объект;
- исходные продукты;
- промежуточные продукты и способы их получения;
- конечные продукты и области их применения;
- оборудование и приборы, на базе которых реализуется данная технология (способ).

Если объектом патентного исследования является *вещество*, предметом поиска могут быть:

- само вещество – его качественный и количественный состав, структурная химическая формула и т.д.;
- способ получения вещества;
- исходные материалы (вещества);
- области возможного применения.

Для формулировки предмета поиска следует по возможности использовать терминологию, принятую в соответствующей системе классификации. Конкретизация предмета поиска сводится к приближению его формулировки к наименованиям рубрик МПК, НКИ и УДК.

На стадии формирования плана исследований, включающего этапы прогнозирования, перспективного и текущего планирования, тематический охват предметов поиска, как правило, шире, чем название темы. При этом на стадиях НИР и разработки объекта предметы поиска конкретизируются и могут относиться к составным частям, промежуточным процессам, узлам и деталям объекта.

2.6. Методика проведения патентно-информационного поиска

Патентно-информационный поиск является одной из важнейших частей патентных исследований, который представляет собой сбор и обработку информационных материалов.

Процедура поиска определяется непосредственно объектом поиска, в качестве которого выступает вид изобретения – устройство, способ, вещество и др. При этом область поиска в различных странах имеет свои особенности. Так, например, в Германии важна общая идея технического решения независимо от вида изобретения, в США необходимо рассматривать функциональные возможности использования изобретения в разных областях.

С развитием компьютерной техники поиск патентной информации намного стал легче. Для того чтобы начать патентный поиск необходимо зайти на сайт www.fips.ru. Работать можно в бесплатном или платном доступе. На указанном сайте можно найти: инструкции, базы данных, классификаторы, услуги, электронные бюллетени, открытые реестры. Для входа в бесплатные базы данных необходимо использовать имя пользователя – guest; пароль –guest.

К наиболее полным и удобным БД патентной информации в свободном доступе относятся БД Европейской патентной организации (ЕПО) www.eapo.org, где приводятся полнотекстовые описания патентов РФ. Кроме обязательного поиска российских патентов, на сайте www.eapo.org можно ознакомиться с условиями доступа к Евразийской патентно-информационной системе и получить допуск к евразийским патентам.

Ссылки на базы данных зарубежных патентных ведомств можно также посмотреть на сайте Роспатента rospatent.gov.ru/ru/links/base_pat_vedomstv. Представленный раздел содержит ссылки на зарубежные базы данных по промышленной собственности, доступ к которым возможен через Интернет, и краткую информацию о них. Все перечисленные ресурсы доступны бесплатно.

В зависимости от задач патентных исследований поиск информации имеет свои особенности, а важнейшим условием отбора информации является ее смысловое соответствие предмету и цели поиска, которые определяются регламентом поиска. При оценке уровня техники и тенденций развития в исследуемой области (патентной ситуации) тематический поиск проводят по всем видам источников информации.

Патентный поиск рекомендуется проводить в следующем порядке:

1) определяется предмет поиска в соответствии с п. 2.5;
2) определяются основные и смежные классификационные рубрики МПК;
3) выбирается страна поиска по данному вопросу;
4) определяется глубина поиска (ретроспективность), зависящая от цели патентных исследований.

Для проведения поиска информации требуется определить классификационные рубрики по МПК или НКИ для каждого предмета поиска. Примерный перечень классификационных индексов выявляется по результатам предварительного поиска информации по РЖ ВИНИТИ отраслевой тематической картотеке. Перечень всех классификационных рубрик (МПК, НКИ) определяется для каждого предмета поиска непосредственно по УКИ стран поиска.

В качестве вспомогательных могут использоваться алфавитно-предметный указатель (АПУ), указатели ключевых терминов (УКТ) и таблицы соответствия различных систем классификации.

Индексы МПК, НКИ, УДК определяются после получения задания на проведение патентного поиска до начала патентных исследований. Когда не удается выявить классификационные рубрики по УКИ, целесообразно начинать классифицирование предметов поиска с АПУ или УКТ, используя как основу термины, ключевые слова, словосочетания, характеризующие определенные ранее предметы поиска.

Для поиска научно-технической и конъюнктурно-экономической информации используют УДК. При поиске описаний изобретений к патентам учитывают следующие факторы:

- системы классификации изобретений НКИ и МПК в соответствующей редакции, действующие и действовавшие в течение периода времени, равного глубине поиска;
- принцип построения системы классификации изобретений и правила индексации изобретений в разных системах классификации;
- динамичность различных классификаций изобретений (новая редакции МПК вводится 1 раз в 5 лет).

В процессе поиска изобретений полнота и правильность отбора классификационных рубрик могут быть уточнены по базам данным (БД) ВИНИТИ «Изобретения стран мира», реферативным журналам (РЖ) ВИНИТИ и могут быть признаны полными, если установлен точный класс МПК заданного или разрабатываемого объекта и точный индекс смежных областей. Выявленные классификационные рубрики заносят в графу 4 табл. 2.2.

Определение стран поиска информации проводят в зависимости от целей и задач патентных исследований. В перечень стран, по которым следует проводить поиск, включаются наиболее развитые в промышленном отношении страны. Во всех случаях Россия является обязательной страной поиска.

При исследовании технического уровня и тенденций развития выбор стран поиска осуществляется с учетом результатов предварительного поиска по

РЖ ВИНИТИ, тематическим подборкам, аналитическим обзорам, картотекам, техническим журналам и т.п.

Таблица 2.2. Источники информации, по которым проводится поиск

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна поиска	Патентные		НТИ		Конъюнктурные		Другие		Глубина поиска (ретроспективность)	Наименование информационной базы (фонда)
		Наименование	Классификационные рубрики: МПК (МКИ), МКПО, НКИ и др.	Наименование	Рубрики УДК и др.	Наименование	Код товара ГС*, СМТК**, БТН***	Наименование	Классификационные индексы		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Примечания. *ГС – гармонизированная система. **СМТК – стандартная международная торговая классификация. ***БТН – Брюссельская таможенная номенклатура.											

При экспертизе объектов техники на патентную чистоту поиск ведут по тем странам, в отношении которых не должно быть нарушений права патентовладельца, следовательно, круг стран поиска может определяться географией экспорта продукции или условиями лицензионного соглашения.

Патентный поиск на новизну при определении возможности создания и целесообразности оформления заявки рекомендуется проводить по фондам следующих стран: России (включая СССР), Великобритании, Германии, США, Франции, Швейцарии и Японии. Обязательный поиск необходимо проводить по России (включая СССР) и странам, занимающим ведущее положение в данной области техники. Перечень стран поиска указывают в графе 2 табл. 2.2.

Определение глубины (ретроспективности) поиска информации зависит от задач и целей ПИ на различных этапах разработки объекта.

При проведении патентно-ситуативных исследований и исследований для оценки уровня объектов техники поиск производится на глубину, достаточную для установления тенденций развития данного вида техники (в среднем 5–15 лет) и в соответствии со сроком действия патентов в конкретной стране. При исследовании патентоспособности разработок, относящихся к профилирующим направлениям деятельности организации и технических решений, которые намечено патентовать за границей, патентный поиск проводится, как правило, на глубину 50 лет, предшествующих подаче заявки на изобретение; относящихся к непрофилирующим направлениям деятельности организации – на глубину не менее чем 20 лет, предшествующих подаче заявки.

При проведении экспертизы объекта на патентную чистоту глубину поиска определяют, исходя из срока действия патента в стране поиска. Глубина поиска по источникам конъюнктурно-экономической информации достаточна за 5 лет. Глубина поиска (ретроспективность) указывается в графе 11 табл. 2.2.

В разделе выпускной квалификационной работы, связанном с патентным поиском, студенту необходимо рассмотреть современное состояние вопроса в рассматриваемой области, а также отметить существующие недостатки и обозначить меры по их устранению.

При использовании технического решения, заимствованного из описаний к авторскому свидетельству или патенту, так же как и при создании собственного изобретения, ВКР считается выполненной на уровне изобретения.

При создании собственного изобретения необходимо принять меры по его правовой защите для получения патента.

В заключении приводятся:

1) характеристика объекта и перечень исследованных технических решений, использованных в объекте разработки;
2) характеристики аналогичных по назначению объектов, описанных в патентной документации или иных источниках НТИ и являющихся эталонами сравнения с объектом разработки;
3) сопоставительный анализ объекта разработки и эталонов сравнения;
4) выводы.

Наименования источников информации, по которым должен выполняться поиск, приводятся в графах 5, 7 и 9 табл. 2.2.

Патентные исследования рекомендуется проводить в несколько этапов:

1. Условно разбивают выбранный объект на предметы патентного поиска. Например, если темой патентного поиска является «Поворотная фрезерная головка», то предметами поиска могут быть механизм поворота, механизм зажима, механизм перемещения шпинделя, шпиндельный узел, опоры шпинделя и т.д.
2. При помощи указателя АПУ устанавливается индекс МПК, отвечающий объекту поиска, и по разделам МПК уточняются класс, подкласс, группа, подгруппа, т.е. полностью определяется индекс. Если поиск ведется по промышленному образцу, то классификационный индекс определяется по МКПО.
3. В соответствующем разделе фонда (согласно классификационному индексу) осуществляются просмотр патентной литературы и ее изучение. При просмотре необходимо обращать особое внимание на формулу изобретения, в которой изложена сущность технического решения, и на прилагаемый материал. При поиске промышленного образца необходимо также обратить внимание на внешний вид изделия и описание его существенных признаков.
4. Выявляются аналогичные технические и конструкторские решения. Аналоги изобретений, полезных моделей – это объекты того же назначения, что и исследуемый объект, сходные по технической сущности и по достигаемому результату при их использовании. Аналогичными промышленными образцами считаются те, которые больше сходны при зрительном восприятии. Из аналогов выбирается прототип – решение, наиболее близкое по технической сущности и достигаемому результату при его использовании.

5. Проводится сравнение предлагаемого варианта с прототипом по общим и отличительным признакам, а также по обеспечиваемому положительному эффекту и на этом основании делается вывод о его охраноспособности. Для упрощения процедуры сравнительного анализа признаков созданного решения и аналогов рекомендуется составить таблицу, в столбцах которой фиксируются признаки технического решения и каждого из сравниваемых аналогов, а в строках указываются сходные идентичные или эквивалентные признаки соответствующих аналогов по отношению к созданному решению. Это дает наглядное представление о сходстве и различии созданного технического решения и аналогов и позволяет выявить прототип путем подсчета сходных признаков.

В ряде случаев на этой стадии патентных исследований выявляется охраноспособное решение и может быть составлена заявка на предполагаемое изобретение или промышленный образец.

2.7. Порядок составления отчета о патентном поиске

Результаты патентного поиска оформляют в виде отчета на основании ГОСТ Р 15.011–2024.

Отчет о поиске обязательно содержит следующие таблицы:

- техническое задание (задание-регламент) на проведение патентно-информационных исследований;
- регламент поиска патентной документации;
- регламент поиска научно-технической, экономической, нормативной документации и материалов государственной регистрации НИР;
- краткие выводы о результатах патентного поиска.

Отобранная в ходе проведенного поиска патентная и научно-техническая документация для последующего анализа заносится в табл. 2.3 и 2.4.

В случае, когда в объекте разработки могут быть использованы комплектующие изделия (табл. 2.5), сведения о них запрашиваются у разработчиков (изготовителей) этих изделий. Как правило, запросы касаются патентной чистоты комплектующих изделий (объектов). Для обоснования необходимости выполнения работ по выбору направлений развития субъекта хозяйствования целесообразно провести анализ его технической политики в соответствии с рекомендациями, содержащимися в табл. 2.6.

В ходе патентных исследований выявляется современный уровень научно-технических достижений по разрабатываемой теме, отражаемый в выводах, где должны содержаться сведения о целесообразности использования отобранных технических решений. В выводах следует также дать анализ сложившейся патентной ситуации в отношении рассмотренного объекта техники у нас в стране и за рубежом. Кроме того, необходимо указать ведущие страны в данной области техники; проследить динамику патентования по годам и объяснить причины патентования в других странах; выявить тенденции развития данного вида техники и применимость наиболее существенных технических решений при рассмотрении поставленных задач.

Таблица 2.3. Патентная документация

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный номер	Заявитель (патентообладатель), страна. Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации	Название изобретения (полезной модели), промышленного образца	Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования (только для анализа патентной чистоты)
1	2	3	4	5

Таблица 2.4. Научно-техническая, конъюнктурная, нормативная документация и материалы государственной регистрации НИР

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Наименование источника информации с указанием страницы источника, номера и даты государственной регистрации для НИР	Автор (держатель) технической документации	Год, место и орган издания (утверждения, депонирования источника), дата, номер регистрации для НИР
1	2	3	4

Таблица 2.5. Перечень комплектующих изделий, по которым запрошена документация

Наименование и обозначение покупных комплектующих изделия	Дата запроса. Реквизиты письма запроса	Запрашиваемая документация (отчет о ПИ, выписка из отчета, ТУ и ПФ*). Цель получения запрашиваемой документации	Вид и номер документа, полученного при запросе или причина отказа. Реквизиты письма-ответа	Наименование запрашиваемой организации или предприятия с указанием местонахождения (адреса)
1	2	3	4	5
*ПФ – патентный формуляр				

Таблица 2.6. Оформление выводов по анализу технической политики субъекта хозяйствования

Наименование организации, местонахождение, полный адрес	Сфера деятельности и положение на рынке	Характер и активность деятельности			Поставляемая на рынок продукция (тип, модель и т.д.), предоставляемые услуги	Перспективные направления совершенствования деятельности и ожидаемый результат	Количество служащих	Другие сведения, характеризующие деятельность организации, и ее результаты
		Научно-исследовательской	Производственной	Коммерческой				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Пример 2.2. В качестве примера рассмотрим патентный поиск и отбор патентной информации, проведенные по государственному патентному фонду и в сети Интернет через веб-сайт Роспатента www1.fips.ru по МПК B23P 6/02 «Восстановление или ремонт поршней, или цилиндров» (табл. 2.7). К этому подклассу не относятся немеханические способы обработки неметаллических материалов, и в нем применимы:

– комбинированные способы обработки, которые не означают сборку деталей как операцию, если она является существенным признаком следующей за ней металлообрабатывающей операции как таковой;
– обработка металла и немеханическая обработка металла в тех случаях, если она не отнесена к подклассам *C21D, C22C, C22F* и *C23*. Следовательно, немеханические способы обработки в сочетании с другими видами металлообработки следует отнести к данному подклассу *B23P*.

В процессе поиска целесообразно делать записи, позволяющие определить, что просмотрено по соответствующим рубрикам, что отобрано для оценки уровня развития техники с указанием библиографических данных и обязательным аннотированием и выполнением рисунков. Это существенно упростит анализ просмотренных источников информации, использование отобранных материалов и составление отчетных документов.

Таблица 2.7. Содержание подкласса

№ п/п	Способ металлообработки	Подкласс
1	Восстановление; ремонт или окончательная обработка	6/00 9/00
2	Способы соединения или разъединения	11/00 19/00 21/00
3	Прочие способы	6/00 13/00 15/00 17/00
4	Вспомогательные виды обработки	25/00
5	Комбинированные способы и устройства	Подкласс
6	Восстановление; ремонт или окончательная обработка	6/00 9/00
7	Прочие комбинированные операции	6/00 23/00
8	Вспомогательная обработка	25/00

В нашем примере при проведении патентно-информационного поиска были отобраны изобретения, имеющие отношение к теме ВКР (см. табл. 2.3 и 2.4). За основу принято изобретение «Клеевая композиция холодного отверждения» (патент *RU* 2 527 787, МПК *C09J 163/02*), которое обладает высокими прочностными характеристиками (повышение ударной вязкости, снижение времени отверждения), что позволило повысить надежность и ресурс изделий и агрегатов автотракторной техники (табл. 2.8–2.10).

В результате патентного поиска студент по согласованию с руководителем ВКР выполняет графический лист формата А 1, на котором представляет основные рисунки с подрисуночными подписями из найденных патентов, их номера и год опубликования. В приложении к данному отчету приводится справка о патентном поиске, подписанная руководителем и патентоведом. Информационные источники, по которым проводился патентный поиск, указываются в общем списке использованной литературы.

Для определения уровня и тенденций развития техники, отобранные охранные документы на изобретения, а также источники НТИ систематизируются в соответствии с техническими решениями, направленными на выполнение одной и той же технической задачи и по годам их создания. Подобранные проспекты и промышленные каталоги систематизируют по типам выпускаемых объектов, а документы, относящиеся к однотипным объектам, – по странам, организациям и годам выпуска.

Таблица 2.8. Пример описания изобретения, относящегося к композиции (RU 2 527 787)[1]

Название изобретения	Клеевая композиция холодного отверждения
Класс МПК	C09J 163/02
Область техники, к которой относится изобретение	Изобретение относится к области конструкционных клеев холодного отверждения, обладающих высокой прочностью клеевых соединений при сдвиге, отрыве и отслаивании, повышенной водостойкостью, высокой эластичностью, с сохранением эластических и прочностных свойств при воздействии многократных температурных колебаний от –40°С до +120°С, предназначенных для склеивания металлов и неметаллических материалов в изделиях автотракторной техники и различных отраслях машиностроительного комплекса.
Уровень техники	Известна клеевая композиция (патент № 2383574, опубл. 10.03.2010, бюл. № 7), содержащая эпоксидную дианову смолу ЭД-20, полиамидную смолу, отвердитель и минеральный наполнитель. При этом эпоксидная дианова смола ЭД-20 модифицирована термостойким термопластичным полимером (полисульфоном). В качестве отвердителя используется смесь аддукта фенола, этилендиамина, формальдегида (АФ-2) и кремнийорганического амина, а в качестве минерального наполнителя – шунгитовая крошка с размером частиц не более 40 мкм при следующем соотношении компонентов, мас.ч: – эпоксидная дианова смола ЭД-20 90–110; – полиамидная смола 35–55; – полисульфон 5–30. Отвердитель: – кремнийорганический амин 1,15–1,30; – формальдегид АФ-2 25–35; – минеральный наполнитель (шунгитовая крошка) 20–35. Недостатками клеевой композиции являются длительное время отверждения (9–12 ч при температуре не ниже +18°С), низкая ударная вязкость (трещиностойкость) и эластичность (прочность при отслаивании) при воздействии многократных температурных колебаний от –40°С до +120°С, что не позволяет использовать ее при ремонте теплонагруженных агрегатов автотракторной техники.
Краткое изложение сущности изобретения	Модифицирование эпоксидной дианової смолы ЭД-20 термоэластопластом в виде полиэфиримида и использование в качестве отвердителя диэтилентриаминометилфенола УП-583Д, а в качестве минерального наполнителя – хризотила А-4-5 позволяет снизить время отверждения композиции с 9–12 до 4–6 ч, повысить эластичность и ударную вязкость, сохранить прочностные и эластичные свойства при воздействии более длительных по времени многократных температурных колебаний от –40°С до +120°С. Для придания тиксотропности, улучшения технологичности и повышения теплопроводности предлагаемая композиция содержит в качестве минерального наполнителя хризотил А-4-5 с размером частиц не более 30 мкм.

[1] URL: http://www.freepatent.ru/patents/2527787

Раскрытие изобретения	В основу изобретения поставлена задача изменения состава композиции для снижения длительности отверждения, повышения эластичности, прочности при отслаивании, ударной вязкости и трещиностойкости. Поставленная задача решается тем, что в клеевой композиции холодного отверждения, включающей эпоксидную диановую смолу, полиамидную смолу, кремнийорганический амин, выбранный из группы биспарааминофениленаминометилентетраметилдисилоксан, γ-аминопропилтриэтоксисилан, 1-аминогексаметилен-6-аминометилентриэтоксиаминосилан, диэтиламинометилентриэтоксисилан или их смеси, модификатор в виде термостойкого термопластичного полимера, отвердитель и минеральный наполнитель, эпоксидная диановая смола ЭД-20 модифицирована термоэластопластом в виде полиэфиримида, в качестве отвердителя используется диэтилентриаминометилфенол УП-583Д, а в качестве минерального наполнителя – хризотил А-4-5 при следующем соотношении компонентов, мас.ч: – эпоксидная диановая смола ЭД-20 90–110; – полиамидная смола 35–55; – кремнийорганический амин (γ-аминопропилтриэтоксисилан) 1,15–1,30; – термоэластопласт (полиэфиримид) 5–25; – диэтилентриаминометилфенол УП-583Д 25–35; – хризотил А-4-5 20–30.
Осуществление изобретения	Клеевую композицию готовят путем последовательного смешения компонентов в соотношениях, указанных в табл. 2.9. В эпоксидную диановую смолу ЭД-20, взятой 95 мас.ч, добавляют полиамидную смолу 40 мас.ч, термоэластопласт в виде полиэфиримида 15 мас.ч и хризотил А-4-5 25 мас.ч. Композицию тщательно перемешивают после введения каждого последующего компонента. Затем смешивают кремнийорганический амин (γ-аминопропилтриэтоксисилан) 1,2 мас.ч с 30 мас.ч диэтилентриаминометилфенолом УП-583Д и при дальнейшем перемешивании вводят в вышеперечисленную композицию. Смесь отвердителей добавляют в последнюю очередь. При этом время жизнеспособности композиции составляет не более 20–30 мин после введения смеси отвердителей. Клеевую композицию наносят на подготовленную под склеивание поверхность шпателем ровным слоем на обе склеиваемые поверхности. Полимеризацию клеевой композиции проводят при температуре помещения не ниже 0°С в течение 4–6 ч. Введение хризотила А-4-5 вместо шунгитовой крошки позволяет ускорить процесс полимеризации за счет физико-химических свойств данного вещества. Для повышения эластичности вместо полисульфона в предлагаемую композицию введен термоэластопласт в виде полиэфиримида, а аддукт фенола, этилендиамина, формальдегида АФ-2 из состава исключен, поскольку оказывает негативное влияние на организм человека, и его исключение в новой композиции не влияет на ее свойства, которые необходимо обеспечить. Прочность на сдвиг клеевых соединений оценивали по ГОСТ 14759–69, на отрыв – в соответствии с ГОСТ 14760–69. Испытания проводили на образцах из алюминиевого сплава АЛ4. Как видно из табл. 2.10, предлагаемая клеевая композиция холодного отверждения

	в сравнении с прототипом обеспечивает снижение времени ее отверждения в 2,0–2,2 раза, позволяет увеличить на 60% количество температурных колебаний от –40°С до +120°С, происходящих без разрушения склейки, а также сохранить эластичные и прочностные свойства при повышении ударной вязкости (трещиностойкости) в 1,6 раза. По водостойкости предлагаемая клеевая композиция не уступает прототипу.
Формула изобретения	1. Клеевая композиция холодного отверждения, включающая эпоксидную дианову смолу, полиамидную смолу, кремнийорганический амин, выбранный из группы, включающей биспарааминофениленаминометилентетраметилдисилоксан, γ-аминопропилтриэтоксисилан, 1-аминогексаметилен-6-аминометилентриэтоксиаминосилан, диэтиламинометилентриэтоксисилан или их смеси, модификатор – в виде термостойкого термопластичного полимера, отвердитель и минеральный наполнитель, характеризующаяся тем, что содержит термоэластопласт в виде полиэфиримида, в качестве отвердителя используется диэтилентриаминометилфенол УП-583Д, а в качестве минерального наполнителя – хризотил А-4-5 при следующем соотношении компонентов, мас.ч: – эпоксидная дианова смола ЭД-20 90,0–110,0; – полиамидная смола 35,0–55,0; – кремнийорганический амин 1,15–1,30; – термоэластопласт полиэфиримид 5,0–25,0; – диэтилентриаминометилфенол УП-583Д 25,0–35,0; – хризотил А-4-5 20,0–30,0.
Технический результат	Использование предлагаемой клеевой композиции с указанными высокими прочностными характеристиками повышает прочность клеевых соединений при воздействии многократных температурных колебаний от –40°С до +120°С и тем самым обеспечивает повышение надежности и ресурса изделий и агрегатов автотракторной техники.

Таблица 2.9. Составы предлагаемой клеевой композиции холодного отверждения и прототипа

Наименование компонентов		Состав композиции, мас.ч	
		Предлагаемая	Прототип
Основа состава	Эпоксидная дианова смола ЭД-20	90–100	90–100
	Полиамидная смола (продукт конденсации полиэтиленполиамина с метиловыми эфирами димеризованных жирных кислот льняного масла)	35–55	35–55
Отвердитель	Кремнийорганический амин (γ-аминопропилтриэтоксисилан)	1,15–1,30	1,15–1,30
	Аддукт фенола, этилендиамина, формальдегида (АФ-2)	–	25–30
	Диэтилентриаминометилфенол УП-583Д	25–30	–
Модификатор	Полисульфон	–	5–30
	Термоэластопласт (полиэфиримид)	5–25	–
Минеральный наполнитель	Хризотил А-4-5	20–30	–
	Шунгитовая крошка	–	20–35

Таблица 2.10. Свойства предлагаемой клеевой композиции холодного отверждения и композиции-прототипа

Свойства	Предлагаемая композиция	Прототип
Прочность при сдвиге, кгс/см^2, клеевых соединений при температуре испытания, °С:		
–40	420	325
20	310	280
120	125	114
Прочность при отслаивании (эластичность), кгс/см^2, клеевых соединений при температуре испытания, °С:		
–40	5,8	5,5
20	6,1	5,9
120	4,9	4,4
Прочность при равномерном отрыве, кгс/см^2, при температуре испытания, °С:		
–40	430	420
20	450	445
120	165	150
Прочность на сдвиг, кгс/см^2, клеевых соединений после воздействия воды в течение трех месяцев при температуре испытания, °С:		
–40	285	274
20	305	298
120	145	130
Ударная вязкость, кДж/м^2	38	24
Количество температурных колебаний от –40°С до +120°С, происходящих без разрушения склейки	2026	1350
Время достижения наибольшей прочности соединения, ч	4–6	9–12

Существуют различные методы систематизации информации об изобретениях в зависимости от целей патентных исследований.

Одним из наиболее распространенных методов систематизации информации об изобретениях, широко используемых в отечественной и зарубежной практике для определения тенденций развития различных отраслей техники и технологии, является *метод составления динамических рядов патентования*, при котором отобранные в процессе поиска патентные документы распределяются по годам приоритета или годам выдачи (публикации) этих документов.

На основании динамических рядов строят графики изобретательской активности, отражающие тенденции развития объекта исследования. Для составления таких динамических рядов патентования и построения на их основе соответствующих графиков обычно используют автоматизированные базы данных с соответствующим обеспечением. В основе метода лежит построение таблиц, отражающих распределение патентов и акцептованных заявок, относящихся к определенной отрасли техники, техническому направлению, стране или организации, по годам приоритета или по годам выдачи патента. Способ распределения патентов по годам подачи заявки

наиболее точно отражает время создания соответствующих изобретений и позволяет исключить ошибки, связанные с различием во времени проведения экспертизы по заявкам на выдачу патентов в различных патентных ведомствах. Ниже приведен принцип формирования динамических рядов патентования изобретений в общем виде, связанных с исследуемым объектом (табл. 2.11).

Таблица 2.11. Принцип формирования динамических рядов патентования изобретений

Наименование показателя	Годы приоритета					
	2015	2016	2017	…	2023	2024
Распределение патентов по годам приоритета	N_1	N_2	N_3	…	N_m	N_{m+1}
Рост общего числа патентов во времени (кумулятивный динамический ряд)	N_1	$N_1 + N_2$	$N_1 + N_2 + + N_3$	…	$N_1 + N_2 + + N_3 + \ldots + + N_m$	$N_1 + N_2 + N_3 + + \ldots + N_m + + N_{m+1}$

В верхней строке таблицы последовательно выписываются годы подачи заявок на отобранные в процессе поиска изобретения, относящиеся к исследуемому объекту (отрасли техники, техническому направлению, объекту техники, региону (стране), организации, технико-экономическому показателю объекта техники и др.). При этом необходимо, чтобы указанный в этой строке временной ряд составлял не менее 10 лет. В следующей строке формируется динамический ряд патентования, отражающий распределение отобранных в результате поиска патентов и заявок по годам приоритета.

Другой полезной формой систематизации сведений об изобретениях, относящихся к определенному виду объекта или его составной части, является составление матрицы задачи изобретения, полезной модели.

В заголовки вертикальных граф матрицы вписывают отличительные особенности, обусловливающие достижение соответствующих задач изобретения, в последовательности, определяемой датами подачи заявок на данные изобретения. В пересечения горизонтальных граф, каждая из которых соответствует определенной задаче изобретения, с вертикальными графами, отвечающими определенному техническому решению, вписывают основные данные об изобретении. К таким данным относятся: сокращенное наименование страны патентования, номер охранного документа, дата приоритета, сокращенное наименование организации, номера патентов-аналогов и др.

Одна и та же задача изобретения нередко формулируется в разное время в различных описаниях изобретения и обеспечивается различными техническими средствами. В таких случаях соответствующая горизонтальная строка пересекается несколькими вертикальными столбцами. В то же время одно и то же техническое решение нередко обеспечивает достижение нескольких задач изобретения. В этом случае соответствующий вертикальный столбец пересекается несколькими горизонтальными строками, и в каждом пересечении указывается один и тот же охранный документ (или документы, если имеются патенты-аналоги).

Подобные матрицы составляют на все виды технических решений, относящихся к объекту разработки. Они обеспечивают наглядное представление об основных направлениях развития объекта и его составных частей; используются для выявления наиболее перспективных направлений разработок, а также для выбора аналогов при оценке патентоспособности новых технических решений, создаваемых в процессе разработки и отбора охранных документов, которые должны быть учтены при экспертизе объекта разработки на патентную чистоту.

Возможность применения известных технических решений в разрабатываемом объекте оценивается по результатам патентных исследований, проведенных на стадиях планирования НИР, составления технического задания и технического предложения.

Задачи создания новых технических решений в сочетании с ранее известными и отобранными на стадии планирования НИР решаются в основном на стадиях разработки объекта с целью достижения оптимальных технико-экономических показателей разрабатываемого объекта.

Каждое предложенное разработчиками техническое или конструкторское решение оценивается, прежде всего, с точки зрения получаемого технического эффекта, который определяется путем инженерных расчетов, лабораторного эксперимента, макетирования, изготовления опытного образца и т.п. применительно к задачам разработки конечного объекта и в сравнении с лучшими аналогами.

Убедившись, что предложенное решение представляет собой шаг вперед и может обеспечить более высокие показатели конечного объекта разработки, чем у объектов-аналогов, проводят расчеты влияния этого решения на технико-экономические показатели.

Одновременно определяют новизну вновь созданных технических решений и оценивают целесообразность их правовой защиты в Российской Федерации и за рубежом или сохранения их в качестве секретов производства (ноу-хау), о чем делают соответствующие записи в графе 6 табл. 2.12.

Таблица 2.12. Оценка патентоспособности вновь созданных технических решений и определение целесообразности их правовой охраны

Наименование технических и конструкторских решений, предлагаемых к правовой охране	Сущность решений, предлагаемых к правовой охране	Прототипы решений, предлагаемых к правовой охране	Достигаемый технический результат и его влияние на характеристики объекта хозяйственной деятельности	Патентоспособность и квалификация предложенных решений (возможность отнесения к изобретениям, полезным моделям, промышленным образцам)	Целесообразность правовой охраны и обоснование выбора стран патентования или причина отказа от правовой охраны и целесообразность отнесения к ноу-хау
1	2	3	4	5	6

Предложения, квалифицированные как изобретения, полезные модели или промышленные образцы, оформляются в установленном порядке и заносятся в соответствующий журнал учета. Кроме того, в графе 1 табл. 2.12 приводят наименование предложенного технического или конструкторского решения, а в графе 3 – ближайшие аналоги (прототипы) технических решений, предлагаемых к правовой охране и их существенные признаки. Для каждого аналога указывают источник информации, а в отношении изобретений – страну выдачи охранного документа и его номер, и те существенные признаки, которые имеют сходство с признаками анализируемого технического решения.

2.8. Требования к отражению патентных исследований при выполнении выпускных квалификационных и научно-исследовательских работ

Так как достигнутый уровень развития техники определяется показателями наилучших технических решений, относящихся к данному виду техники, в совершенствуемом объекте должны быть применены наиболее прогрессивные технические решения. Целесообразность их применения в объекте можно выявить и оценить в результате патентных исследований. В качестве объекта исследования могут быть выбраны разрабатываемые или совершенствуемые объекты техники на предприятии (для студентов – из материалов производственной практики, НИР или задания, полученного по целевой подготовке), например «Каркасный кузов», «Антиблокировочная система», «Бесступенчатая передача», «Неметаллический упругий элемент подвески», «Способы защиты от коррозии» и т.п.

Введение посвящается обоснованию необходимости проведения патентных исследований. Здесь описывается производственная ситуация, в которой работает исследуемый объект, показывается роль объекта в процессе производства, перечисляются недостатки данного процесса и намечаются принципиальные пути их устранения за счет совершенствования исследуемого объекта. При этом отмечается, что прогрессивные технические решения для использования в совершенствуемом объекте можно выявить в результате достигнутого уровня развития того вида техники, к которому относится исследуемый объект.

Описание исследуемого объекта включает следующие этапы:

1. *Назначение объекта* определяется как выполняемая им задача в процессе использования.
2. *Область применения* – круг задач, которые может выполнять объект. Например, несущая система автомобиля предназначена для установки всех его частей, восприятия нагрузок и усилий, возникающих при движении автомобиля. В зависимости от конструкции кузов может не воспринимать ряд нагрузок. Следовательно, необходимо четко ограничивать круг задач, выполняемых объектом.
3. *Описание объекта* – устройства начинают с описания его конструкции, рассматриваемой в статическом состоянии. Указываются узлы и детали, из которых состоит объект, их форма, взаимное расположение,

взаимосвязь, соотношение размеров, материалы и другие конструктивные особенности объекта и его частей. При этом устройство должно быть описано подробно и ясно, чтобы понимание конструкции и входящих в него узлов и деталей не требовало догадок и предположений. Все упоминаемые в этой части описания узлы, детали и их элементы (поверхности, оси, отверстия и т.п.) должны быть показаны на эскизе и пронумерованы в порядке возрастания номеров по мере их упоминания в тексте описания. Этими же цифрами они обозначаются на эскизе. При описании устройства объекта должны соблюдаться следующие правила:

- чертежи, эскизы, схемы и графики помещаются после текста описания, а в тексте дается на них ссылка;
- единицы измерения обозначаются в соответствии с действующими стандартами. Предпочтительно применять обозначения по международной системе единиц согласно ГОСТ 8.417–2024;
- не применяются сокращения слов, кроме общепринятых: т.е., и т.д., и т.п., и др., КПД;
- условные обозначения марок, типов и серий должны быть расшифрованы или заменены общепринятыми понятиями и характеристиками;
- следует соблюдать единство терминологии, не допускать синонимов, т.е. одни и те же узлы, детали и элементы должны иметь одно название в тексте описания. При этом не следует применять одинаковые термины для обозначения различных узлов, деталей и элементов.

4. *Недостатки объекта*, которые требуется устранить, а также основные причины их возникновения.
5. *Эскиз объекта*. Объект изображается в прямоугольных проекциях, в исключительных случаях может быть добавлена аксонометрическая проекция. При этом узлы, детали и элементы обозначаются теми же цифрами, что и в тексте описания.

Ниже представлены *особенности каждого этапа конкретного вида патентных исследований*:

- формулирование цели достигнутого уровня развития техники – совершенствование заданного объекта, т.е. получение результата, который достигается за счет устранения недостатков, указанных в разделе «Описание исследуемого объекта»;
- определение стран проверки – стран, патентная и научно-техническая документация которых должна быть изучена в процессе исследования. В области машиностроения к странам проверки относятся Российская Федерация, США, Япония, ФРГ, Великобритания, Италия и Франция;
- установление видов промышленной собственности, в отношении которых проводится проверка, – исследование только изобретений, поскольку прогрессивные технические решения содержаться лишь в них. Если целью совершенствуемого объекта является его новое художественное решение, то проверка производится в отношении промышленных образцов;

– определение категорий объекта – установление, к какому типу объектов изобретения относится устройство, способ или вещество. Если объект характеризуется конструктивными признаками (формой и соотношением размеров, их взаимным расположением и взаимосвязью), то он представляет собой устройство; если объект характеризуется взаимосвязанными действиями, то его относят к способу, а если исследуется состав объекта, он представляет собой вещество;
– выявление технических решений, используемых в объекте, – в исследуемом объекте могут быть использованы технические решения, которые относятся не только к категории объектов изобретений, но и к связанным с ним другим категориям. При совершенствовании объекта исследуются такие технические решения, использование которых может устранить недостатки;
– выбор вида поиска – предметный (тематический) патентный поиск в соответствии с рубриками классификации изобретений. При этом выявляют ссылки, находят упомянутые в них источники и повторяют процесс поиска до тех пор, пока не будет установлено, что во вновь выявляемых источниках нет новых ссылок. Источники, которые упомянуты в ссылках, но отсутствуют в данном информационном фонде, заносят в отдельную справку для составления заказа на изготовление копий или межбиблиотечный абонемент. Использование метода ссылок в комплексе с другими методами обеспечивает достаточную полноту поиска;
– выводы по результатам патентных исследований – указывается, как выбранное техническое решение решает задачи достижения цели, какими преимуществами оно обладает по сравнению с отобранными аналогами и на этом основании делается окончательный вывод о принятии данного технического решения для использования в совершенствуемом объекте;
– описание усовершенствованного объекта – заключительный этап исследования, включающий подробное описание усовершенствованного объекта и его преимущества, обеспечивающие получение положительного эффекта.

Патентные исследования, являясь значимой и обязательной частью научно-исследовательской деятельности, служат важным маркетинговым инструментом, направляющим творческую активность специалистов, предотвращающим повторение уже созданных новшеств и исследующим возможности свободного использования новых объектов и технологий.

Порядок проведения патентных исследований определяет ГОСТ Р 15.011–2024, который устанавливает единые требования к организации, проведению, оформлению и использованию результатов патентных исследований во всех отраслях народного хозяйства и распространяется на деятельность всех хозяйствующих субъектов независимо от их форм собственности. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 15.011–2024 выполнение патентных исследований включает:

- определение задач патентных исследований и разработку задания на их проведение;
- определение требований к поиску патентной и другой документации, разработку регламента поиска;
- поиск и отбор патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом;
- оформление отчета о поиске;
- систематизацию и анализ отобранной документации;
- обоснование решений задач патентными исследованиями;
- подготовку выводов и рекомендаций;
- оформление результатов исследований в виде отчета о патентных исследованиях.

Определение задач патентных исследований проводят на основе: анализа целей, характера работы в целом и ее элементов, номенклатура которых установлена для каждого этапа работы стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Системы разработки и постановки продукции на производство (СРПП) и другими нормативными документами; анализа производственной и коммерческой деятельности хозяйствующего субъекта (включая необходимость реализации предложений по результатам патентных исследований, выполненных на предшествующих этапах работы).

Задание на проведение патентных исследований разрабатывают применительно к работе в целом и/или отдельному ее этапу подразделения – исполнители работы и патентное подразделение. Задание включает: наименование, шифр, при необходимости этап работы, срок выполнения работы или этапа и конкретные задачи патентных исследований; календарный план, определяющий конкретные виды исследований, сроки их выполнения, исполнителей (в том числе из сторонних организаций) и отчетные документы. Утверждает задание ответственный руководитель работы.

Регламент поиска разрабатывают в соответствии с заданием на проведение патентных исследований. Регламент поиска определяет: задачи и цели патентного исследования; предмет поиска; классификацию предмета поиска в соответствии с Международной патентной классификацией (МПК) и Международной классификацией промышленных образцов (МКПО); сроки исполнения работы и формы отчетности; страны, по которым будет производиться поиск; глубину (ретроспективу) и область проведения поиска по фондам патентной и патентно-ассоциированной информации. В регламенте приводятся: требования к поиску патентной и другой документации, обеспечивающие необходимую достоверность результатов патентных исследований; обоснование этих требований, базирующееся на сведениях о наличии и состоянии информационно-поисковых систем и технических средств поиска, об объеме поиска, о привлечении сторонних организаций для выполнения поиска. По результатам проведенного поиска отбирается информация для дальнейшего анализа и составляется отчет о поиске.

Построение, изложение и оформление отчета о патентных исследованиях проводится согласно ГОСТ 7.32–2017. При этом отчет о патентных

исследованиях должен содержать: титульный лист; список исполнителей; содержание; перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц, терминов; общие данные об объекте исследований: обязательные (год и месяц начала и окончания работы, краткое описание объекта, его назначение, область применения) и дополнительные (наименование, отраслевая принадлежность организации-заказчика, предприятия-изготовителя и т.д.); основную (аналитическую) часть; заключение и приложения.

Основная (аналитическая) часть отчета о патентных исследованиях в общем случае включает следующие разделы:

- технический уровень и тенденции развития объекта хозяйственной деятельности;
- использование объектов интеллектуальной собственности и их правовая охрана;
- исследование патентной чистоты объекта техники;
- анализ деятельности хозяйствующего субъекта и перспектив ее развития.

Включение конкретных разделов в основную (аналитическую) часть отчета о патентных исследованиях определяется заданием на проведение патентных исследований. Каждый раздел основной (аналитической) части отчета должен содержать: анализ и обобщение информации в соответствии с поставленными перед патентными исследованиями задачами; обоснование оптимальных путей достижения конечного результата данной работы (ее этапа), например, выполнение НИР или конкретных действий организации; оценку соответствия завершенных патентных исследований заданию на их проведение, достоверности их результатов, степени решения поставленных перед патентными исследованиями задач, обоснование необходимости проведения дополнительных патентных исследований.

При необходимости разделы основной (аналитической) части отчета о патентных исследованиях иллюстрируют таблицами и расчетами. В заключении приводят: обобщенные выводы по результатам проведенных патентных исследований; оценку состояния выполнения работы, составными частями которой являются патентные исследования; предложения по использованию результатов патентных исследований для совершенствования научно-технической, производственной продукции и услуг.

Предложения по использованию результатов патентных исследований могут включать:

- необходимость создания новых или усовершенствования существующих объектов производственно-хозяйственной деятельности, обладающих конкурентоспособностью и эффективностью;
- необходимость развития предоставляемых услуг, замены, снятия с производства и эксплуатации, отказа от реализации устаревших, неэффективных и неконкурентоспособных объектов техники;
- использование новых и/или известных технических решений, опыта и знаний сторонних организаций, в том числе путем приобретения лицензий, с целью обеспечения или превышения требований к конечным результатам работы;

- целесообразность корректировки процесса проводимых работ для ускорения их проведения и повышения уровня их результатов;
- необходимость выполнения комплекса или отдельных видов НИР и других работ для создания, постановки на производство новых или усовершенствованных объектов техники, предоставления услуг;
- обеспечение оптимальных условий реализации результатов НИР, продукции, услуг, в том числе правовая охрана объектов интеллектуальной собственности, обеспечение патентной чистоты или приобретение лицензий, организация сбытовой сети и сети обслуживания, рекламирование и т.д.;
- необходимость выполнения на последующих стадиях (этапах) данной работы патентных исследований с определением их задач; возможное получение прибыли (дохода) от использования объектов промышленной собственности и/или от продажи на них лицензий.

В приложения к отчету о патентных исследованиях включают:

- задание на проведение патентных исследований;
- регламент поиска;
- отчет о поиске;
- описания изобретений, аннотации документов и другие справочные материалы, отобранные при проведении поиска.

Рассмотрим пример оформления отчета о патентных исследованиях.

Пример 2.3. Формирование отчета о патентных исследованиях, выполненных по теме НИР «Разработка опытного образца устройства для расточки нижней головки шатуна».

Общие данные об объекте исследования, цель и задачи патентных исследований. Результаты работы по разработке универсальных устройств для расточки нижней головки шатуна могут быть использованы на машиностроительных и ремонтно-технических предприятиях АПК.

Объектом исследования являются технологии и технологическая оснастка в области ремонта шатунов двигателей.

Цель патентных исследований – систематизация разработок в области ремонта шатунов двигателей и анализ возможности правовой охраны инновационных технических решений.

Задачи патентных исследований:

1. Провести поиск научно-технической и патентной информации о разработках в области ремонта шатунов двигателей и определить их технический уровень.
2. Определить патентоспособность инновационных технических решений.
3. Выявить патентообладателей, исключительные права которых будут нарушены при применении и реализации инновационных технических решений.

Справка об объекте хозяйственной деятельности. Повышение надежности отремонтированной сельскохозяйственной техники в настоящее время является одной из определяющих задач ремонтного производства. Актуальность данной проблемы еще больше возросла в последнее время, когда ремонтные предприятия вынуждены конкурировать как между собой, так и с заводами изготовителями. Решение этой проблемы видится с одной стороны – в повышении качества ремонта, с другой стороны – в снижении себестоимости восстановления деталей. При этом, несмотря на постоянно растущий спрос на новые технологии восстановления изношенных деталей, рынок предложений в России практически отсутствует из-за развала данной отраслевой науки. Зарубежные фирмы предлагают неприемлемые по цене ремонтные материалы, которые к тому же по физико-механическим и

технологическим свойствам значительно уступают материалам, разработанным и апробированным российскими специалистами.

Анализ технологий и средств ремонта шатунов автотракторной техники. Известны различные технологии восстановления изношенных отверстий головок шатунов: осталивание, электролитическое натирание медью, приварка стальной ленты, газопламенное напыление, нанесение полимерных покрытий и их комбинирование.

Наиболее распространенным способом восстановления отверстий нижних головок шатунов являются различные виды осталивания. Электролитические покрытия имеют ряд преимуществ, а именно не вызывают изменений в структуре материала детали, так как они при восстановлении практически не нагреваются; позволяют восстанавливать незначительные износы, процесс поддается механизации и автоматизации. На Кишиневском заводе для восстановления шатунов автомобиля ГАЗ-3307 применялось ванное осталивание с автоматическим управлением режимами электролиза.

Для шатунов ЯМЗ-238 применяется проточное осталивание на асимметричном токе в горячем электролите. Применение осталивания не является оптимальным вариантом для восстановления нижних головок шатунов по следующим причинам: процесс осталивания, как ванного, так и в проточном электролите, является трудоемким, включающим в себя большое количество операций; перед осталиванием необходима весьма тщательная механическая обработка восстанавливаемых поверхностей; при осталивании требуется изоляция частей детали, не подлежащих восстановлению; в процессе ванного осталивания в горячем электролите необходимо, чтобы колебания температуры не превышали $1^{o}C$; способ проточного осталивания отличается сложностью, особенно при применении горячего электролита; недостаточная прочность сцепления покрытий с основным металлом, нестабильность процесса; производство является наиболее экологически «грязным» по сравнению с другими существующими способами восстановления.

В лаборатории ВНПО «Ремдеталь» разработана технология приварки стальной ленты. Для осуществления данного процесса восстановления разработаны оборудование и оснастка, позволяющие выполнять все операции по ремонту нижней головки шатунов. Несмотря на положительные стороны вышеназванного способа восстановления, он обладает высокой себестоимостью и трудоемкостью. Ресурс отремонтированных шатунов по данной технологии не превышает 40–55% нового.

На ряде ремонтных предприятий для восстановления деталей используют плазменную металлизацию. Данный способ позволяет наносить на изношенную поверхность практически любые тугоплавкие материалы: вольфрам, оксид алюминия, карбиды нитридов и др. При этом коэффициент использования материала не превышает 60%. Данный метод не обеспечивает необходимой сцепляемости металла покрытия с материалом детали.

Недостатками всех перечисленных способов восстановления является необходимость высокоточной механической обработки при большом припуске и неравномерности обрабатываемого покрытия. Кроме того, они не снижают интенсивность фреттинг - коррозионного изнашивания сопряженных деталей. Рассмотренные методы ремонта оказываются не всегда эффективными в тех случаях, когда соединения испытывают влияние высоких температур и знакопеременных нагрузок.

Перспективным направлением также является восстановление деталей с применением неметаллических материалов, в частности полимеров и композиций на их основе.

Наибольшее распространение среди полимерных материалов получили композиции на основе эпоксидных смол. В ГОСНИТИ разработан эффективный способ восстановления посадочных отверстий калиброванием эпоксидной композиции, особенностью которого является исключение расточки восстановленных отверстий. Технология восстановления состоит из следующих операций: обезжиривание поверхности, приготовление эпоксидной композиции, нанесение композиции на восстанавливаемую поверхность, формовка посадочного места специальной оправкой, термообработка. Однако эпоксидные композиции имеют ряд существенных недостатков. Это невысокая жизнеспособность состава (20–25 мин),

очень высокая токсичность и канцерогенность компонентов, что вызывает необходимость использования отдельных помещений с дополнительной вентиляцией. В процессе отверждения эпоксидная композиция подвергается усадке, а после высыхания она находится в стеклообразном состоянии, обладая при этом малой эластичностью.

Для восстановления неподвижных соединений используют также полимерные материалы, находящиеся в высокоэластичном состоянии эластомер ГЭН-150 по ТУ–6–06–211–651–76 и герметик 6Ф по ТУ–II–629–69. Технологический процесс состоит из следующих операций: обезжиривание поверхности, приготовление и нанесение состава, термообработка и сборка соединения. Данный способ позволяет восстанавливать износ отверстий до 0,2 мм, при этом в 3 раза снижается скорость его изнашивания за период эксплуатации. Недостатком данного способа восстановления следует считать очень высокую трудоемкость и длительность. Так, восстановление изношенного отверстия до 0,2 мм требует нанесения пяти слоев полимера с интервалом 10–15 мин. При этом не всегда удается восстановить пространственную геометрию соединения.

Новый этап в применении полимерных материалов в ремонтном производстве наступил с началом выпуска нашей химической промышленностью анаэробных герметиков ускоренного отвержения. Анаэробные герметики обладают хорошей адгезией к металлам, стойкостью к воздействию масел, имеют хорошую проникающую способность.

Таким образом, применение анаэробных герметиков и композиций на его основе обеспечивает отсутствие микроскопических зазоров и увеличивает площадь контакта в соединении, уменьшая при этом удельные нагрузки.

В институте механики и энергетики Национального исследовательского Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарёва разработан способ восстановления изношенных поверхностей методом электроискровой наплавки с дальнейшим калиброванием восстанавливаемой поверхности металлополимерной композицией.

Сочетание покрытий, получаемых электроискровой наплавкой и полимерной композицией, дают хорошие адгезионные свойства ввиду высокой шероховатости подполимерного слоя. Применение данного метода исключает практически все недостатки способов восстановления полимерными композициями.

На АРЗ «Рязанский» существует технология восстановления отверстий нижних головок шатунов, заключающаяся в нагреве шатунов до высокой температуры и их вытягивании, тем самым добиваются увеличения длины тела шатуна. Затем отверстия нижних головок растачивают до номинального размера и хонингуют. Однако в результате высокотемпературного нагрева происходит изменение структуры материала шатуна, а его деформация приводит к появлению внутренних напряжений, что, несомненно, сказывается на резком уменьшении его усталостной прочности.

Восстановление геометрии отверстий головок шатунов и межцентрового расстояния можно осуществить одной механической обработкой при условии положительного или равного баланса между имеющимся излишком припуска на обработку втулки верхней головки, запасами ремонтных размеров под втулку верхней головки и под вкладыш нижней головки, увеличенный по наружному диаметру, с одной стороны, и размерами, необходимыми для компенсации геометрических параметров шатуна – с другой. Это условие предполагает восстановление отверстия нижней головки снятием металла с поверхностей разъемов шатуна и его крышки и последующими расточкой и хонингованием или только хонингованием под номинальный размер. Однако при этом не всегда удается добиться соответствия овальности и конусности отверстий нижней головки шатуна техническим требованиям на ремонт. Кроме того, применение данного способа приводит к нарушению межцентрового расстояния между верхней и нижней головками шатунов, а также к уменьшению степени сжатия при эксплуатации отремонтированного двигателя.

Одной из важнейших составляющих реализации технологических процессов является подбор и использование технологического оборудования. Большинство современных ремонтных заводов в России имеют морально и физически устаревшее оборудование, не

позволяющее обеспечить требования по точности и качеству механической обработки деталей, заложенные в нормативно-технической документации.

Современная мировая промышленность имеет ряд наработок в области производства технологического оборудования для обработки восстанавливаемых поверхностей шатунов.

Оборудование для расточки шатунов можно условно разделить на три категории.

Первая категория. Если потребность в ремонте шатунов небольшая, а квалификация станочников высокая, можно использовать для этих целей координатно-расточной станок.

Вторая категория. При увеличении количества ремонтов имеет смысл приобрести специализированную оснастку к расточному станку итальянского производства, позволяющую обрабатывать около двух комплектов в смену.

Третья категория. Для расточки шатунов используют специализированные станки BERCO модели ARB. Данная модель обеспечивает хорошую точность и высокую производительность. Существенным преимуществом специализированных станков является простота обеспечения параллельности осей и межосевого расстояния, что является необходимым условием одинаковой степени сжатия по цилиндрам.

Окончательный диаметр НГШ и ВГШ получают завершающей операцией – хонингованием. Хонингование обеспечивает достаточно высокую точность и позволяет уложиться в любые, даже самые жесткие допуски. При этом выбор хонинговального оборудования хонинговального ограничен. Реальной альтернативы станку SUNNEN для хонингования шатунов подобрать достаточно трудно.

Китайский расточный станок T8210A предназначен для обработки отверстий шатуна двигателей внутреннего сгорания как бензиновых, так и дизельных. На станке можно производить расточку и шлифовку отверстий шатуна. Шлифовальный узел обеспечивает высокую точность обработки взаимосвязанных отверстий. Расточный станок для шатунов T8210A применяется для финишной обработки, расточки и шлифования, отверстий поршневой группы двигателей внутреннего сгорания, компрессоров, отверстий гнезда клапана и т.д.

Фирма AZ выпускает гамму высокоточных быстропереналаживаемых расточных и внутришлифовальных станков для ремонта шатунов любых двигателей.

Модельный ряд расточных станков AZ: BL600V и BR650 – для легковых и грузовых автомобилей; BR1000 – для локомотивов, судов и специальной техники; высокоточные станки фирмы ROBBI – для расточки и шлифовки отверстий головок шатунов.

Итальянская фирма ROBBI входит в тройку мировых лидеров производства прецизионного оборудования для ремонта головок и блоков цилиндров, коленчатых валов и шатунов. Станки и оборудование ROBBI весьма популярны и пользуются заслуженным авторитетом во многих странах мира. В России оборудование фирмы ROBBI уже работает в Омске (Автокор), Усть-Илимске (Регион-Авто) и других регионах.

Линия станков ROBBI включает пять моделей:

- RO 55/A – станок для расточки отверстий диаметром 13–90 мм с двумя скоростями шпинделя;
- RO 55/B – станок для расточки больших шатунов с отверстиями диаметром 13–160 мм с двумя скоростями шпинделя;
- RO 55/AS – станок для расточки отверстий диаметром 13–90 мм с плавно регулируемой скоростью и подачей шпинделя;
- RO 83 – станок для шлифовки отверстий диаметром 13–90 мм;
- STAR – станок для расточки и шлифовки отверстий диаметром 13–160 мм с плавно регулируемой скоростью и подачей шпинделя.

Проведенный с использованием Интернет-ресурсов анализ показал, что в основном все предлагаемое технологическое оборудование является импортного производства. Представленные технические характеристики показывают широкие возможности данных станков, обеспечивающие выполнение жестких требований по точности и качеству обработки поверхностей. Однако существенным недостатком, сдерживающим применение

данного оборудования для обработки верхних и нижних головок шатунов, является его высокая стоимость.

Результаты анализа конструкций оборудования для обработки поверхностей шатунов показали, что современному ремонтному производству целесообразно приобретать оборудование, адаптированное для реализации конкретных технологий.

Патентоспособность инновационного технического решения. На основании проведенного анализа научно-технической и патентной информации определены следующие инновационные технические решения.

1. *Способ ремонта шатунов с восстановлением нижней головки методом электроискровой обработки*. Аналогом инновационного технического решения является способ восстановления изношенных поверхностей нижних головок шатунов методом электроискровой обработки с последующим калиброванием восстанавливаемой поверхности металлополимерной композицией. Недостатком указанного способа является низкий ресурс шатуна из-за низких физико-механических свойств комбинированного покрытия. Применение указанного способа ограничивает недостаточная толщина электроискрового покрытия, в связи с чем указанным способом можно восстанавливать шатуны с износами не более 0,1 мм. Технический результат заключается в восстановлении 100% ремонтного фонда шатунов двигателей с изношенными поверхностями нижних головок и обеспечении их 100% доремонтного ресурса созданием на рабочих поверхностях покрытий с измененной кристаллической структурой и особым микрорельефом. Технический результат достигается нанесением на изношенные поверхности нижних головок шатунов многослойных электроискровых покрытий электродами из медьсодержащих сплавов на режимах с энергией импульса не менее 1,66 Дж.

2. *Устройство для расточки отверстий шатунов.* Аналогом инновационного технического решения является расточной переналаживаемый станок ОР-14597, выпускаемый ОАО «Курский станкостроительный завод». Недостатками данного устройства являются: сложность переналадки на другой типоразмер, сложность центровки отверстия нижний головки шатуна с грубым покрытием, высокая стоимость. Технический эффект заключается в упрощении конструкции устройства для расточки нижний головки шатуна и возможности быстрой переналадки устройства с расточки нижней головки на верхнюю. Технический результат достигается за счет оригинальной конструкции устройства и дополнительных унифицированных быстросъемных головок для расточки верхней и нижней головок шатунов.

Патентообладатели, исключительные права которых будут нарушены при применении и реализации инновационного технического решения. В процессе анализа патентной документации не выявлено известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, которые использованы при реализации инновационного технического решения. Таким образом, отсутствуют патентообладатели, исключительные права которых будут нарушены при применении и реализации инновационного технического решения, а инновационные технические решения обладают патентной чистотой.

Заключение.

1. На основании проведенного анализа научно-технической и патентной информации определены инновационные технические решения, использование которых будет способствовать созданию наиболее прогрессивной и совершенной продукции с улучшенными технико-экономическими показателями.
2. Установлена патентоспособность инновационных технических решений, а также выявлены аналоги и способ достижения технического результата.
3. Установлено, что патентообладатели, исключительные права которых будут нарушены при применении и реализации инновационного технического решения, отсутствуют, а инновационные технические решения обладают патентной чистотой.
4. С учетом законодательства подготовлены заявки на получение патентов РФ:
   - способ ремонта шатунов;
   - устройство для расточки отверстий шатунов.

2.9. Методика оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности

Оценка стоимости объектов интеллектуальной собственности – это процесс определения стоимости объема прав на результаты интеллектуальной деятельности предприятия и приобретенные интеллектуальные продукты.

В отличие от традиционных товаров, цена на объекты интеллектуальной собственности (ОИС) может быть определена лишь посредством детального вычисления и согласования условий использования и объема продаваемых прав. Расчет стоимости ОИС базируется на оценке реализации их потенциальной стоимости, т.е. экономическом эффекте от использования нововведений. Этот эффект определяется разностью между суммарными поступлениями денежных средств от использования ОИС и расходами на их приобретение и внедрение за определенный период времени. При этом материальной базой для определения стоимости ОИС является экономический эффект (доход, прибыль) от их использования.

Внедрение ОИС чаще всего не меняет характера производства; при этом экономический эффект достигается за счет улучшения его отдельных составляющих (технологии, повышения производительности труда, экономии материалов и т.п.). Иначе говоря, необходимо выделить ту часть прибыли в общем ее объеме, которую предприятие получает за счет использования ОИС.

Доля прибыли предприятия, приходящаяся на использование в производстве ОИС, может быть определена *расчетом чистой прибыли* (если это возможно), либо *экспертным методом* с использованием следующих коэффициентов: достигнутого результата K_1, сложности решения технической задачи K_2 и унификации отдельных элементов K_3. При этом доля прибыли обычно «привязывается» только к его себестоимости.

Доля себестоимости $Д$, приходящаяся на используемое в объекте изобретение, рассчитывается как произведение трех коэффициентов:

$$Д = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

Значения коэффициентов K_1, K_2, K_3 приведены в табл. 2.13–2.15.

Данная формула позволяет оценить прибыль от использования изобретения в общем объеме прибыли предприятия ($0 \le Д \le 1{,}0$).

Чтобы определить себестоимость затрат при использовании изобретения, суммарную себестоимость объекта (продукции), в котором используется изобретение, умножают на произведение коэффициентов, характеризующих это изобретение:

$$C_и = C_{сум} \cdot Д = C_{сум} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $C_и$ – стоимостное выражение прибыли от использования изобретения, руб.; $C_{сум}$ – суммарная себестоимость объекта техники, руб.

Пример 2.4. На сварочно-наплавочном участке сервисного предприятия при ремонте сельскохозяйственной техники использовано изобретение «Стенд для сварки рам культиваторов», позволяющее повысить производительность участка и качество изделий. При этом годовая прибыль данного предприятия составляет 17 900 тыс. руб. Требуется определить долю прибыли, приходящуюся на данное изобретение.

Таблица 2.13. Значения коэффициента достигнутого результата

№ п/п	Достигнутый результат	K_1
1	Достижение заданных второстепенных технических характеристик, не являющихся определяющими для конкретной продукции (технологического процесса)	0,2
2	Достижение технических характеристик, подтвержденное документально в актах, технических условиях, паспортах, чертежах и др.	0,3
3	Достижение основных технических характеристик, являющихся определяющими для конкретной продукции (технологического процесса), подтвержденных документально	0,4
4	Достижение качественно новых основных технических характеристик продукции (технологического процесса), подтвержденных документально	0,6
5	Получение новой продукции (технологического процесса), обладающей высокими основными техническими характеристиками по сравнению с аналогичными известными видами	0,8
6	Получение новой продукции (технологического процесса), впервые освоенной в производстве и обладающей качественно новыми техническими характеристиками	1,0

Таблица 2.14. Значения коэффициента сложности решения технической задачи

№ п/п	Сложность решенной технической задачи	K_2
1	Задача решена путем конструктивного выполнения одной простой детали, изменения одного параметра простого процесса, одной операции процесса, одного ингредиента рецептуры	0,2
2	Задача решена путем конструктивного выполнения сложной или сборной детали, неосновного узла, механизма, изменения двух и более неосновных параметров несложных процессов, изменения двух и более неосновных операций технологического процесса, изменения двух и более неосновных ингредиентов рецептуры и т.п.	0,3
3	Задача решена путем конструктивного выполнения одного основного или нескольких неосновных узлов машин, механизмов, части (неосновной) процессов, части (неосновной) рецептуры и т.д.	0,4
4	Задача решена путем конструктивного выполнения нескольких основных узлов, основных технологических процессов, части (основной) рецептуры и др.	0,5
5	Задача решена за счет конструктивного выполнения машины, станка, прибора, аппарата, сооружения, технологических процессов, рецептуры и т.п.	0,7
6	Задача решена за счет конструктивного выполнения машины, станка, прибора, аппарата, сооружения со сложной кинематикой, аппаратурой контроля, с радиоэлектронной схемой, силовых машин, двигателей, агрегатов, комплексных технологических процессов, сложных рецептур и т.п.	0,9
7	Задача решена за счет конструктивного выполнения машины, аппарата, сооружения со сложной системой контроля автоматических поточных линий, состоящих из новых видов оборудования, системы управления и регулирования, сложных комплексных технологических процессов, рецептур особой сложности и т.п.	1,1
8	Задача решена путем конструктивного выполнения технологических процессов и рецептур особой сложности, главным образом относящихся к новым разделам науки и техники	1,25

Таблица 2.15. Значения коэффициента унификации отдельных элементов

№ п/п	Степень унификации	K_3
1	Задача решена с помощью изобретения, заключающегося в применении известных средств по новому назначению (когда формула изобретения начинается словом «применение»)	0,25
2	Задача решена с помощью изобретения, заключающегося в новой совокупности известных решений, обеспечивающих заданный технический результат, т.е. когда отличительная часть формулы изобретения содержит указания на новые связи между известными элементами, иную последовательность операций или иной процентный состав ингредиентов по сравнению с прототипом	0,3
3	Задача решена с помощью изобретения, имеющего прототип, совпадающий с новым решением по большинству основных признаков[1]	0,4
4	Задача решена с помощью изобретения, имеющего прототип, совпадающий половиной основных признаков с новым решением	0,5
5	Задача решена с помощью изобретения, имеющего прототип, совпадающий с новым решением по меньшему числу основных признаков	0,6
6	Задача решена с помощью изобретения, характеризующегося совокупностью существенных отличий, не имеющего прототипа, т.е. когда изобретение решает новую задачу или известную задачу принципиально иным путем[2]	0,8
[1]	Под основным признаком понимается новый существенный признак, представленный в отличительной части формулы изобретения в виде: операции в способе, элемента в конструкции, ингредиента в составе.	
[2]	Если объектом изобретения является вещество, полученное химическим путем и имеющее структуру, не относящуюся ни к одной из известных в химии структур, значение K_3 принимается равным 0,8.	

Решение. Согласно п. 2 табл. 2.13, $K_1 = 0{,}3$, так как изобретение можно отнести к достижению технических характеристик, подтвержденных документально в актах, технических условиях и др. Изобретение позволило решить задачу с помощью конструктивно выполненного аппарата (см. п. 5 табл. 2.14), и $K_2 = 0{,}7$. Задача решена с помощью изобретения, имеющего прототип, совпадающий с новым решением по меньшему числу основных показателей. Это соответствует значению $K_3 = 0{,}6$ (см. п. 5 табл. 2.15).

Определим долю прибыли предприятия, приходящуюся на изобретение, с учетом выявленных признаков:

$$C_и = 17\,900\,000 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}6 = 2\,255\,400 \text{ руб.}$$

Пример 2.5.В результате годового выпуска противоточных конвекционных подогревателей себестоимость рециркуляционной зерновой сушки составила 10 800 руб. В этом подогревателе использовано изобретение «*Противоточный конвекционный подогреватель*», что позволило интенсифицировать тепломассообмен в подогревателе, повысить его экономичность и надежность. Определить себестоимость, приходящуюся на данное изобретение.

Решение. Изобретение позволило достичь качественно новых технических характеристик продукции, поэтому согласно п. 4 табл. 2.13 коэффициент достигнутого результата принимаем $K_1 = 0{,}6$. Изобретение направлено на изменение конструкции аппарата – подогревателя рециркуляционной зерносушилки, поэтому коэффициент сложности решения задачи $K_2 = 0{,}5$ (табл. 2.14, п. 4). В результате сопоставления признаков изобретения с его прототипом установлено, что прототип совпадает с изобретением по меньшему числу основных признаков, поэтому в соответствии с п. 2 табл. 2.15 коэффициент $K_3 = 0{,}3$.

Себестоимость, приходящаяся на данное изобретение, равна:

$$C_и = 10\,800 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}3 = 972 \text{ руб.}$$

Если в объекте (продукции) использовано несколько изобретений, полезных моделей, то сначала определяют суммарную долю себестоимости $C_{\text{сум}}$, приходящуюся на все изобретения, а затем из $C_{\text{сум}}$ выделяют доли $C_{\text{и}i}$, приходящиеся на каждое использованное изобретение.

Для определения суммарной доли себестоимости, приходящейся на все изобретения, выбирается минимальное значение из установленных для каждого изобретения коэффициентов K_1, K_2 и K_3, которое может относиться как к одному из изобретений, так и к нескольким.

По минимальным значениям коэффициентов определяется себестоимость, приходящаяся на все изобретения, использованные в объекте:

$$C_{\min} = C_{\text{сум}} \cdot K_{1\min} \cdot K_{2\min} \cdot K_{3\min}.$$

Себестоимость, приходящаяся на *i*-е изобретение, использованное в объекте, вычисляется по формуле:

$$C_{\text{и}i} = C_{\text{сум}} \times \frac{K_{1i} \cdot K_{2i} \cdot K_{3i}}{(K_{11} \cdot K_{21} \cdot K_{31}) + (K_{12} \cdot K_{22} \cdot K_{32}) + \ldots + (K_{1n} \cdot K_{2n} \cdot K_{3n})},$$

где i – изобретение, по которому рассчитывается прибыль ($1 \le i \le n$);
n – количество использованных изобретений.

Пример 2.6. Себестоимость при серийном изготовлении прибора СВА-1БМ «Вольтамперометрическая автоматизированная система», применяемого для определения концентрации тяжелых металлов в растворах электрохимическим методом, составила 565 000 руб. В приборе использованы два изобретения – «*Электрохимический индикаторный электрод*» и «*Способ электрохимического анализа*», которые позволили существенно сократить время анализа и снизить предел обнаружения концентрации элементов. Определить стоимости, приходящиеся на каждое изобретение.

Решение. Так как изобретение «Электрохимический индикаторный электрод» улучшило основные технические характеристики прибора, коэффициент достигнутого результата принимается равным $K_1 = 0{,}4$ (см. табл. 2.13, п. 3). Данное изобретение представляет собой конструкцию одного из основных узлов прибора, поэтому коэффициент сложности решения технической задачи установлен равным $K_2 = 1{,}1$ (см. табл. 2.14, п. 7). В результате сопоставления признаков изобретения с признаками его прототипа установлено, что прототип совпадает с новым решением по большинству основных признаков, поэтому коэффициент унификации принимается равным $K_3 = 0{,}5$ (см. табл. 2.15, п. 4).

Коэффициенты по изобретению «Способ электрохимического анализа» составляют:

$$K_1 = 0{,}4;\ K_2 = 0{,}4;\ K_3 = 0{,}8.$$

Минимальные значения коэффициентов для обоих изобретений

$$K_{1\min} = 0{,}4;\ K_{2\min} = 0{,}4;\ K_{3\min} = 0{,}8.$$

Определим суммарную себестоимость при использовании этих двух изобретений в приборе СВА-1БМ:

$$C_{\min} = 565\,000 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}8 = 72\,320 \text{ руб}$$

Доля прибыли, приходящаяся на изобретение «Электрохимический индикаторный электрод», составляет:

$$C_{\text{и}1} = \frac{565\,000 \cdot (0{,}4 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}5)}{(0{,}4 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}5) + (0{,}4 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}8)} = \frac{124\,000}{0{,}220 + 0{,}128} = 357\,184 \text{ руб.}$$

Соответственно себестоимость, приходящаяся на второе изобретение, составляет:

$$C_{\text{и}2} = \frac{565\,000 \cdot (0{,}4 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}8)}{(0{,}4 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}8) + (0{,}4 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}5)} = \frac{72\,320}{0{,}128 + 0{,}220} = 207\,816 \text{ руб.}$$

Пример 2.7. Прибыль при серийном изготовлении одного вида продукции с использованием двух изобретений составляет 1 695 тыс. руб. в год. Определить стоимость изобретения в пакете ОИС.

Решение. Определим значения коэффициентов для двух изобретений:

- для первого изобретения: $K_{11} = 0,2$; $K_{21} = 0,8$; $K_{31} = 0,4$;
- для второго изобретения: $K_{12} = 0,4$; $K_{22} = 0,5$; $K_{32} = 0,7$.

Результаты расчетов представлены в табл. 2.16.

Таблица 2.16. Определение стоимости изобретения методом дробления прибыли

Наименование показателя	Значение показателя
Доля прибыли, приходящаяся на пакет ОИС (оба изобретения)	$0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,224$
Прибыль, приходящаяся на пакет ОИС, тыс. руб.	$0,224 \cdot 1\,695 = 380$
Доля первого изобретения в пакете ОИС	$\frac{0,2 \cdot 0,8 \cdot 0,4}{(0,2 \cdot 0,8 \cdot 0,4) + (0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,7)} = 0,314$
Прибыль, приходящаяся на первое изобретение, тыс. руб.	$380 \cdot 0,314 = 119,32$
Ставка капитализации для ОИС, %	20
Стоимость первого изобретения, тыс. руб.	119,32/0,2 = 596,6
Доля второго изобретения в пакете ОИС	$\frac{0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,7}{(0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,7) + (0,2 \cdot 0,8 \cdot 0,4)} = 0,686$
Прибыль, приходящаяся на второе изобретение, тыс. руб.	$380 \cdot 0,686 = 260,68$
Стоимость второго изобретения, тыс. руб.	260,68/0,2 = 1 303,4

Таким образом, размер вознаграждения за изобретение или полезную модель зависит не столько от себестоимости объекта техники, сколько от значимости данного объекта промышленной собственности и его технологических достоинств (простота решения задачи и степень унификации его элементов с элементами других изделий).

Оценка стоимости промышленного образца проводится с использованием методов, отличающихся от рассмотренных выше для изобретения, так как конечный эффект, достигаемый от внедрения промышленного образца, обусловлен преимущественно не техническим результатом, а дизайном, оригинальностью и новизной решения задачи, следствием чего является увеличение объема реализации продукции.

Стоимость промышленного образца $C_{по}$ можно определить как долю прибыли или дохода предприятия от выпуска продукции, в которой используется промышленный образец:

$$C_{по} = П \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $П$ – прибыль предприятия от выпуска и реализации продукции с использованием промышленного образца;

K_1 – коэффициент объема выпускаемой продукции, определяемый по табл. 2.17;

K_2 – коэффициент оригинальности промышленного образца (табл. 2.18);

K_3 – коэффициент сложности решенной задачи, определяемый по табл. 2.19.

Таблица 2.17. Коэффициент объема выпуска продукции

Объем выпуска продукции	Значение K_1
Опытный образец	0,2
Установочная партия	0,3
Мелкая партия	0,4
Средняя партия	0,6
Крупная партия	0,8
Массовое производство	1,0

Таблица 2.18. Коэффициент оригинальности промышленного образца

Оригинальность	Значение K_2
Применение известных художественно-конструкторских средств, когда в перечне существенных признаков промышленного образца используется только термин «применение»	0,25
Использование новой совокупности художественно-конструкторских средств, позволяющей отличить промышленный образец от наиболее близкого аналога	0,3
Промышленный образец имеет прототип, совпадающий с промышленным образцом по большему числу существенных признаков	0,4
Промышленный образец имеет прототип, совпадающий с промышленным образцом по половине существенных признаков	0,5
Промышленный образец имеет прототип, совпадающий с промышленным образцом по меньшей части существенных признаков	0,6
Промышленный образец не имеет прототипа	0,8

Таблица 2.19. Коэффициент сложности решения задачи

Сложность решения дизайнерской задачи, определяемая по внешнему виду	Значение K_3
Одна простая деталь	0,2
Сложная или сборная деталь неосновного узла	0,3
Один основной узел или несколько неосновных узлов	0,4
Несколько основных узлов	0,5
Простая машина, прибор, станок, аппарат, сооружение	0,7
Сложная машина, станок, прибор, аппарат, сооружение	0,9
Поточная линия	1,1
Принципиально новый объект техники	1,25

Метод индексации затрат – один из самых эффективных методов решения задач по оценке. При проведении индексации руководствуются индексами изменения цен по элементам затрат, т.е. затраты каждого года ретроспективного периода приводятся к текущим затратам отдельно с учетом индексов всех лет между датами их осуществления и оценки.

Используя данный метод, стоимость промышленного образца $C_{\text{по}}$ можно определить как сумму затрат на его создание и охрану:

$$C_{\text{по}} = \sum (З_i + I_i) + П_i,$$

где $З_i$ – суммарные затраты на создание и правовую охрану объекта в i-м году;
I_i – индекс изменения цен по элементам затрат в i-м году;
$П_i$ – прибыль, определяемая в текущих ценах.

Далее определяется сумма накопленного износа в денежном выражении от суммы приведенных затрат и прибыли. В конечном итоге рассчитывается стоимость промышленного образца путем коррекции суммы затрат, приведенных к дате оценки, и прибыли на процент износа.

Пример 2.8. Рассчитать методом индексации затрат стоимость патента на промышленный образец, созданный на предприятии, по состоянию на 01.01.2025 г., используя следующие исходные данные:

- 2021 г. – затраты на поисковые работы и разработку темы 1 200 тыс. руб.;
- 2022 г. – затраты на создание экспериментальных программ 600 тыс. руб.;
- 2022 г. – затраты на услуги сторонних организаций 1 400 тыс. руб.;
- 2023 г. – затраты на оплату патентных пошлин 15 тыс. руб.

Заявка на регистрацию подана 30.12.2022 г., патент выдан 01.07.2023 г. Патент на промышленный образец выдается на 15 лет. На дату оценки патент действует 2 года. По данным Росстата темпы инфляции составили: в 2021 г. – 8,39%, 2022 г. – 11,94%, 2023 г. – 7,42%, 2024 г. – 6,5%.

Решение. Определим текущие затраты на создание и охрану промышленного образца в каждом году:

$$З_{2021} = 1\,200 \cdot (1 + 0{,}1194) \cdot (1 + 0{,}0742) \cdot (1 + 0{,}065) = 1\,536{,}74 \text{ тыс. руб.};$$

$$З_{2022} = (600 + 1\,400) \cdot (1 + 0{,}0742) \cdot (1 + 0{,}065) = 2\,288{,}05 \text{ тыс. руб.};$$

$$З_{2023} = 15 \cdot (1 + 0{,}065) \approx 16{,}0 \text{ тыс. руб.}$$

Процент износа составит: $(2/15) \cdot 100 = 13\%$.

Рассчитаем стоимость объекта оценки с учетом износа на 01.01.2025 г.:

$$С_{по} = (3\,840{,}79 + 960{,}20) \cdot (1 - 0{,}13) = 4\,176{,}86 \text{ тыс. руб.}$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2.20.

Таблица 2.20. Оценка стоимости промышленного образца методом индексации затрат

Наименование показателя	Годы			
	2021	2022	2023	2024
Затраты на поисковые работы и разработку темы, тыс. руб.	1200	–	–	–
Затраты на создание экспериментальных программ, тыс. руб.	–	600	–	–
Затраты на услуги сторонних организаций, тыс. руб.	–	1400	–	–
Затраты на оплату патентных пошлин, тыс. руб.	–	–	15	–
Индекс потребительских цен, %	108,39	111,94	107,42	106,5
Темпы инфляции, %	8,39	11,94	7,42	6,5
Сумма затрат, тыс. руб.	1200	2000	15	–
Текущие затраты, тыс. руб.	1 536,74	2 288,05	16,0	–
Сумма текущих затрат, тыс. руб.	1 536,74 + 2 288,05 + 16,0 = 3 840,79			
Прибыль, тыс. руб.	3 840,79 · 0,25 = 960,20			
Стоимость объекта оценки с учетом износа, тыс. руб.	4 176,86			

Аналогичные методы разработаны для оценки стоимости товарных знаков и знаков обслуживания. Однако в данном учебном пособии они не рассматриваются. С ними можно ознакомиться в соответствующей литературе, где также представлены методы расчета цены лицензии, учета рисков при оценке стоимости объектов интеллектуальной и промышленной собственности.

ГЛАВА 3.
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

3.1. Основные сведения

Модернизация системы высшего образования Российской Федерации направлена на повышение уровня квалификации выпускников высших учебных заведений. При этом подготовка молодых специалистов по новому принципу необходима для более эффективного использования на производстве расширенного набора приобретаемых ими во время обучения компетенций, ориентированных на инновационное развитие экономики страны.

Наиболее важная роль в технической и технологической модернизации АПК страны, сервисном сопровождении сельскохозяйственной техники, машин и оборудования возлагается на выпускников технических и технологических факультетов аграрных вузов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия» (направленности «Технический сервис в агропромышленном комплексе» и «Технологии технического сервиса»).

3.2. Сущность выпускной квалификационной работы, ее цели и задачи

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки «Агроинженерия» в Государственную итоговую аттестацию входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку и процедуру ее защиты. Государственная итоговая аттестация проводится государственной экзаменационной комиссией с целью определения соответствия результатов освоения обучающимися Основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) соответствующим требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по соответствующему направлению подготовки.

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» и основной профессиональной образовательной программы высшего образования в рамках реализуемой направленности.

Задачами государственной итоговой аттестации являются:

- оценка соответствия сформированности компетенций у выпускника требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и ОПОП ВО;
- оценка результатов подготовленной выпускной квалификационной работы;

- оценка готовности выпускника к решению профессиональных задач в соответствии с типами и задачами профессиональной деятельности.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой работу научного содержания, которая имеет внутренне единство, отражает ход и результаты разработки выбранной темы, демонстрирует уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. Она должна соответствовать современному уровню развития науки и техники, а ее тема быть актуальной и практически значимой, направленной на решение профессиональных задач.

Целью выполнения ВКР является определение способностей и готовности обучающегося самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, излагать специальную информацию, а также научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

Для достижения данной цели обучающийся должен:

- провести теоретическое исследование по обоснованию проблемы выполнения работы и сущности изучаемого явления или процесса;
- обосновать методы и методики исследования, проанализировать изучаемое явление или процесс, выявить тенденции и закономерности его развития на основе анализа конкретных данных;
- разработать конкретные предложения по совершенствованию и развитию исследуемого явления или процесса.

Основными задачами выпускной квалификационной работы являются:

- проверка уровня усвоения выпускником учебного и практического материала по дисциплинам основной образовательной программы высшего образования в рамках выбранного направления обучения;
- обоснование актуальности решаемой проблемы;
- использование современных приемов, инструментов, методик для решения теоретических и практических задач;
- обоснование практической направленности рекомендаций и предложений, их экономической эффективности;
- обобщение полученных в результате проведенных исследований материалов и формулирование выводов;
- формирование навыков проведения самостоятельного исследования, умения работать с научной и методической литературой;
- выявление умений грамотно, логически обоснованно излагать свои мысли, результаты исследования; анализировать и обобщать информацию, проводить расчеты, строить графики;
- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков обучающихся при проведении научных исследований в области ремонта машин и их агрегатов, технического обслуживания, восстановления и упрочнения деталей.

Полученные в работе результаты должны свидетельствовать о наличии компетенций (общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных), предусмотренных Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению и профилю подготовки, самостоятельной

научной работы в избранной области профессиональной деятельности.

Для выявления сформированности компетенций выпускная квалификационная работа должна соответствовать требованиям оригинальности, научной новизны, единства цели и содержания, практической ценности и значимости, отсутствие противоречия объективным и установленным законам, закономерностям и правилам.

Оригинальность выпускной квалификационной работы определяется новизной и подлинностью полученных результатов, исключающей компилятивный характер работы.

Научную новизну работы характеризуют результаты, полученные впервые на основании выявленных, разработанных или сформулированных автором закономерностей, воспроизводимых в определенных условиях и представляющих научный и практический интерес в качестве методической основы для решения аналогичных задач. Формулируя элементы научной новизны, необходимо соотнести их с поставленными задачами, т.е. указать, что выявлено, определено, обосновано, разработано, а также показать сущность нового результата и его отличие от ранее известных результатов. Так, например, отличительными признаками элементов научной новизны модели могут быть новые ограничения и допущения, применение модели в новой предметной области, введение новых элементов, блоков, взаимосвязей и т.п.

Описание элементов научной новизны рекомендуется проводить по схеме, представленной на рис. 3.1. Основным признаком научной новизны является наличие теоретических положений, практических и методических рекомендаций и предложений, которые внедрены или приняты к внедрению в практику.

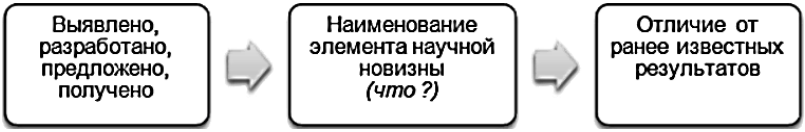


Рис. 3.1. Схема описания элементов научной новизны

Единство цели и содержания выпускной квалификационной работы означает адекватность полученных результатов.

Практическая ценность выпускной квалификационной работы требует разработки темы, имеющей научное или прикладное значение, а ее результаты, дающие при реализации положительный технико-экономический эффект.

Отсутствие противоречия объективным и установленным законам, закономерностям и правилам означает необходимость установления в работе адекватности полученных результатов и представления автором убедительных доказательств их достоверности на основе экспериментальных, расчетных или иных методов.

Выпускная квалификационная работа призвана раскрыть научный потенциал магистранта, показать его способности в организации и проведении самостоятельного исследования, использования современных методов и

подходов при решении проблем в исследуемой области, выявлении результатов проведенного исследования, их аргументации и разработке обоснованных рекомендаций и предложений.

Выпускная квалификационная работа – это самостоятельная научно-исследовательская работа, которая выполняется с целью публичной защиты и получения квалификации магистра. Она завершает обучение и должна демонстрировать уровень научной подготовки обучающегося, профессиональное владение теорией и практикой предметной области, умение самостоятельно проводить научный поиск и решать конкретные задачи в сфере профессиональной деятельности.

Написание выпускной квалификационной работы предполагает:

- систематизацию, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по направлению магистерской подготовки, их применение при решении конкретных научно-исследовательских задач;
- развитие навыков ведения самостоятельной работы и овладение методикой исследования и экспериментирования при решении научных проблем и вопросов;
- выявление подготовленности магистра для самостоятельной работы в учебном или научно-исследовательском учреждении.

Процесс выполнения ВКР включает следующие этапы:

- утверждение темы и научного руководителя;
- разработку и утверждение индивидуального плана работы;
- подготовку выпускной квалификационной работы;
- рецензирование и защиту выпускной квалификационной работы.

Эффективность подготовки ВКР на основе сформулированных принципов обеспечивается оптимизацией затрат ресурсов на решение поставленных в ней задач. Для этого научным руководителем должны быть поставлены, а магистрантом решены задачи, соответствующие цели исследования с помощью минимально необходимых и достаточных по своей совокупности методов и средств.

Результатом подготовки и выполнения ВКР является формирование компетенций выпускников магистратуры, указанных в табл. 3.1–3.3.

3.3. Выбор темы выпускной квалификационной работы и назначение научного руководителя

Тематика выпускной квалификационной работы должна соответствовать характеру сферы профессиональной деятельности выпускника, определенной Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению «Агроинженерия» и профилям подготовки «Технический сервис в агропромышленном комплексе», «Технологии технического сервиса», а также учитывать перспективы развития новой техники и технологий; быть актуальной и по возможности максимально приближенной к решению реальных производственных задач, стоящих перед предприятиями АПК.

Таблица 3.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория компетенции	Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Системное и критическое мышление	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	• анализирует проблемную ситуацию и осуществляет ее декомпозицию на отдельные задачи; • вырабатывает стратегию решения поставленной задачи; • формирует возможные варианты решения задач.
Разработка и реализация проектов	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	• участвует в управлении проектом на всех этапах жизненного цикла; • способен составлять бизнес-план для организации АПК; использовать прикладные программы, применяемые для разработки бизнес-планов; выявлять проблемы социально-экономического характера и предлагать пути их решения для конкретных условий; • обладает навыками разработки бизнес-планов организации.
Командная работа и лидерство	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.	• демонстрирует знания теоретических аспектов организационной и управленческой структур, управления коллективом в своей профессиональной деятельности.
Коммуникация	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке для академического и профессионального взаимодействия.	• осуществляет академическое и профессиональное взаимодействие, в том числе на иностранном языке; • переводит академические тексты (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т.д.) с иностранного языка или на иностранный язык; • использует современные информационно-коммуникативные средства.
Толерантность	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	• формирует возможные варианты поведения в процессе взаимодействия с людьми различного социального и культурного происхождения; • владеет навыками создания недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.

Категория компетенции	Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Самоорганизация и саморазвитие	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	• оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения задания; • определяет приоритеты личностного роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки.

Таблица 3.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Способен анализировать современные проблемы науки и производства, решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации.	• демонстрирует знания проблем создания технических средств для сельского хозяйства, энерго- и ресурсосбережения, эффективной эксплуатации машин и оборудования, применения электронных средств и информационных технологий; перспективных методов научных исследований в области создания и использования машин и оборудования в агропромышленном комплексе; • способен формировать и оптимизировать гибкие, адаптивные технологии производства сельскохозяйственной продукции с учетом экономических требований; проводить системный анализ объекта исследования; планировать многофакторный эксперимент; оценивать надежность технических систем; • способен формулировать критерии оптимальности; обоснованно выбирать методы оптимизации; программировать метод оптимизационной задачи.
Способен передавать профессиональные знания с использованием современных педагогических методик.	• демонстрирует знания педагогических, психологических и методических основ развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях различного типа; • способен пользоваться современными образовательными технологиями профессионального образования; • обладает методами передачи профессиональных знаний в области агроинженерии.

Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности.	• демонстрирует знания методов математического моделирования и анализа для решения задач профессиональной деятельности; • способен применять методы решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности; • обладает навыками моделирования при анализе реальных процессов и объектов с целью нахождения эффективных решений задач профессиональной деятельности.
Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы.	• демонстрирует знания методов и способов решения научно-исследовательских задач; • способен использовать информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований; • обладает навыками формирования и обобщения результатов, полученные в ходе решения научно-исследовательских задач.
Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности.	• демонстрирует знания экономической сущности методических основ исчисления себестоимости продукции, методики и показателей определения экономической эффективности, в том числе и управления производством; специфики формирования и функционирования факторов производства в сельском хозяйстве; • способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в агроинженерии; • обладает навыками разработки предложений по повышению эффективности проектов в области агроинженерии.
Способен управлять коллективами и организовывать процессы производства.	• способен использовать методы экономических наук при решении стандартных и нестандартных профессиональных задач. • способен выбирать оптимальное решение задач с учетом человеческих ресурсов (факторов); • обладает навыками анализа и прогнозирования экономических эффектов и последствий реализуемой и планируемой деятельности.

Таблица 3.3. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты.	• знает методики проведения экспериментов и испытаний, методы анализа их результатов; • умеет выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, а также анализировать их результаты; • владеет навыками применения методик проведения экспериментов и испытаний, анализа их результатов.
Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к техническому сервису машин и оборудования.	• знает методы физического и математического моделирования при исследовании процессов, явлений и объектов; • умеет применять методы физического и математического моделирования при исследовании процессов, явлений и объектов; • владеет навыками применения методов физического и математического моделирования при исследовании процессов, явлений и объектов.
Способен разрабатывать стратегию развития и осуществлять выбор машин и оборудования для технической и технологической модернизации производства сельскохозяйственной продукции.	• знает современные направления развития сельскохозяйственной техники и технологий производства сельскохозяйственной продукции; • умеет анализировать преимущества и недостатки направления развития сельскохозяйственной техники и адаптировать новые решения к условиям предприятия с применением цифровых технологий.
Способен осуществлять выбор машин и оборудования для хранения, ремонта и утилизации сельскохозяйственной техники и оборудования.	• знает нормативно-техническую документацию по ремонту машин и оборудования; • умет производить расчеты потребности в ремонтно-технологическом оборудовании; • владеет навыками разработки технологических процессов ремонта машин и оборудования с применением информационных технологий; • способен обеспечивать работоспособность техники при ее эксплуатации с применением цифровых технологий; • способен обосновывать ресурсосберегающие методы восстановления изношенных деталей; • владеет навыками организации процессов утилизации в агропромышленном комплексе.

Основой выпускной квалификационной работы магистра могут являться материалы практик, в том числе научно-исследовательской работы по выпускающей кафедре. Объектами для выполнения ВКР обучающегося могут быть реально существующие или перспективные производства технического сервиса, технологии технического обслуживания, ремонта машин, восстановления и упрочнения деталей.

Для обучающегося необходимо знать не только основные положения, характеризующие ВКР, но и иметь представление о методологии и организации работы на всех этапах ее выполнения. Упрощенный алгоритм работы над магистерской диссертацией представлен на рис. 3.2.

Первым этапом работы над ВКР является выбор темы исследования. Тема магистерской диссертации представляется на утверждение лишь тогда, когда установлены ее актуальность, научное и прикладное значение, наличие условий для выполнения в намеченный срок и обеспечено должное научное руководство.

Обучающемуся предоставляется право самостоятельного выбора темы исследования. При этом выбор темы производится на основании примерного перечня (Приложение 3). Тематика ВКР разрабатывается и периодически обновляется выпускающей кафедрой и утверждается на заседании учебно-методической комиссии факультета (института). Обучающийся может предложить свою тему с необходимым обоснованием актуальности и практической целесообразности ее разработки. При выборе темы обучающийся должен учитывать свои научные и практические интересы в определенной области теории и практики.

Тема должна быть сформулирована таким образом, чтобы в ней максимально конкретно отражалась основная идея работы, научный, исследовательский характер и ее новизна; охватывать широкий круг вопросов, что позволяет магистранту использовать системный подход к рассмотрению и решению данной проблемы.

Тематика ВКР должна отражать как теоретическую, так и практическую направленность исследования.

Теоретическая часть исследования должна быть ориентирована на разработку теоретических и методологических основ исследуемых вопросов, использование новых концепций и идей в выбранной области исследования, отличаться определенной новизной научных идей и методов исследования.

Практическая часть исследования должна демонстрировать способности магистранта решать реальные практические задачи на основе разработки моделей, методологических основ и подходов в исследуемых вопросах.

Закрепление темы за обучающимся осуществляется на основании его личного заявления (Приложение 4) на имя ректора университета с визами руководителя ВКР и заведующего кафедрой.

Изменение или уточнение темы ВКР возможно на основании заявления обучающегося, согласованного с научным руководителем ВКР, заведующим кафедрой, на которой выполняется работа и заведующим выпускающей кафедрой.

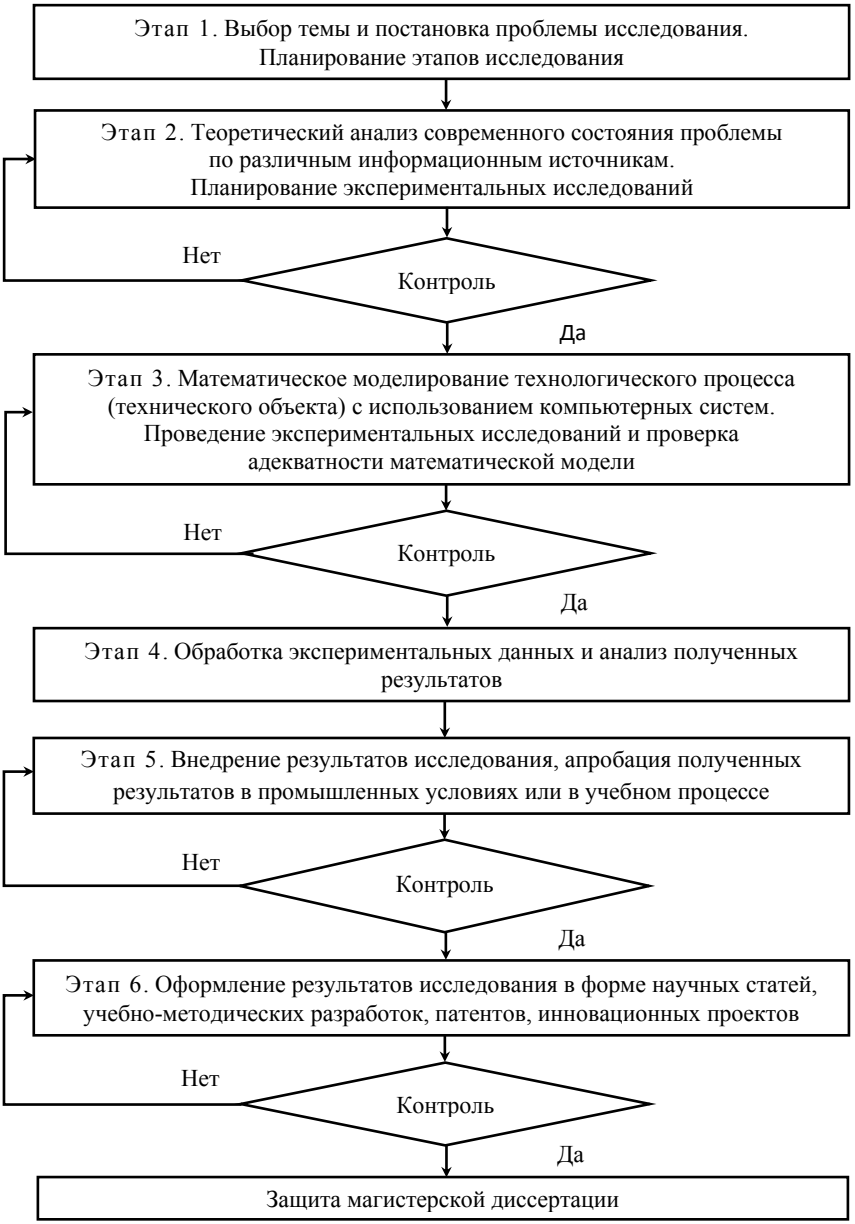


Рис. 3.2. Алгоритм работы над магистерской диссертацией

Выбранные темы ВКР рассматриваются на совете факультета (института) и утверждаются приказом ректора университета. После выбора, согласования и утверждения темы научный руководитель на основании разработанного календарного плана выполнения ВКР (Приложение 5) выдает обучающемуся задание на ее подготовку, которое включает: наименование работы; перечень подлежащих к разработке вопросов; перечень исходных данных, необходимых для выполнения ВКР (нормативные документы и материалы, научная и специальная литература, конкретная первичная информация); сроки представления законченной работы.

Обучающийся обязан периодически информировать научного руководителя о ходе выполнения ВКР и возникающих отклонениях от утвержденного плана и графика ее выполнения.

3.4. Руководство выпускной квалификационной работой

Для руководства процессом подготовки выпускной квалификационной работы обучающемуся назначается научный руководитель.

Научный руководитель выпускной квалификационной работы:

- оказывает обучающемуся помощь в выборе, формулировании и закреплении темы ВКР;
- составляет задание на подготовку ВКР;
- оказывает обучающемуся помощь в разработке индивидуального плана работы на весь период выполнения ВКР;
- помогает обучающемуся в составлении рабочего плана ВКР, подборе научно-технической, справочной литературы и иных источников информации по теме ВКР;
- проверяет выполнение работы и ее частей;
- проводит систематические консультации с обучающимся по проблеме исследования, содержанию и оформлению ВКР согласно составленному индивидуальному плану, а также оказывает ему необходимую методическую помощь;
- оказывает помощь (консультирует выпускника) в подготовке презентации ВКР для ее защиты;
- по завершении ВКР представляет письменный отзыв на нее с рекомендацией к защите или отклонением от защиты.

Кафедра регулярно заслушивает магистрантов и научных руководителей о ходе подготовки ВКР. О степени готовности работы они информируют руководителя магистерской программы.

ВКР должна выполняться обучающимися самостоятельно, творчески, с учетом возможностей реализации отдельных ее частей на практике. Каждое принятое решение должно быть тщательно продумано. При этом важно помнить, что руководители ВКР дают рекомендации, а окончательное решение принимает только автор ВКР. После получения задания на подготовку ВКР обучающийся должен приступить к работе над ней непосредственно. Необходимо помнить, что подготовка ВКР является научным исследованием,

требующим определенного времени.

Контроль за ходом выполнения работ, предусмотренных заданием, осуществляется в процессе проведения научных семинаров. Научный руководитель регулярно заслушивает доклады и выступления обучающихся на семинарах и делает заключение о ходе выполнения работы. В случае существенного отставания от календарного плана, научный руководитель сообщает об этом заведующему кафедрой, к которой прикреплен выпускник, и принимает соответствующие меры. Один научный руководитель может руководить не более чем тремя магистрантами.

3.5. Общие требования к выпускной квалификационной работе

Подготовка выпускной квалификационной работы по утвержденной теме осуществляется обучающимся самостоятельно под руководством научного руководителя.

Выпускная квалификационная работа должна включать:

- изучение предметной области в рамках тематики ВКР по библиографическим источникам;
- разработку решения поставленной задачи с обоснованием применяемых методов и средств;
- изучение научных подходов и методик, инструментальных средств и программно-аппаратных систем, необходимых для решения поставленной научно-исследовательской задачи;
- обработку экспериментальных данных (если это подразумевает постановка задачи) и формулирование полученных результатов.

ВКР должна отвечать следующим основным требованиям:

- авторская самостоятельность;
- полнота исследования;
- внутренняя логическая связь, последовательность изложения;
- грамотное, ясное и логичное изложение материала;
- высокий научно-теоретический уровень разработки проблемы.

Структура ВКР должна отражать определенное внутреннее единство ее структурных элементов.

Содержание ВКР составляет принципиально новый материал, включающий описание новых факторов, явлений, закономерностей или обобщение ранее известных положений с других научных позиций или в новом аспекте. Оно должно отражать исходные предпосылки научного исследования, его ход и полученные результаты, а также подтверждать уровень квалификации магистра в свете компетентностного подхода.

В содержании ВКР должны быть приведены убедительные аргументы в пользу избранной концепции. Противоречащие ей точки зрения должны быть подвергнуты всестороннему анализу и критической оценке. Дискуссионный и полемический материал являются элементами ВКР.

Решение о соответствии (либо несоответствии) ВКР предъявляемым требованиям формирует и аргументирует научный руководитель.

Глава 4.
СТРУКТУРА И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

4.1. Общие положения

Введение к выпускной квалификационной работе – наиболее ответственная часть текста, в которой должны отражаться все его достоинства, элементы новизны и научные положения, выносимые на защиту. Все это может окончательно выкристаллизоваться на последнем этапе работы, когда достигнута полная ясность в понимании выбранной темы. При этом необходимо начинать с основной части текста, добиться ее оптимального варианта, а затем переходить к введению и заключению.

Основная часть ВКР делится на главы или разделы и подразделы в соответствии с логической структурой изложения. При этом каждая глава должна состоять не менее чем из двух разделов. Желательно, чтобы главы и соответственно разделы были примерно одинаковыми по объему.

Главы ВКР – это основные структурные единицы текста. Название каждой из них нужно сформулировать так, чтобы оно не оказалось шире темы по объему содержания и равновелико ей, так как глава представляет собой только один из аспектов темы и название должно отражать эту подчиненность.

Логическая структура ВКР вырисовывается далеко не сразу. Для того чтобы она стала предельно ясной, магистрант должен мысленно построить работу как логическое целое в виде развернутого доказательства положений, которые выносятся на защиту. Сначала такой «макет» целесообразно разрабатывать в форме плана, размышляя над правильным наименованием и расположением отдельных параграфов. Деление работы на главы и разделы должно служить логике раскрытия темы. Поэтому, с одной стороны, не следует вводить в план структурные единицы, содержательно выходящие за рамки темы или связанные с ней лишь косвенно, а с другой стороны, пункты плана должны структурно полностью раскрывать тему. После составления плана можно приступать к черновому написанию текста работы.

4.2. Структура и содержание выпускной квалификационной работы

Общая типовая структура выпускной квалификационной работы магистра может быть представлена в виде схемы (рис. 4.1). Поскольку ВКР является квалификационным трудом, ее оценивают не только по теоретической ценности и прикладному значению полученных результатов, но и по уровню общеметодической подготовки данного научного произведения, что, прежде всего, находит отражение в его композиции.

Композиция ВКР – это последовательность расположения ее основных частей, к которым относят основной текст (главы и параграфы), а также части ее справочно-сопроводительного аппарата.

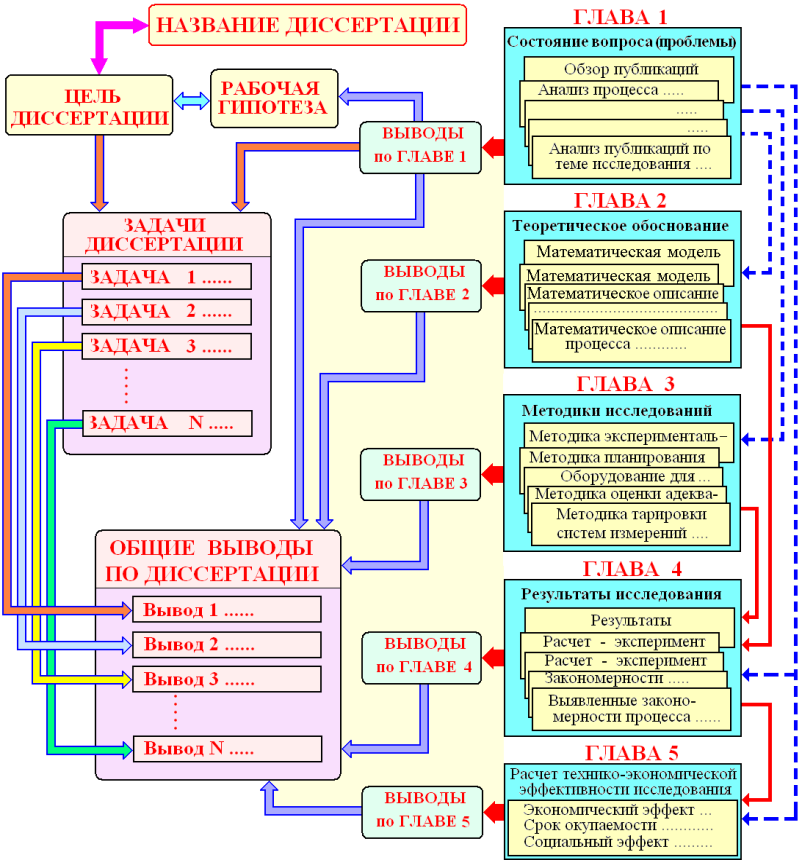


Рис. 4.1. Типовая структура выпускной квалификационной работы

Традиционно сложилась определенная структура выпускной квалификационной работы, основными элементами которой являются:

- титульный лист;
- задание на ВКР;
- аннотация;
- содержание;
- текст ВКР, включающий:
  – введение;
  – основную часть;
  – заключение;
  – список сокращений, условных обозначений, словарь терминов;
  – приложения;

– список литературы (библиографический список).

Обязательными структурными элементами выпускной квалификационной работы являются: титульный лист, задание на ВКР, аннотация, содержание, введение, основная часть, заключение, список литературы.

Титульный лист служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа и заполняется по строго определенным правилам в соответствии с положениями ГОСТ 7.32–2017. Указанная форма титульного листа приведена в Приложении 6.

Задание формируется на основе примерной тематики ВКР (см. Приложение 3), методической программы обучающегося и является документальным подтверждением согласования тематики его работы с руководителем ВКР и выпускающей кафедрой. Образец задания представлен в Приложении 7. На листе задания должны быть подписи обучающегося, научного руководителя и заведующего кафедрой.

Аннотация – краткое точное изложения содержание документа, включающее основные фактические сведения по ВКР.

Оптимальная последовательность аспектов содержания зависит от назначения аннотации. Например, для потребителя, заинтересованного в получении новых научных знаний, наиболее удобным является изложение результатов работы и выводов в начале текста аннотации. Объект, предмет, тема, цель работы указывается в том случае, если они не ясны из заглавия диссертации. Метод и методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Результаты исследований описывают точно и информативно в соответствии с требованиями ГОСТ.

Содержание – перечень основных частей ВКР с указанием страниц, на которые их помещают. Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, заключение, список литературы и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы диссертации.

Заголовки в содержании должны точно повторять заголовки в тексте. Не допускается сокращать или давать заголовки в другой формулировке. Последнее слово заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение представляет собой наиболее ответственную часть ВКР, поскольку содержит в сжатой форме все фундаментальные положения, обоснованию которых посвящена работа. Во введении должны быть перечислены следующие положения: актуальность выбранной темы; степень ее разработанности; цель и содержание поставленных задач; объект и предмет исследования; применяемые методы исследования, их теоретическая и эмпирическая основа; научная новизна; положения, выносимые на защиту; апробация результатов работы; публикация результатов работы; структура и объем работы.

Обоснование актуальности выбранной темы – начальный этап любого исследования. И то, как автор умеет выбрать тему и насколько правильно он

эту тему понимает и оценивает с точки зрения своевременности и социальной значимости, характеризует его научную зрелость и профессиональную подготовленность.

Освещение актуальности не должно быть многословным. При этом необходимо показать главное – суть проблемной ситуации, из чего и будет видна актуальность темы исследования. Актуальность темы определяет потребности общества в получении каких-либо новых знаний в этой области. Как любой другой продукт, ожидаемые новые знания нуждаются в обосновании потребности: кому, для каких целей эти знания нужны, каков объем, качество этих знаний и т.д.

От доказательства актуальности выбранной темы переходят к формулировке *цели исследования*, конкретных задач, которые предстоит решать в соответствии с этой целью. Это обычно делается в форме перечисления (изучить, описать, установить, выяснить и т.п.). Определение цели является важным этапом исследования, так как она определяет задачи самого исследователя: что изучать, что анализировать, какими методами можно получить новые знания.

Определяя цель исследования, следует отметить, в какие этапы исследования предмета предполагается сделать свой основной научный вклад: в разработку или развитие познания предмета исследования, методику решения задачи, в совершенствование технических средств исследования, в анализ существующей практики.

Автору ВКР необходимо четко определить конечную цель исследования, носящую, как правило, практическое значение.

Цель должна быть понятной для исполнителя и должна соответствовать его профессиональному профилю и квалификации. Она представляет собой ожидаемый конечный результат исследования, предлагающий разрешение заявленного противоречия по основным разделам исследования.

Цель формулируется кратко и предельно точно в смысловом отношении, выражая то основное, что намеревается получить исследователь: повышение качества технического сервиса, снижение себестоимости восстановления изношенных деталей, повышение ресурса узлов и агрегатов, увеличение износостойкости и т.п.

Например:

- разработать технологический процесс восстановления деталей гидравлических шестеренных насосов микродуговым оксидированием.

Цель исследования конкретизируется и развивается в *задачах исследования.*

Формулирование задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно соответствовать содержанию глав ВКР. При этом научные задачи исследования перечисляются в виде: изучить, описать, оценить, установить, выявить, вывести формулу и т.д.

Например:

- выбрать вид электролита и обосновать концентрацию основных его компонентов;

- исследовать влияние состава электролита и режимов процесса на толщину и микротвердость покрытий;
- исследовать физико-механические свойства покрытий;
- разработать новый технологический процесс восстановления деталей;
- провести стендовые и эксплуатационные испытания деталей, восстановленных по новой технологии;
- дать практические рекомендации и определить технико-экономическую эффективность разработанной технологии.

Обязательным элементом введения является формулировка объекта и предмета исследования.

Объект – это процесс или явление, порождающие проблемную ситуацию и выбранные для изучения.

Например:

- средний межремонтный ресурс агрегатов навесных гидросистем тракторов, отремонтированных с восстановлением и упрочнением рабочих поверхностей деталей ресурсоопределяющих сопряжений методом электроискровой обработки.

Предмет – это то, что находится в границах объекта, наиболее существенные свойства изучаемого объекта, анализ которых особенно значим для решения задач исследования.

Например:

- микрогеометрические характеристики и механические, фрикционные, триботехнические свойства покрытий, сформированных электроискровой обработкой.

Объект и предмет исследования как категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него и направлено основное внимание обучающегося, именно предмет исследования определяет тему выпускной квалификационной работы.

Объект исследования всегда шире, чем его предмет. Если объект – это область деятельности, то предмет – это изучаемый процесс в рамках объекта исследования. После этого необходимо показать методологическую, теоретическую и эмпирическую основу ВКР, ее новизну, сформулировать положения, выносимые на защиту, а также обосновать теоретическую и практическую значимость исследования.

Научная новизна – это признак, наличие которого дает автору право на использование понятия «впервые».

Впервые может проводиться исследование на оригинальные темы, которые ранее не исследовались в той или иной отрасли научного знания.

Для большинства наук новизна проявляется в наличии теоретических положений, которые впервые сформулированы и содержательно обоснованы, а также методических рекомендаций, которые внедрены в практику и оказывают существенное влияние на достижение новых социально-экономических результатов.

Новыми могут быть только те положения исследований, которые способствуют дальнейшему развитию науки в целом или отдельных ее направлений.

Научная новизна работы должна быть не только продекларирована, но и подтверждена.

Признаки научной новизны:

- постановка новой научной задачи;
- введение новых научных категорий и понятий, развивающих представление о данной отрасли знаний;
- раскрытие новых закономерностей;
- установление влияния характеристик процессов на физико-механические и эксплуатационные свойства покрытий, формируемых на деталях машин;
- разработка, усовершенствование и применение новых методов, инструментов, аппаратов исследований;
- разработка и научное обоснование предложений об обновлении объектов, процессов и технологий, используемых в профессиональной деятельности.

Например, научную новизну могут представлять:

- механические, фрикционные и триботехнические свойства измененного поверхностного слоя, сформированного методом электроискровой обработки;
- параметры законов распределения средних ресурсов агрегатов навесных гидросистем тракторов в доремонтный и межремонтный периоды рядовой эксплуатации.

Новизна темы состоит как в ее отличии от тем ранее выполненных исследований, так и в оригинальности основной идеи, заложенной в тему, обеспечивающей углубление или обновление сложившихся в науке и производстве представлений.

Положения, выносимые на защиту. На защиту принято выносить все новое и значимое, полученное в результате выполненных исследований.

Например:

- уточненные физико-механические характеристики износостойких покрытий деталей, полученных по новой технологии;
- разработанную технологию восстановления деталей или технологические процессы, которые исследуются; математическую модель, полученную в результате теоретических исследований; результаты экспериментальных исследований;
- алгоритмы, программы расчетов, обоснование режимов работы ремонтно-технологического оборудования с использованием компьютерной техники;
- результаты проведения стендовых испытаний деталей и агрегатов сельскохозяйственной техники, восстановленных по новой технологии;
- результаты производственной проверки и оценки технико-экономической эффективности разработанной технологии.

Практическая значимость результатов исследований заключается в следующем:

- в каких организациях рекомендуется использовать результаты исследований (ремонтно-технические; научные, проектно-конструкторские, производственные, образовательные, хозяйственные);
- в какой форме могут быть использованы (используются) результаты исследования и рекомендации, представленные в работе.

На предприятиях технического сервиса могут быть востребованы разработанные технологические процессы восстановления деталей, технологические процессы ремонта агрегатов и машины в целом. В научно-исследовательских организациях могут использоваться методики исследований, новые приборы, оборудование; в проектно-конструкторских организациях – разработанные конструкции машин, отдельные ее элементы, оборудование и приборы, методика обоснования и расчета элементов конструкции новых машин и установок; в учебных заведениях – при чтении лекций, проведении лабораторных и практических занятий, самостоятельной работе обучающихся.

В государственных и частных учреждениях (предприятиях), отраслевых министерствах, организациях планирования: при разработке концепций; прогнозов; планов; методических рекомендаций; программ обоснования стратегий; различных нормативных документов по снижению вредного воздействия на окружающую среду технологий и техники (СНиП, СанПиН, СТП, ГОСТ, ОСТ); цитирование в докладах и других документах.

Степень достоверности полученных результатов исследования подтверждается достаточным количеством выполненных экспериментов; использованием современных общепринятых методик; ГОСТ, приборов и оборудования; схождением результатов, полученных теоретическими и экспериментальными исследованиями; совпадением полученных результатов с данными других исследователей по соответствующей тематике; внедрением полученных результатов в производство; выступлениями с докладами на международных научных конференциях с результатами исследований, их одобрением и публикацией материалов в ведущих научных журналах; подробным описанием условий проведения экспериментальных исследований, позволяющих провести проверку полученных результатов.

Для наглядности приведем пример оформления введения ВКР, взятого из открытых источников.

Пример 4.1. Тема исследования *«Разработка метода нанесения плазменных покрытий для восстановления деталей перерабатывающего оборудования АПК»*.

Актуальность темы исследования. В настоящее время в АПК России существует потребность в восстановлении и упрочнении изношенных деталей перерабатывающего оборудования. Развитие технологий упрочнения и восстановления деталей в данных условиях является одним из основных путей обеспечения экономической безопасности страны и является стратегически важной и приоритетной задачей.

Результаты проведенного анализа показали, что 85–90% деталей машин выходит из строя вследствие изнашивания, при этом 75% выбраковываемых деталей являются ремонтопригодными. Расходы на запасные части достигают 60% от себестоимости ремонта машин в целом, а срок поставки импортных узлов и крупногабаритных деталей сложной

конструкции достигает 30 и более недель, что создает серьезную зависимость отечественной промышленности от зарубежных производителей оборудования. Восстановленные детали в 1,5–2,5 раза дешевле новых деталей, а по ресурсу, как правило, не уступают им.

Одним из перспективных и эффективных методов нанесения композиционных материалов на поверхности изношенных деталей является плазменное напыление и плазменная наплавка, наиболее полно удовлетворяющие техническим и технологическим требованиям (высокая производительность, широкая возможность легирования наносимых покрытий, большой диапазон регулирования ввода теплоты в основной и присадочный материалы, возможность нанесения любых присадочных материалов и др.).

Таким образом, разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий восстановления и упрочнения изношенных деталей перерабатывающего оборудования АПК методом плазменного нанесения износостойких покрытий с требуемыми прочностными и эксплуатационными свойствами при наименьших затратах является одной из актуальных задач, которая до настоящего времени не нашла окончательного решения.

Цель исследования состоит в научном обосновании технических и технологических решений, направленных на повышение послеремонтного ресурса изношенных деталей перерабатывающего оборудования АПК до уровня новых или близкого к ним путем разработки и применения эффективных способов нанесения плазменных покрытий различного функционального назначения.

***Задачи исследования*:**

1. Проанализировать условия эксплуатации и характер изнашивания деталей перерабатывающего оборудования АПК, а также состояние научно-методической базы в области оптимизации технологических процессов нанесения покрытий.
2. Разработать и экспериментально подтвердить математическую модель расчета технологических режимов плазменного напыления материалов с высокой теплопроводностью, основанную на моделировании теплоэнергетических характеристик плазмотрона, динамических параметров плазменной струи, а также термодинамических свойств плазмообразующих газов.
3. Разработать и экспериментально обосновать методику проектирования износостойких и антифрикционных плазменных покрытий, а также технологических процессов их нанесения.
4. Провести проверку разработанных научных положений и оценить эффективность результатов исследований.

Объект исследования: технологии плазменного нанесения покрытий при восстановлении и упрочнении деталей перерабатывающего оборудования АПК (шнеки декантерных центрифуг, рабочие органы типа «лопатка-скребок» и подшипники скольжения).

Предмет исследования: установление взаимосвязи технологических параметров плазменных процессов напыления и физико-механических свойств покрытий.

Научная новизна результатов исследования заключается в систематизации, развитии и реализации научно-методических основ повышения ресурса изношенных деталей перерабатывающего оборудования АПК за счет оптимизации технологических режимов их восстановления плазменным нанесением износостойких покрытий с заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Теоретическая значимость работы определяется тем, что в ней комплексно исследованы технологические параметры и обоснованы рациональные режимы плазменных методов нанесения композиционных материалов на основе металлофторопластовых покрытий и порошковых твердых сплавов.

Практическая значимость работы заключается в разработке ресурсосберегающих технологий, позволяющих осуществлять восстановление, упрочнение и повышение долговечности шнековых конвейеров декантерных центрифуг, рабочих органов типа «лопатка-скребок» и подшипников скольжения перерабатывающего оборудования АПК методом плазменного нанесения износостойких покрытий.

Положения, выносимые на защиту.

1. Математическая модель расчета режимов плазменного напыления материалов с высокой теплопроводностью.
2. Результаты экспериментальных исследований с целью проверки разработанных теоретических положений и реализации их в виде новых технических и технологических решений, направленных на повышение эффективности ремонта перерабатывающего оборудования АПК.
3. Ресурсосберегающие технологии восстановления и упрочнения изношенных деталей перерабатывающего оборудования АПК методом плазменного нанесения износостойких покрытий.

Достоверность результатов исследования подтверждается анализом научно-исследовательских работ в данной области, применением апробированных методов научных исследований, сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Требования к конкретному содержанию основной части ВКР устанавливаются научным руководителем и руководителем магистерской программы.

В основной части выпускной квалификационной работы подробно рассматриваются методика и техника исследования и обобщаются результаты. Все материалы, не являющиеся насущно важными для понимания решения научной задачи, выносятся в приложения.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме ВКР и полностью ее раскрывать. Между главами должна быть органическая внутренняя связь, материал внутри глав должен излагаться в четкой логической последовательности. Выполнение глав работы должно показать умение обучающегося сжато, логично и аргументировано излагать материал, оформление которого должно соответствовать требованиям, предъявляемым к работам, направляемым в печать.

В первой главе выпускной квалификационной работы приводится анализ результатов известных исследований, выполненных ранее другими учеными. Обучающийся конкретизирует основные этапы развития научных представлений по рассматриваемой проблеме. Критически осветив известные работы в анализируемой области, обучающийся должен сфокусироваться на «узких местах» в решении существующей проблемы на современном этапе. В конце главы должны быть сформулированы выводы, указана цель и определены основные задачи исследования. Типовая схема причинно-следственных связей между элементами выпускной квалификационной работы магистра при выполнении первой главы представлена на рис. 4.2.

Во второй главе развивается теория вопроса и предлагается аналитическое обоснование возможного решения. Целью теоретических исследований является изучение физической сущности предмета, выделение в процессе синтеза знаний существенных связей между исследуемым объектом и окружающей средой, объяснение и обобщение результатов эмпирического исследования, выявление общих закономерностей и их формализация (получение математических моделей).

Теоретическое исследование завершается формированием теории, не обязательно связанной с построением ее математического аппарата.

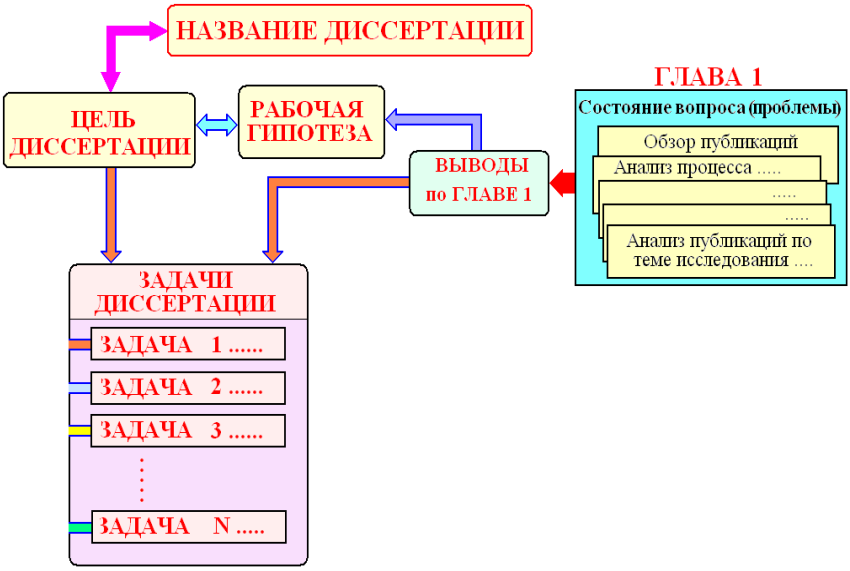


Рис. 4.2. Типовая схема причинно-следственных связей между элементами ВКР при выполнении первой главы

Задачами теоретического исследования являются: обобщение результатов исследования, нахождения общих закономерностей путем обработки и интерпретации опытных данных; расширение результатов исследования на ряд подобных объектов без повторения всего объема исследований; изучение объекта, недоступного для непосредственного исследования; повышение надежности экспериментального исследования объекта (обоснование параметров и условий наблюдения, точности измерений).

Теоретические исследования включают: анализ теоретических исследований технологических процессов и явлений, их преимущества и недостатки, опубликованные в печати; формулирование гипотезы результатов исследования; построение (разработка) физической модели; проведение математического исследования; анализ теоретических решений, формулирование выводов. Если не удается выполнить математическое исследование, то формулируется рабочая гипотеза в словесной форме с представлением графиков, таблиц и т.д.

В случае сложности описания математической модели какого-либо процесса с исследованием существующих законов (теории), ее можно получить по результатам экспериментальных исследований.

В теоретических исследованиях используются основные законы теории вероятности, теоретической механики, гидравлики, теплотехники, а также дифференциальные и интегральные уравнения и др.

При получении математических моделей в результате использования методики планирования экспериментов необходимо выделить предельные значения факторов, при которых модели действительны.

При представлении графиков зависимостей они должны быть объяснены, особенно, когда имеются перегибы кривых, т.е. максимальные или минимальные значения.

При изучении сложных, взаимосвязанных друг с другом задач используется системный анализ, получивший применение в логике, математике, общей теории систем.

Сущность системного анализа состоит в том, что вся информация, получаемая при исследованиях опытных и экспериментальных установок, последовательно накапливается и обогащается для разработки полной математической модели системы, использование которой позволяет оптимизировать процессы данного производства с максимальным конечным эффектом. Применение такого подхода позволяет выделить основные этапы исследования сложной системы, установить взаимодействие между ними и органически увязать теоретические и экспериментальные данные при анализе каждого уровня системы.

Системный анализ как средство, складывается из основных четырех этапов. Первый заключается в постановке задачи – определяются объект, цели и задачи исследования, а также критерии для изучения и управления объектом.

Во время второго этапа очерчиваются границы изучаемой системы, и определяется ее структура: объекты и процессы, имеющие отношение к поставленной цели, разбиваются на изучаемую систему и внешнюю среду.

Третий этап заключается в разработке математической модели исследуемой системы. Если исследуемая сложная система содержит большое количество параметров различной природы, то в целях упрощения математического описания их расчленяют на подсистемы, выделяют типовые подсистемы, проводят стандартизацию связей для различных уровней иерархии однотипных систем.

Четвертым этапом системного анализа является анализ полученной математической модели, определение ее экспериментальных условий с целью оптимизации и формирования выводов.

Типовая схема причинно-следственных связей между элементами ВКР при выполнении второй главы представлена на рис. 4.3. Анализ приведенной схемы показывает, что вторая глава выполняется в соответствии с поставленными в ВКР научными задачами. Математические модели и описания разрабатываются на основании материалов анализа, приведенного в первой главе выпускной квалификационной работы.

В третьей главе излагается программа, а также общие и частные методики исследований. При этом важнейшую часть научных исследований составляет эксперимент, целью которого является выделение свойств исследуемых объектов, проверка справедливости принятой гипотезы и теоретических исследований и, на этой основе, глубокое и всестороннее изучение темы исследования.

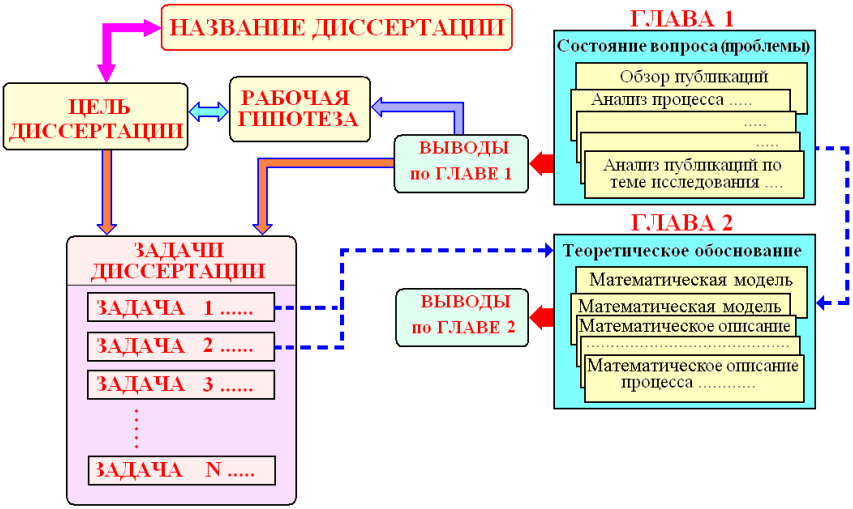


Рис. 4.3. Типовая схема причинно-следственных связей между элементами ВКР при выполнении второй главы

Пример 4.2. *Разработка математической модели расчета технологических режимов плазменного напыления материалов с высокой теплопроводностью*.

Основными технологическими режимами, определяющими свойства покрытий, являются: ток дуги плазмотрона, расход и состав плазмообразующего газа. Построение математической модели, устанавливающей связь этих режимов с температурой и скоростью напыляемых частиц, является важным этапом управления свойствами покрытий. Необходимость расчета температуры частиц при плазменном напылении обусловлена тем, что она определяет свойства покрытий (прочность сцепления, структуру, пористость и т.д.).

Структура математической модели процесса плазменного напыления покрытий приведена на рис. 4.4.

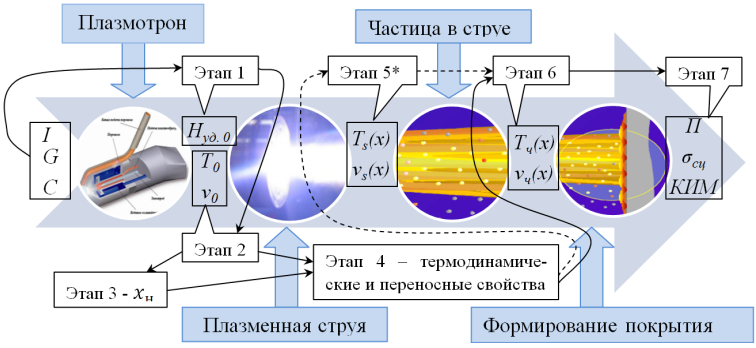


Рис. 4.4. Стадии процесса плазменного напыления при построении математической модели (*только для частиц с низкой теплопроводностью)

1. *Моделирование энергетических и тепловых характеристик плазмотрона* проводится на основе эмпирического метода. В случае использования в качестве плазмообразующих газов смесей аргон-азот, воздуха и др., напряжение дуги U и тепловые потери плазмотрона Q определяются выражениями:

$$U = G^{a_1}(a_2 + a_3 \cdot I + a_4 \cdot I^2)(1 + k_1 \cdot c); \quad (4.1)$$

$$Q = (a_5 + a_6 \cdot I)(1 + k_2 \cdot c), \quad (4.2)$$

где k_1, k_2 – константы, зависящие от конструкции плазмотрона.

Выражение, определяющее удельную энтальпию плазмообразующего газа $H_{уд}$, имеет вид:

$$H_{уд} = \frac{I \cdot U - Q}{G_1 + G_2} = \frac{G^{a_1}(a_2 \cdot I + a_3 \cdot I^2 + a_4 \cdot I^3)(1 + k_1 \cdot c) - (a_5 + a_6 \cdot I)(1 + k_2 \cdot c)}{\sum G}, \quad (4.3)$$

где G_1, G_2 – расходы газов 1 и 2, входящих в состав плазмообразующего газа; $\sum G$ – суммарный расход плазмообразующего газа; a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6 – экспериментальные коэффициенты, зависящие от конструкции плазмотрона; I – ток дуги плазмотрона.

2. *Моделирование тепловых и динамических параметров плазменной струи*. По термодинамическим зависимостям находим универсальную газовую постоянную $R_0 = f(H_{уд}, C)$ и температуру струи $T_0 = f(H_{уд}, C)$ на срезе сопла.

Скорость струи на срезе сопла v_0 определяем из выражения:

$$v_0 = \frac{4G \cdot R_0 \cdot T_0}{P \cdot \pi \cdot d_c^2}, \quad (4.4)$$

где P – давление; d_c – диаметр сопла.

3. *Определение длины начального участка струи*. Основное количество теплоты частицы получают на начальном участке струи, длина которого определяется по зависимости:

$$x_н = \frac{1{,}81 R_c \cdot B_2}{C_н \cdot B_1 \sqrt{2B_3}}, \quad (4.5)$$

где $C_н$ – экспериментальная константа начального участка; B_1, B_2, B_3 – функции начального подогрева струи и состава газа.

Для аргон-азотной плазмы выражение (4.5) после аппроксимации примет следующий вид:

$$x_н = \frac{R_c \left(\frac{7{,}61}{H_{уд}^{0{,}142} \left(\frac{8{,}22}{H_{уд}^{0{,}194}} - \frac{7{,}61}{H_{уд}^{0{,}142}} \right)} \right) C}{0{,}3}. \quad (4.6)$$

4. *Определение термодинамических и переносных свойств плазмообразующих газов.* Расчет термодинамических свойств плазмообразующих газов (плотность, теплоемкость, удельная энтальпия и число грамм-молей в 1 кг газа) производится с помощью специализированной расчетной программы. В ходе расчета переносных свойств плазмообразующего газа определяется его вязкость и теплопроводность.

5. *Моделирование взаимодействие частиц с плазменной струей.* Экспериментальные данные показывают, что частицы с высокой теплопроводностью ускоряются и нагреваются на начальном участке струи, при этом на основном участке струи скорость и температура частиц меняется незначительно.

Длина начального участка струи определяется выражениями (4.5) и (4.6). При этом скорость частиц определяется выражением:

$$v_ч = \frac{5\rho_п^{0{,}4} \cdot v_п^{0{,}7}}{d_ч^{0{,}4} \cdot \rho_ч^{0{,}5}}, \quad (4.7)$$

где $\rho_ч$, $v_ч$, $d_ч$ – плотность, скорость и диаметр частиц соответственно; $\rho_п$, $v_п$ – плотность и скорость плазменной струи соответственно.

Для расчета нагрева частиц на начальном участке воспользуемся зависимостью:

$$Nu = 2\frac{\lambda_w}{\lambda_g} + 0{,}6 Re^{\frac{1}{2}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\rho_g \cdot \mu_g}{\rho_w \cdot \mu_w} \right)^{0{,}2}. \quad (4.8)$$

Уравнение нагрева термически тонкой частицы без учета теплообмена излучением имеет вид:

$$\frac{d\theta}{d\tau} = \left(A_1 + A \cdot \theta + B \cdot Y^{\frac{1}{2}}\right)\left(\theta_g - \theta\right), \quad (4.9)$$

где $\theta = T/T_m$; $\theta_g = T_g/T_m$; T_m – температура плавления материала частицы; $A_1 = 12a_1/\lambda_p$; $A = 12b_1T_m/\lambda_p$; $B = 6K\lambda_g/\lambda_p$.

Решение уравнения (4.9) получим в следующем виде:

$$\theta = \theta_g - \left(\theta_g - \theta\right)\left[\left(1 - \frac{\delta}{\gamma}\right)e^{\gamma\tau} + \frac{\delta}{\gamma}\right]^{-1}, \quad (4.10)$$

где $\gamma = \beta + B\sqrt{R}$; $\delta = A\left(\theta_g - \theta_0\right)$; $\beta = A_1 + A\theta_g$.

6. *Моделирование зависимости свойств покрытия от температуры и скорости частиц.* Как показывают проведенные исследования изменение скорости частиц в пределах 40–100 м/с незначительно влияют на свойства покрытий. Наибольшую зависимость от среднемассовой температуры напыляемых частиц имеют пористость П, прочность сцепления покрытия с основой $\sigma_{сц}$ и коэффициент использования материала КИМ.

Таким образом, полученные аналитические зависимости устанавливают взаимосвязь технологических режимов напыления с температурой и скоростью частиц, что позволяет управлять свойствами покрытий.

Перед проведением экспериментальных исследований необходимо, прежде всего, разработать программу и на ее основе методики экспериментальных исследований.

В программе указываются цель и задачи экспериментальных исследований, перечисляются факторы, которые необходимо определить. На основе составленной программы разрабатываются общая и частная методики.

Основной задачей эксперимента является не просто получение некоторых неизвестных ранее сведений о зависимостях протекающих явлений, что само по себе важно, а главным образом построение с помощью полученных данных математической модели объекта, т.е. идентификации.

Установленные теоретическими исследованиями закономерности являются обычно общими и находят наиболее широкое применение, чем закономерности, установленные лишь на основании выполненных экспериментальных исследований.

Посредством экспериментальных исследований получают ценные сведения технического, технологического и производственного характера, которые используются как в практической деятельности, так и для научных обобщений и дальнейшего развития теории.

Для получения достоверных и точных результатов экспериментальных исследований должны быть выполнены следующие требования:

- детально изучена физическая природа исследуемого объекта, явления или процесса;
- установлены доминирующие факторы и параметры объекта, обуславливающие протекание явлений и процессов и причинно-следственную связь между ними;
- установлены качественные и количественные показатели, по которым планируется оценивать характер функционирования исследуемого объекта, определены измеряемые величины, их размерности и способы измерения во время проведения опытов;

- подобрана измерительная аппаратура с датчиками для измерения фиксируемых во время опыта величин и определена методика их установки и регистрации измеряемых показателей;
- разработана методика обработки первичной документации измерений, подготовки таблиц, диаграмм, графиков и т.д.

Важным условием получения достоверных и относительно точных результатов экспериментальных исследований является наличие соответствующих испытательных стендов, современных приборов и измерительной аппаратуры.

При планировании и проведении экспериментальных исследований используются:

- методы подобия и размерностей;
- методика планирования экспериментов;
- методы построения математических моделей.

Применение методов и предметов этой теории позволяет эффективно с наименьшими затратами решать достаточно многие практически важные исследовательские задачи: построение по опытным данным математических моделей объектов и явлений, оптимизацию технологических процессов, проверку различных предположений об их свойствах и др.

Таким образом, в любой экспериментальной задаче есть два аспекта: планирование эксперимента и статистический анализ полученных данных.

В основе планирования эксперимента лежат три принципа фишеровской концепции:

а) рандомизация или случайный порядок проведения опытов с целью исключения систематических ошибок;

б) повторение или репликация, обеспечивающие увеличение точности оценок и выделение слабых сигналов на фоне шума;

в) разбиение плана на блоки, что дает возможность исключить влияние мешающих факторов (блокирование).

Методика исследований – совокупность способов и приёмов решения задач исследования. Она отвечает на вопрос: что, как и какими способами проводить исследования?

Общая методика исследований – методика, которая относится ко всему исследованию (отражает все способы и приемы исследований).

Частная методика – методика, которая относится к части целого исследования. В частных методиках, если нет гостовских методик, указывается, как, например, выбрать факторы, каким образом проводить измерения и как их обрабатывать.

В общем случае любая методика состоит из программы, цели и задач экспериментального исследования, выбора варьирующих факторов, обоснования средств и необходимого количества измерений, приборов и оборудования, описания последовательности проведения опытов и фиксации результатов измерений, обоснования способов обработки результатов исследований и вида представления этих результатов (графический, табличный и др.) и их анализа.

На рис. 4.5 приведена типовая схема причинно-следственных связей между элементами выпускной квалификационной работы и ее третьей главой.

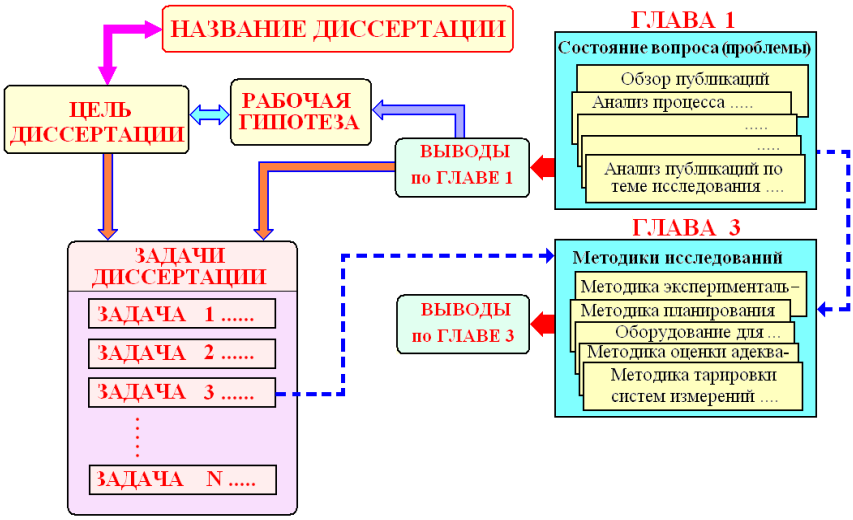


Рис. 4.5. Типовая схема причинно-следственных связей между элементами ВКР при выполнении третьей главы

Методики экспериментальных исследований разрабатываются на основании материалов анализа, приведенного в первой главе ВКР, с учетом поставленных научных задач. Для реализации этих методик описываются оборудование и приборы, которые подбирают из числа существующих, либо создают. Для оценки погрешностей измерения контролируемых параметров изучаемого процесса в тексте третьей главы целесообразно приводить методики и результаты тарировки измерительных систем и приборов.

При написании третьей главы следует также помнить, что обучающемуся необходимо показать свою научную квалификацию экспериментатора. Поэтому, в данной главе приводят методики и описание исследовательского оборудования, при помощи которых обучающийся будет проводить (в четвертой главе) экспериментальные исследования.

Пример 4.3. *Методики экспериментальных исследований свойств плазменных покрытий.*

Исследования свойств покрытий проводили с использованием методик для определения следующих характеристик:

- прочности сцепления покрытий с материалом подложки;
- твердости покрытий;
- износостойкости покрытий.

Методика исследования прочности сцепления покрытий. В исследованиях, проводимых в рамках настоящей работы, используются два метода: клеевой и штифтовой.

Клеевой метод определения прочности сцепления представлен на рис. 4.6. В данном методе испытаний требуются тщательная подготовка образцов и соблюдение технологического режима склеивания. После склеивания производится испытание на разрывной машине с фиксацией разрушающего усилия.

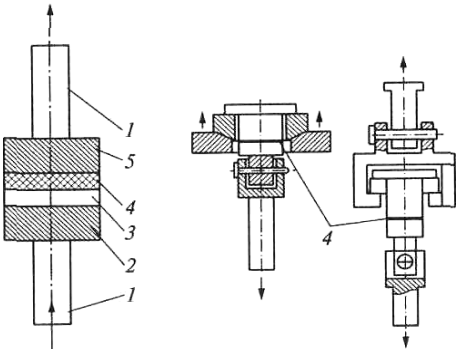


Рис. 4.6. Схемы испытания на прочность сцепления покрытия по клеевому методу:
1 – зажимные цапфы; *2* – державка; *3* – клей; *4* – покрытие; *5* – образец

При испытании прочности сцепления на отрыв по клеевой методике на цилиндрических образцах прочность сцепления покрытия, из-за влияния краевого эффекта, зависит от диаметра образца. Минимальное значение прочности сцепления имеется при диаметре образца 10 мм. При уменьшении диаметра прочность сцепления возрастает, однако при этом возрастает и разброс ее значений. При диаметрах образцов больше 10 мм прочность сцепления увеличивается, а разброс значений уменьшается, что связано с уменьшением влияния краевых эффектов на показания прочности.

Расчет прочности сцепления производят по формуле:

$$\sigma_{сц} = \frac{4P}{\pi d^2} K_э, \tag{4.11}$$

где P – усилие разрушения, Н; d – диаметр образца, м; $K_э$ – экспериментальный коэффициент.

Толщина покрытия должна быть в пределах h = 0,2–0,4 мм. Снижение прочности сцепления учитывается экспериментальным коэффициентом $K_э$ (табл. 4.1), приводящим прочность сцепления к толщине 0,3 мм. Склеивание образцов производится в соответствии с технической документацией на клей (табл. 4.2).

Таблица 4.1. Значения $K_э$ для различных толщин покрытия

$K_э$	0,88	1,00	1,21	1,41	1,60	1,75	1,96	2,22
h, мм	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00

Определяют значение прочности с учетом действительной толщины покрытия:

$$\sigma_{сц}^{пр} = \frac{P}{F} K_э. \tag{4.12}$$

Затем рассчитывают среднее арифметическое значение прочности:

$$\sigma_{сцср} = \frac{1}{5} \sum_{1}^{5} \sigma_{сц}^{пр}. \tag{4.13}$$

Таблица 4.2. Основные характеристики клеев

Клей	Вид клея	$\sigma_{сц}$, МПа	Рабочая температура, °С	Режим склеивания		
				T, °С	Удельная нагрузка при склеивании, МПа	Время выдержки, ч
ВК-9	Жидкий	20–30	До 120	60	0,02	1
				20	0,02	24
ВК-26М	Пленочный	35–45	350	250	0,2–0,3	3
ВК-36		50	150	180	0,1	
ВК-51		70	80	120		

Штифтовой метод определения прочности сцепления исследован наиболее подробно и позволяет количественно определить прочность сцепления напыленного покрытия с материалом детали. На рис. 4.7 представлены схемы, имеющие общий признак – во всех случаях происходит отрыв штифтов от покрытия. При этом отношение нагрузки, при которой происходит отрыв штифта от покрытия, к площади его напыленного торца характеризует прочность сцепления покрытия с основой.

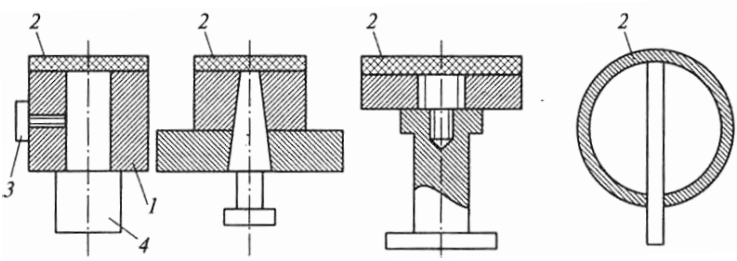


Рис. 4.7. Схемы разновидностей штифтового метода испытания покрытий на прочность сцепления:
1 – обойма; *2* – покрытие; *3* – фиксатор; *4* – штифт

При использовании штифтового метода наблюдается либо поперечное разрушение покрытия по периметру штифта, либо одновременно с этим – адгезионное разрушение на границе раздела покрытие-штифт. Это обусловлено сложным напряженным состоянием при испытании, когда кроме нормальных напряжений возникают также напряжения среза и изгиба. Поэтому разрушение покрытия наступает при меньших нагрузках, что приводит к занижению значений адгезионной прочности.

Для случая отрыва штифта от покрытия условие определения прочности сцепления можно записать в виде неравенства:

$$d \le \frac{4hG_1}{G_2}, \tag{4.14}$$

где d – диаметр штифта, мм; h – толщина покрытия, мм; G_1 – напряжение среза в покрытии, МПа; G_2 – напряжение адгезионной прочности покрытия, МПа.

При проведении испытаний используются образцы и приспособления, показанные на рис. 4.8.

Стержень из материала основы запрессовывается в стальную втулку *4*. Перед напылением слоя *3* торцы втулки *2* и стержня *1* выставляются по одной плоскости. Рабочая поверхность, на которой определяется адгезионная прочность, имеет форму круга с диаметром 3 мм.

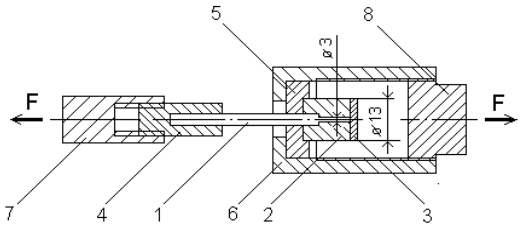


Рис. 4.8. Схема определения адгезионной прочности плазменных покрытий штифтовым методом:

1 – стержень из материала основы; *2* – стальная втулка; *3* – напыленный слой; *4* – втулка; *5* – разрезная шайба; *6* – накидная гайка; *7, 8* – детали испытательной машины

Испытания проводятся на испытательной машине FP-10/1 производства ГДР. Машина имеет пять шкал измерения усилий:

- шкала до 0,4 кН (с ценой деления 2 Н);
- шкала до 1 кН (с ценой деления 5 Н);
- шкала до 2 кН (с ценой деления 10 Н);
- шкала до 4 кН (с ценой деления 20 Н);
- шкала до 10 кН (с ценой деления 50 Н).

Методика испытания покрытий на твердость. Твердость используют для оценки качества газотермических покрытий, поскольку по сути – это косвенная оценка плотности материала покрытия. Чем больше в слое покрытия пор, тем глубже внедряется индентор. Для оценки твердости мелкой многофазной структуры газотермических покрытий следует использовать способ Бринелля (рис. 4.9, *а*). Для твердых плотных покрытий (например, оплавленных самофлюсов с карбидной фазой) предпочтительнее использовать способ Виккерса (рис. 4.9, *б*). Для определения твердости керамических покрытий применяют способ Роквелла, так как керамика не сохраняет отпечаток индентора. В качестве индентора используют закаленный шарик или алмазный наконечник в виде конуса или пирамиды.

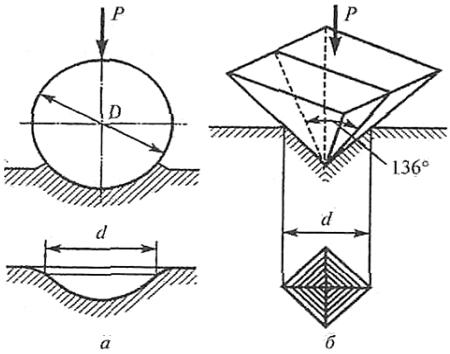


Рис. 4.9. Схема определения твердости по Бринеллю *(а)* и Виккерсу *(б)*

Твердость по Бринеллю определяется согласно ГОСТ 9012–59. Вдавливается стальной шарик диаметром 10, 5, 2,5 мм при нагрузке от 5 000 до 30 000 Н. После снятия нагрузки на поверхности образуется отпечаток в виде сферической лунки диаметром *d* (см. рис. 4.9, *а*).

Число твердости по Бринеллю НВ определяют путем деления нагрузки P на площадь поверхности сферического отпечатка:

$$\text{HB} = \frac{2P}{\pi D\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)}, \tag{4.15}$$

где D – диаметр вдавливаемого шарика, мм.

Способ измерения твердости по Бринеллю применяют для материалов малой и средней твердости: сталей с твердостью < 450 НВ, цветных металлов с твердостью < 200 НВ, уплотнительных материалов, нанесенных методами газотермического напыления.

Твердость по Виккерсу определяется согласно ГОСТ 2999–75. В поверхность образца вдавливают четырехгранную алмазную пирамиду с углом при вершине 136°. Отпечаток получается в виде квадрата (см. рис. 4.9, *б*), диагональ которого измеряют после снятия нагрузки. Число твердости вычисляют по формуле:

$$\text{HV} = 0{,}189\frac{P}{d^2}. \tag{4.16}$$

Способ Виккерса используют для материалов, имеющих высокую твердость, а также для испытания на твердость деталей малых сечений или тонких поверхностных слоев, например, при определении глубины закалки на косых срезах. Используют небольшие нагрузки: 10, 30, 50, 100, 200, 500 Н.

Числа твердости по Виккерсу и Бринеллю для материалов, имеющих твердость до 450 НВ, практически совпадают.

Твердость по Роквеллу определяется согласно ГОСТ 9013–59. Этот способ характеризуется глубиной вдавливания алмазного конуса с углом при вершине 120° или стального шарика диаметром 1,588 мм. Число твердости считывают с прибора. Нагрузку выбирают в зависимости от материала индентора. Прибор Роквелла имеет три измерительные шкалы: A, B, C. Твердость по Роквеллу обозначают цифрами, определяющими уровень твердости и буквами HR с указанием шкалы твердости, например: 70 HRA, 58 HRC, 50 HRB. Число твердости считывают с прибора по соответствующей шкале:

- шкала А (алмазный конус, нагрузка 600 Н) применяется для особо твердых материалов, тонких листовых материалов, тонких слоев (0,5–1,0 мм). Пределы измерения HRA 70–85;
- шкала В (стальной шарик, нагрузка 1000 Н) применяется для сравнительно мягких материалов (< 400 НВ). Пределы измерения HRB 25–100;
- шкала С (алмазный конус, нагрузка 1500 Н) применяется для твердых материалов (> 450 НВ), например, закаленных самофлюсующихся газотермических покрытий, закаленных сталей. Пределы измерения HRC 20–67.

Толщина образца должна быть не менее десятикратной глубины отпечатка, расстояние от центра отпечатка до края образца и между центрами отпечатков – не менее 3–4 мм.

Микротвердость определяется в соответствии с требованиями ГОСТ 9450–76. Микротвердость определяют вдавливанием в поверхность образца алмазной пирамиды при небольших нагрузках (0,05–5 Н) и измерением диагонали отпечатка. Число твердости определяют по той же формуле, что и вычисление числа твердости по Виккерсу (4.16). Определяется твердость отдельных зерен и структурных составляющих шлифа при металлографическом анализе, тонких слоев или тонких деталей.

В соответствии с DIN 50133 микротвердость определяют нагрузкой 0,98 Н ($HV_{0,1}$); 2,94 Н ($HV_{0,3}$); 4,91 Н ($HV_{0,5}$). Часто микротвердость используют для оценки качества газотермических покрытий. По сути дела – это косвенная оценка плотности материала покрытия. Чем больше в слое покрытия пор, тем глубже внедряется индентор. Для оценки твердости мелкой многофазной структуры газотермических покрытий следует использовать способ Бринелля (для относительно мягких материалов, например, уплотнительных покрытий). Для твердых плотных покрытий (оплавленных самофлюсов с карбидной фазой)

предпочтительнее использовать способ Виккерса. Для определения твердости керамических покрытий применяют способ Роквелла, так как керамика не сохраняет отпечаток индентора.

Методика испытания поверхностных слоев на абразивное изнашивание. В рамках настоящей работы используется методика, при которой определяется сравнительная стойкость покрытий к абразивному изнашиванию при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы согласно ГОСТ 23.208–79. Схема испытательной установки приведена на рис. 4.10. Стальное колесо, обернутое резиной, вращается со скоростью 200 мин$^{-1}$ и прижимается к образцу с усилием в 150 Н, в то же время сыпучий абразив (в нашем случае электрокорунд) подается между колесом и образцом.

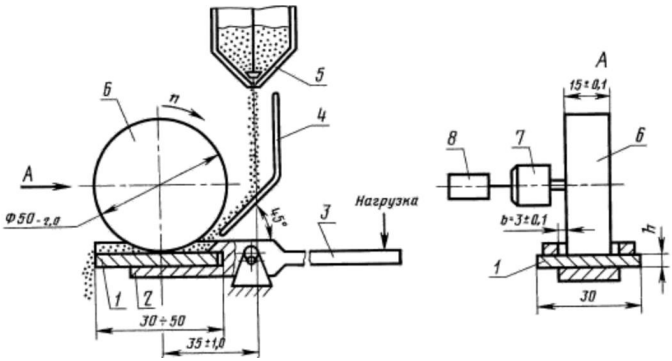


Рис. 4.10. Схема испытательной установки

Потери массы регистрируются после 2000 и 6000 оборотов колеса. Потери массы, полученные этим методом обычно на порядок выше, чем таковые при испытаниях на шлифовальном круге, и пригодны для испытания абразивным износом сверх износостойких покрытий. По этой же методике могут быть оценены и менее износостойкие покрытия, если снизить нагрузку и число оборотов.

На торцевую поверхность исследуемых образцов должен быть нанесен поверхностный слой толщиной не менее 1 мм. Количество образцов для проведения исследований одного типа поверхностного слоя составляет не менее 3 шт. Перед началом испытаний контактная поверхность образцов подвергается приработке для достижения полного прилегания образцов к поверхности абразивного круга или абразивной шкурке в условиях, идентичных условиям испытаний. Для определения относительной износостойкости поверхностного слоя исследуемых образцов используется абразивный материал с электрокорундовым шлифовальным зерном (А) твердостью не ниже R или С (твердый) по ГОСТ 52587–2006 и зернистостью 63–50 мкм по ГОСТ 52381–2005. Твердость абразивного материала должна превышать твердость поверхностного слоя не менее чем в 1,6 раза. Испытания проводят при трении торцевой поверхности образца по поверхности абразивного бруска. Путь трения для одного цикла испытаний определяется опытным путем и является постоянным в пределах всей серии испытаний. Линейная скорость относительного перемещения образца по поверхности абразива составляет 0,313 м/с. До и после окончания каждого цикла испытаний исследуемый образец взвешивается и определяется износостойкость поверхностного слоя.

При выборе параметров трения необходимо избегать существенного разогрева торцевой поверхности образцов, оказывающего влияние на свойства поверхностного слоя. Испытания проводят под действием статической нагрузки. Для определения весового износа исследуемый образец взвешивают до и после каждого цикла испытаний.

Четвертая глава должна отражать результаты экспериментальных исследований и их анализ. На рис. 4.11 приведена типовая схема причинно-следственных связей между элементами выпускной квалификационной работой и ее четвертой главой. Схема показывает, что в четвертой главе приводятся результаты аналитических исследований процессов, выполненных с использованием математического аппарата из второй главы. В данной главе также отражаются результаты экспериментальных исследований этих же процессов, выполненных с использованием экспериментального оборудования и методик, представленных в третьей главе.

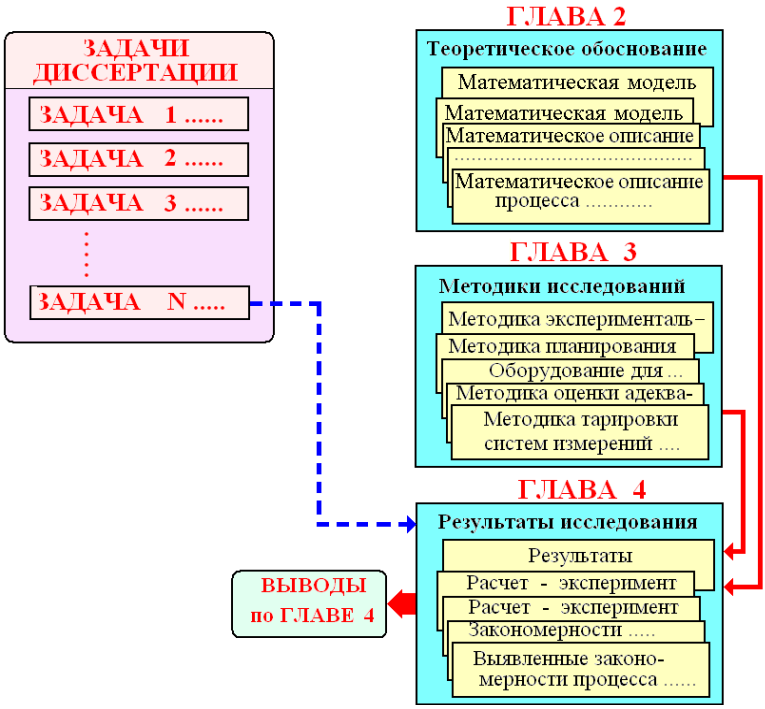


Рис. 4.11. Типовая схема причинно-следственных связей между элементами ВКР при выполнении четвертой главы

Экспериментальные исследования проводятся, как правило, с использованием методики планирования эксперимента.

Пример 4.4. *Исследование влияния технологических режимов напыления на свойства плазменных покрытий.*

Исследование прочности сцепления покрытий. Для исследования влияния режимов напыления на свойства покрытий проведены экспериментальные исследования по определению их прочности сцепления.

В рамках настоящей работы, в качестве исследуемых покрытий выбраны следующие типы покрытий:

- металлические износостойкие покрытия из порошка на основе Ni типа ПГ-СР4 дисперсностью $(40–50)\cdot10^{-6}$ м;
- металлофторопластовые антифрикционные покрытия следующих составов: 60–70% фторопласт + 30–40% бронза; 45–55% фторопласт + 45–55% бронза; 25–30% фторопласт + 70–75% бронза.

Все покрытия наносились методом плазменного напыления.

Химический состав покрытия из порошка ПГ-СР4, напыленного воздушной и аргоновой плазмой, представлен в табл. 4.3.

Таблица 4.3. Химический состав покрытия из порошка ПГ-СР4, напыленного воздушной и аргоновой плазмой

Размер частиц порошка, мкм	Способ обработки материала	Химический состав материала, %			
		C	B, Si	Fe	Cr
Менее 50	Исходный	0,85	2,84	1,61	15,35
Менее 50	В воздушно-плазменной среде	0,80	2,61	1,42	14,60
Менее 50	В аргоно-плазменной среде	0,89	2,84	1,36	14,70

Покрытие наносилось методом плазменного напыления. Свойства полученных покрытий представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Свойства металлических покрытий

Материал покрытия	Температура плавления, T, ºС	Прочность сцепления, $\sigma_{сц}$, МПа	Твердость, HRC
ПГ-СР4	990	62–67	58–62
Примечания: • плазмообразующий газ – воздух; • подложка – Ст. 45.			

Процесс напыления металлофторопластовых покрытий на детали осуществлялся на следующих режимах:

- ток – 110 А;
- расход воздуха – 2,2 $м^3$/ч при давлении 0,22 МПа;
- расход порошка – 0,5 г/с;
- дистанция напыления – 200 мм;
- скорость перемещения плазмотрона – 40 см/мин;
- скорость вращения детали – 250 $мин^{-1}$.

Результаты испытания на прочность сцепления металлофторопластовых покрытий приведены в табл. 4.5. Показатели прочности сцепления металлофторопластовых покрытий, полученные на основании результатов испытаний, приведены в табл. 4.6.

Образец № 3 с максимальным содержанием фторопласта ≈ 60–70% и толщиной покрытия $h_{покр}$ = 1,3 мм показал самую низкую прочность сцепления за счет рыхлости структуры. По этой причине не удалось получить образцы с таким содержанием фторопласта для металлографических испытаний.

У образцов № 6, 7, 8, 10 разрушение произошло по материалу основы, что показывает на высокую когезионную прочность, превышающую прочность сцепления покрытия с основой. Однако о величине реальной прочности сцепления следует судить по образцам № 11, 12, 14 и 15.

Таблица 4.5. Результаты испытания на прочность сцепления металлфторопластовых покрытий

Номер образца	Усилие разрушения P, Н	Примечание
1	77	Образование отверстия в слое напыленного материала
2	<77	Точно усилие разрушения определить не удалось
3	<10	Точно усилие разрушения определить не удалось
4	103	Разрушение без образования отверстия
5	57	Образование отверстия в слое напыленного материала
6	100	Разрушение без образования отверстия
7	162	Разрушение без образования отверстия
8	54	Разрушение без образования отверстия
10	139	Разрушение без образования отверстия
11	108	Образование отверстия в слое напыленного материала
12	112	Образование отверстия в слое напыленного материала
14	211	Образование отверстия в слое напыленного материала
15	144	Образование отверстия в слое напыленного материала

Таблица 4.6. Свойства металлфторопластовых покрытий

Номер образца	Напряжение, МПа	Состав	$h_{покр}$, мм	Примечания
1	1,10	≈ 60–70% фторопласт + 30–40% бронза	0,20	Разрушение по материалу покрытия
2	< 1,10	≈ 60–70% фторопласт + 30–40% бронза	0,20	Точное усилие разрушения определить не удалось
3	< 0,14	≈ 60–70% фторопласт + 30–40% бронза	1,30	Точное усилие разрушения определить не удалось
4	1,47	≈ 45–55% фторопласт + 45–50% бронза	0,35	Разрушение по материалу покрытия
5	0,80	≈ 45–55% фторопласт + 45–50% бронза	0,20	Разрушение по материалу покрытия
6	1,43	≈ 45–55% фторопласт + 45–50% бронза	0,80	Разрушение по материалу основы
7	2,31	≈ 25–30% фторопласт + 70–75% бронза	0,50	Разрушение по материалу основы
8	0,77	≈ 25–30% фторопласт + 70–75% бронза	0,80	Разрушение по материалу основы
10	1,98	≈ 25–30% фторопласт + 70–75% бронза	1,20	Разрушение по материалу основы
11	1,54	Бронза	0,35	Разрушение по материалу покрытия
12	1,60	Бронза	0,20	Разрушение по материалу покрытия
14	3,01	Бронза	0,30	Разрушение по материалу покрытия
15	2,06	Бронза	0,25	Разрушение по материалу основы

Исследование твердости покрытий. В рамках настоящей работы были проведены испытания четырех партий напыленных образцов износостойких покрытий на основе ПГ-СР4 методом Роквелла при нагрузке 150 кг в течение 4 с. В каждой партии испытывались по три образца. При исследовании твердости материалов использовалось следующее оборудование:

- прибор модели ТК-14-250;
- индентор – алмазный конус (допустимое отклонение формы 120 ± 30º).

Результаты испытаний показали, что среднее число твердости составляет 65,3 HRC.

Исследование пористости покрытий. Исследования проводили на 54 образцах размером не менее 10,0×10,0 мм и толщиной слоя 0,5 мм. При этом количество шлифов для проведения исследований одного типа поверхностного слоя составляло не менее трех штук. Для анализа использовались образцы трех видов плазменных покрытий: ПГ-СР4 + 15% Al_2O_3, ПГ-СР4 + 20% Al_2O_3 и ПГ-СР4. Результаты показали пористость всех трех покрытий в диапазоне 2–7% (табл. 4.7).

Таблица 4.7. Свойства покрытий, получаемых методом плазменного напыления

Параметры покрытий		
Пористость, %	Адгезия, МПа	Степень окисления, %
2–7	30–50	1–2

Результаты анализа свойств физико-механические свойства данных покрытий показывают (табл. 4.8), что низкая прочность сцепления покрытия, которая примерно в 5 раз меньше прочности материала покрытия при растяжении, связана, прежде всего, с пористостью нижнего слоя, граничащего с подложкой.

Таблица 4.8. Физико-механические свойства плазменных покрытий

Напыляемый материал	Механические свойства материала покрытия			
	Прочность при изгибе, кгс/мм^2	Прочность при растяжении, кгс/мм^2	Прочность на срез, кгс/мм^2	Модуль упругости, 10^{-2} кгс/мм^2
ПГ-СР4 + 15% Al_2O_3	28,0	12,5	15	5,0
ПГ-СР4 + 20% Al_2O_3	25,5	12,0	14	4,7
ПГ-СР4	25,0	10,2	–	2,2

Для напыления покрытий применялись порошки фракций 63 мкм и 60–160 мкм, П и С по ТУ ИЭС 374–83. Пористость покрытий из крупного порошка по мере наращивания слоя уменьшается от 20 (1 проход) до 14,5% (3 прохода) при толщине слоя покрытия за один проход – $h_{покр}$ = 0,08–0,12 мм. Шероховатость покрытия R_a при наращивании до пяти слоев изменяется от 6,0 до 11,8мкм для покрытий из мелкого порошка и от 10,7 до 15,5 мкм для покрытий из крупного порошка. Сплошность покрытия достигалась при трех проходах, при этом стабилизируется пористость и шероховатость. Это способствовало уменьшению пористости с 10–15 до 4–6% и повышению адгезионно-когезионной прочности в 1,5–2 раза.

Испытания поверхностных слоев на абразивное изнашивание. Исследование проводилось в объеме 54 цилиндрических образцов диаметром 10 мм и высотой 20 мм с покрытием, нанесенным на торцевую поверхность. Абразивный материал – 12 СТ-1 (электрокорунд белый среднетвердый).

Образцы из ПГ-СР4 с добавками Al_2O_3, испытывали на износостойкость согласно ГОСТ 23.208–79. В связи с тем, что ГОСТ 23.208–79 распространяется только на материалы с микротвердостью не более 1400 $HV_{0,2}$, нагрузка увеличена до 150 Н, а частота вращения колеса – до 200 мин$^{-1}$. При этом на каждый вариант покрытия было произведено три повторных испытания. В результате проведенных испытаний на износ и износостойкость получены результаты, представленные в табл. 4.9 и 4.10.

Таблица 4.9. Результаты испытаний плазменных покрытий на износ

Покрытие	Микротвердость ($\pm 50HV_{0.2}$)	Износ покрытия после 2000 оборотов, $\times 10^{-2}$ (мм^3/Нм)	Износ покрытия после 6000 оборотов, $\times 10^{-2}$ (мм^3/Нм)	Примечание
ПГ-СР + 15%Al_2O_3				
№ 1	1850–1910	0,03	0,12	Покрытие плотное
№ 2	1350–1430	0,04	0,15	
№ 3	1880–1910	0,02	0,12	
ПГ-СР + 20%Al_2O_3				
№ 1	1950–2030	0,03	0,10	Покрытие плотное
№ 2	1990–2020	0,03	0,10	
№ 3	2010–2050	0,02	0,09	
ПГ-СР + 30%Al_2O_3				
№ 1	1650–1720	0,02	0,14	Увеличенная пористость
№ 2	1890–1930	0,03	0,12	
№ 3	1740–1770	0,02	0,14	

Таблица 4.10. Результаты испытаний плазменных покрытий на износостойкость

Материал покрытия	Масса образца до испытания, г	Время испытания, с	Масса образца после испытания, г	Потеря массы образца, г	Относительная износостойкость
Ст. 45	93,44 92,61 90,01	480	92,81 91,93 89,35	0,63 0,68 0,66 } 0,65	1,00
ПГ-СР4	176,60 176,18 178,24	480	176,17 175,73 177,80	0,43 0,45 0,44 } 0,44	2,76
ПГ-СР4 + 20% Al_2O_3	165,72 168,07 173,50	480	165,34 167,71 173,10	0,38 0,36 0,40 } 0,38	3,89
ПГ-СР4 + 15% Al_2O_3	94,01 94,61 95,72	480	93,53 94,11 95,25	0,48 0,50 0,47 } 0,48	3,25

Полученные результаты можно объяснить тем, что недостаточное проплавление частиц приводит к охрупчиванию и увеличению пористости. Тем самым снижается микротвердость покрытия и его износостойкость. Напротив, увеличение массовой доли ПГ-СР в составе покрытия привело к увеличению износостойкости. Это связано с тем, что частицы ПГ-СР имеют высокую кинетическую энергию, которая переходит в тепловую при соударении частицы о поверхность, что обеспечивает формирование более плотного покрытия, за счет увеличения сил сцепления частиц покрытия между собой.

Для исследования прочности сцепления и антифрикционных свойств произведено напыление металлофторопластовых покрытий следующих составов: 60–70% фторопласт + 30–40% бронза; 45–55% фторопласт + 45–55% бронза; 25–30% фторопласт + 70–75% бронза.

Результаты испытаний показали, что наиболее оптимальным по своим прочностным и эксплуатационным свойствам является покрытие состава: 25–30% фторопласт + 70–75%

бронза и толщиной 0,5 мм. В данном покрытии металлическая матрица несет силовую нагрузку, а полимерная компонента играет роль антифрикционного наполнителя.

Проведенные экспериментальные исследования износостойких покрытий позволили получить рациональные порошковые композиции на основе твердых хромоникелевых сплавов с добавлением оксида алюминия (ПГ-СР4 + 20% Al_2O_3). Сравнительные лабораторные испытания показали, что износостойкость напыленных слоев в 3,5–3,9 раза выше по сравнению с закаленной сталью 45. При этом добавление 20% по массе алюминиевого порошка в исходные твердые сплавы способствует повышению износостойкости.

В пятой главе приводятся производственные рекомендации, и дается технико-экономическая оценка применения новых технологических решений. Основой для расчета экономического, технического, технико-экономического и других эффектов являются результаты, выводы, а также материалы, изложенные в четвертой главе диссертации.

Типовая структура пятой главы выпускной квалификационной работы представлена на рис. 4.12.

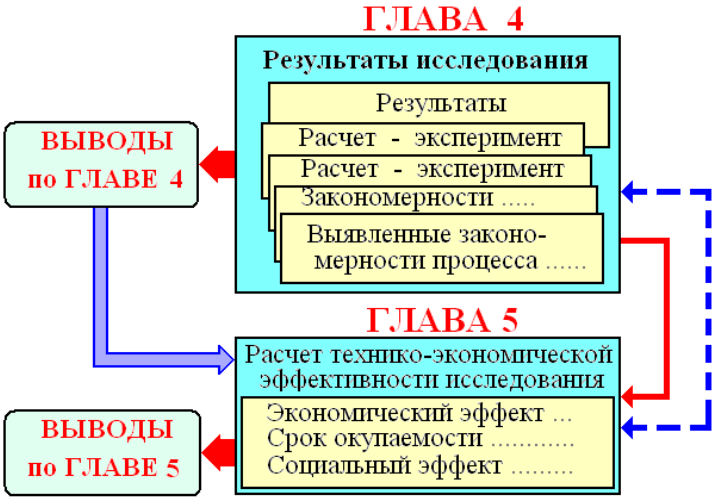


Рис. 4.12. Типовая схема причинно-следственных связей между элементами ВКР при выполнении пятой главы

Пример 4.5. *Разработка ресурсосберегающей технологии восстановления и упрочнения деталей перерабатывающего оборудования.*

В качестве характерного примера рабочего органа перерабатывающего оборудования АПК в рамках настоящей работы выбран шнековый конвейер декантерной центрифуги. Разработка технологии восстановления и упрочнения шнека проводилась на базе сервисного центра АО «Альфа Лаваль Поток», входящего в состав группы компаний Alfa Laval.

Технологический процесс восстановления и упрочнения шнека является частью технологического процесса восстановления декантерной центрифуги. Восстановление и упрочнение шнека осуществляется согласно пооперационному технологическому процессу, представленному в табл. 4.11.

Таблица 4.11. Технологический процесс восстановления и упрочнения шнека декантерной центрифуги

№	Наименование операции	Применяемый инструмент и технологическая оснастка	Перечень и описание проводимых работ	Трудо-емкость мин–макс, нормочасы
01	Приемка оборудования в ремонт	Кран-балка, пневматический гайковёрт	1.1. Визуальный осмотр тары с фиксацией видимых недостатков и повреждений. 1.2. Извлечение оборудования из тары. 1.3. Визуальный осмотр оборудования с фиксацией видимых недостатков и повреждений, проверка комплектности, серийного номера. 1.4. Оформление документов на приемку в ремонт.	1–2
02	Разборка оборудования и извлечение шнека (если в работу поступило оборудование в сборе)	Кран-балка, спец. балка для подъема барабана, спец. съемники подшипников, спец. балка для извлечения шнека	2.1. Снятие кожухов, ремней, редуктора. 2.2. Извлечение барабана со шнеком из декантера, перенос к месту мойки. 2.3. Демонтаж подшипниковых узлов. 2.4. Извлечение шнека из собранного декантера.	6–8
03	Химическая мойка шнека	Кран-балка, ванны с хим. реагентами, щетка	3.1. Очистка шнека с помощью универсальных и/или специальных химических средств (при необходимости в химических ваннах).	2–4
04	Мойка шнека водой высокого давления	Кран-балка, моечная установка высокого давления, щётка	4.1. Промывка водой с помощью установки высокого давления при давлении P = 10 МПа и температуре воды T = 60°С.	1–2
05	Визуально-инструмен-тальный контроль технического состояния шнека	Шаблоны, промышленный эндоскоп, материалы для цветовой дефектоскопии	5.1. Внешний осмотр. 5.2. Проверка величин износа по шаблонам. 5.3. Видеоскопия внутренних полостей. 5.4. Проникающая цветовая дефектоскопия.	2–3
06	Проверка балансировки шнека	Кран-балка, балансировочная установка	6.1. Проверка биения, соосности и начального дисбаланса шнека.	2–4
07	Проверка внутренних полостей шнека	—	7.1. Осмотр внутренних полостей шнека. 7.2. При необходимости дополнительная химическая мойка.	2–3
При износе лопастей шнека, не превышающем 10 мм, а также при износе упрочняющего покрытия без износа материала лопастей шнека после технологической операции № 08 перейти к операции № 16.				

№	Наименование операции	Применяемый инструмент и технологическая оснастка	Перечень и описание проводимых работ	Трудо-емкость мин–макс, нормочасы
08	Ремонт лопастей при износе не более 10 мм	Токарный станок, аппарат электродуговой сварки	8.1. Наплавка лопастей шнека электродом методом электродуговой наплавки в среде защитного газа.	8–12
При износе лопастей шнека, превышающем 10 мм операцию № 08 пропустить.				
09	Срезание лопастей в конической части	Токарный станок, плазменный резак	9.1. Срезание изношенных лопастей шнека в конической части.	4–6
10	Срезание лопастей в цилиндрической части	Токарный станок, плазменный резак	10.1. Срезание изношенных лопастей шнека в цилиндрической части.	4–6
11	Проточка тела шнека в конической части	Токарный станок	11.1. Проточка тела шнека в конической части под приварку новых лопастей.	4–8
12	Проточка тела шнека в цилиндрической части	Токарный станок	12.1. Проточка тела шнека в цилиндрической части под приварку новых лопастей.	4–5
13	Заплавка износа и малых трещин тела шнека	Токарный станок, аппарат электродуговой сварки	13.1. Наплавка материала в районе выхода продукта из шнека электродуговой наплавкой в среде защитного газа. 13.2. Заварить малые трещин тела шнека электродуговой сваркой в среде защитного газа.	3–6
14	Приварка новых лопастей в конической части шнека	Токарный станок, аппарат электродуговой сварки	14.1. Выставить сегменты новых лопастей на конической части тела шнека и прихватить сваркой. 14.2. Приварить лопасти шнека электродуговой сваркой в среде защитного газа.	6–8
15	Приварка новых лопастей в цилиндрической части шнека	Токарный станок, аппарат электродуговой сварки	15.1. Выставить сегменты новых лопастей на цилиндрической части тела шнека и прихватить сваркой. 15.2. Приварить лопасти шнека электродуговой сваркой в среде защитного газа.	6–9
16	Проточка лопастей в конической части	Токарный станок	16.1. Проточка лопастей в конической части шнека под нанесение упрочняющих покрытий.	5–10
17	Проточка лопастей в цилиндрической части	Токарный станок	17.1. Проточка лопастей в цилиндрической части шнека под нанесение упрочняющих покрытий.	5–6

№	Наименование операции	Применяемый инструмент и технологическая оснастка	Перечень и описание проводимых работ	Трудо-емкость мин–макс, нормочасы
18	Подготовка лопастей для нанесения упрочняющих покрытий	Токарный станок, углошлифовальная машинка	18.1. Подготовка режущей кромки и торцевой поверхности лопастей шнека под плазменную наплавку и напыление.	5–6
19	Упрочнение режущей кромки лопастей в конической части шнека	Токарный станок, установка плазменного напыления	19.1. Плазменная наплавка упрочняющего твердосплавного покрытия на режущую кромку в конической части шнека.	5–8
20	Упрочнение торцевой части лопастей в конической части шнека	Токарный станок, установка плазменного напыления	20.1. Плазменное напыление твердосплавного покрытия на торцевую поверхность лопастей конической части шнека.	6–9
21	Упрочнение режущей кромки лопастей в цилиндрической части шнека	Токарный станок, установка плазменного напыления	21.1. Плазменная наплавка упрочняющего твердосплавного покрытия на режущую кромку в цилиндрической части шнека.	5–7
22	Упрочнение торцевой части лопастей в цилиндрической части	Токарный станок, установка плазменного напыления	22.1. Плазменное напыление твердосплавного покрытия на торцевую поверхность цилиндрической части шнека.	5–12
23	Контроль качества покрытий	—	23.1. Визуальный контроль качества нанесенных упрочняющих покрытий.	2–3
24	Обработка сварных швов	Углошлифовальная машинка	24.1. Зачистка сварных швов и мест наплавки тела шнека	2–4
25	Проверка размеров и обточка до номинального размера	Токарный станок, шаблоны	25.1. Проверка диаметральных размеров кромки лопастей. 25.2. При необходимости токарная обработка лопастей шнека до достижения номинального размера.	2–5
26	Проверка подшипниковых узлов	Токарный станок	26.1. Проверка и, при необходимости, расточка посадочных поверхностей подшипниковых узлов шнека (два узла).	7–16
27	Балансировка восстановленного шнека	Балансировочная установка, аппарат точечной сварки	27.1. Проверка дисбаланса отремонтированного шнека. 27.2. Корректировка существующего дисбаланса до достижения требуемых значений.	11–16

№	Наименование операции	Применяемый инструмент и технологическая оснастка	Перечень и описание проводимых работ	Трудо-емкость мин–макс, нормочасы
27	Балансировка восстановленного шнека	Балансировочная установка, аппарат точечной сварки	27.3. Итоговая проверка балансировки восстановленного шнека. 27.4. Итоговая проверка восстановленного шнека на наличие трещин и критическую частоту вращения.	
28	Финишная поверхностная обработка	Установка дробеструйной обработки	28.1. Дробеструйная финишная обработка всех поверхностей шнека для соответствия гигиеническим требованиям перерабатывающий производств АПК.	5–10
29	Проверка сопряжения шнека и барабана и сборка декантера (при наличии)	Кран-балка, спец. балка для извлечения шнека, спец. инструмент	29.1. Сборка подшипниковых узлов шнека. 29.2. Установка шнека в барабан. 29.3. Проверка вращения шнека и величины зазоров между шнеком и барабаном. 29.4. Монтаж собранного барабана, сборка декантера.	3–4
30	Упаковка оборудования и выдача из ремонта	Кран-балка	30.1. Упаковка оборудования в тару, обеспечивающую безопасность груза при транспортировке. 30.2. Оформление документов на выдачу оборудования из ремонта.	1–2
ИТОГО:				124–204

Экономический эффект от внедрения в производство новых технологических процессов упрочнения и восстановления шнеков декантерных центрифуг рассчитывается по следующей зависимости:

$$Э_г = \left[\left(K_{у.з} \times Ц_н \times \frac{T_1 + E_н}{T_2 + E_н}\right) - \left(C_в + E_н \times K\right)\right] \times N_в, \quad (4.17)$$

где $Э_г$ – годовой экономический эффект, руб.;

$E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, принимаемый равным $E_н = 0{,}85$;

$K_{у.з}$ – коэффициент учета затрат на доставку новых деталей на предприятие, принимаемый равным $K_{у.з} = 1{,}1$;

$Ц_н$ – усредненная цена детали, руб./ шт., $Ц_н = 2\,450\,000$ руб./шт.;

T_1, T_2 – величины, обратные срокам службы новой и восстановленной деталей (принимаются равными $T_1 = 0{,}00050$ ч$^{-1}$, $T_2 = 0{,}00018$ ч$^{-1}$);

$C_в$ – себестоимость восстановления деталей с применением плазменного нанесения покрытий из порошковых материалов, $C_в = 1\,748\,570$ руб./шт.;

K – удельные капитальные затраты, $K = 873\,000$ руб./шт.;

$N_в$ – годовой объем восстановленных деталей, шт.

Планируемая годовая программа по восстановлению и упрочнению шнеков декантерных центрифуг составляет 20 шт.

Себестоимость восстановления и упрочнения шнеков рассчитана в соответствии с приведенным выше алгоритмом и составляет 1 510 570 руб. Расчетный срок службы новой

детали составляет 2000 ч, восстановленной и упрочненной – 5500 ч.

Внедрение нового технологического процесса восстановления и упрочнения шнековых конвейеров декантерных центрифуг позволило получить экономический эффект 8,895 млн руб. Разработанная ресурсосберегающая технология позволяют осуществлять восстановление, упрочнение и повышение долговечности шнековых конвейеров декантерных центрифуг, рабочих органов типа «лопатка-скребок» и подшипников скольжения перерабатывающего оборудования АПК методом плазменного напыления покрытий, работающих в средах с различной эрозионной и коррозионной активностью.

Реализация результатов исследований и научных положений в практику ремонтного производства предприятий ООО «Завод имени Медведева – Машиностроение», ОАО «Балашихинский литейно-механический завод», ООО «Технoплазма» и АО «Альфа Лаваль Поток» позволила снизить на 30–40% трудоемкость и стоимость восстановления изношенных деталей, увеличить ресурс в 2,2–2,8 раза и повысить производительность ремонта перерабатывающего оборудования более чем в 3 раза.

Внедрение результатов исследований. Большую роль в подтверждении актуальности выбранной темы, ее эффективности, а также объективности играет внедрение результатов научных исследований в производство. При этом результаты научных исследований могут использоваться в практической деятельности различных предприятий и организаций.

Использование результатов исследований желательно подтверждать соответствующими актами о внедрении (принятии к внедрению) в производство, представлением методических рекомендаций и пособий и т.п. Пример оформления акта о внедрении разработанной технологии приведен в Приложении 8.

Все главы в обязательном порядке должны завершаться краткими и лаконичными выводами, отражающими полученные автором результаты этой части исследования. Выводам в тексте должен предшествовать подзаголовок «Выводы по главе».

Заключение как самостоятельный раздел работы должно содержать краткий обзор основных аналитических выводов проведенного исследования и описание полученных в ходе него результатов.

В заключении должны быть представлены:

- общие выводы по результатам работы;
- оценка достоверности полученных результатов и сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ;
- степень соответствия теоретических результатов экспериментальным данным и причины их расхождения;
- предложения по использованию результатов работы и возможности внедрения разработанных предложений в производство.

Заключение включает в себя обобщения, общие выводы, конкретные предложения и рекомендации. В целом представленные в заключении выводы и результаты исследования должны последовательно отражать решение всех задач, поставленных автором в начале работы (во введении), что позволит оценить завершенность и полноту проведенного исследования. При этом важно указать элементы новизны, а также практическую ценность полученных результатов.

Типовая схема причинно-следственных связей общих выводов с содержанием выпускной квалификационной работы приведена на рис. 4.13.

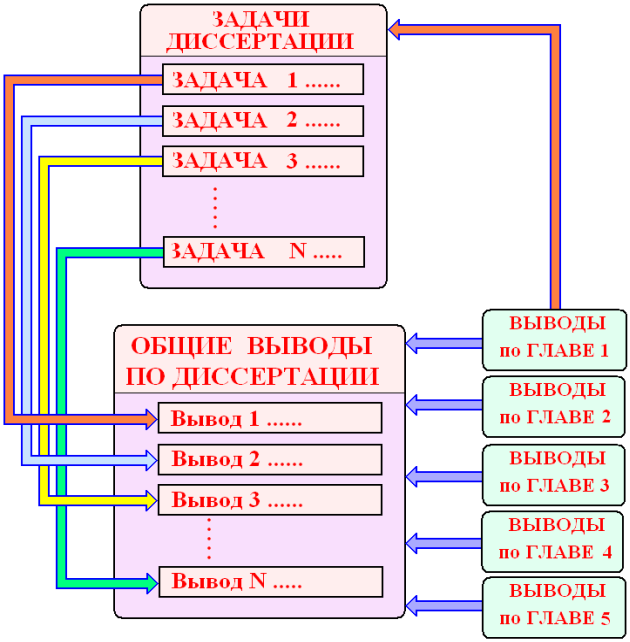


Рис. 4.13. Типовая схема причинно-следственных связей общих выводов с содержанием ВКР

Таким образом, можно утверждать, что заключительная часть ВКР представляет собой итоговый синтез полученных результатов проведенного исследования, т.е. формулирование того нового, что внесено автором в изучение и решение проблемы.

Список литературы. После заключения принято помещать список использованной литературы, который составляет одну из существенных частей ВКР и отражает самостоятельную творческую работу обучающегося.

Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в рукописи работы. Если автор делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы.

Сведения об используемых источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте работы. Список литературы может включать в себя монографии, учебники, учебные пособия, авторефераты диссертаций, научные статьи и др.

Источниковедческая база ВКР должна охватывать не менее 60–80 источников. Допускается привлечение материалов и данных, полученных с официальных сайтов Интернета. Однако в этом случае необходимо указать точный источник материалов (сайт и дату получения).

Приложения. Для лучшего понимания и пояснения основной части ВКР в нее включают приложения, которые носят вспомогательный характер и на объем работы не влияют. При этом объем работы определяется количеством страниц, причем последний лист в списке использованной литературы является последним листом ВКР.

Приложения необходимы, во-первых, для того, чтобы освободить основную часть от большого количества вспомогательного материала, а во-вторых – для обоснования рассуждений и выводов магистранта. В приложения рекомендуется включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть ВКР.

В приложения могут быть включены:

- промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;
- таблицы вспомогательных цифровых данных;
- описание аппаратуры и приборов, применяемых при проведении экспериментов, измерений и испытаний;
- инструкции, методики, описания алгоритмов и программы задач, решаемых на компьютерах; номограммы, разработанные в процессе выполнения ВКР;
- иллюстрации вспомогательного характера (схемы, рисунки и т.п.);
- ремонтные чертежи, карты технологических процессов восстановления и/или упрочнения деталей;
- акты о проведении испытаний, внедрении или принятии разработанных научно-технологических мероприятий в производство (см. Приложение 8) и другие материалы, подтверждающие участие автора в разработке и внедрении результатов исследований;
- справки об использовании материалов ВКР в учебниках, учебных пособиях, методических разработках, инструкциях и т.д.;
- копии патентов, полученных в результате проведения научно-исследовательской работы.

Оформление приложений должно строго соответствовать действующим стандартам. Приложения оформляют как продолжение работы на ее последующих страницах.

4.3. Правила оформления выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008 «Библиографическая ссылка», ГОСТ 7.32–2017 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления». При этом страницы текста работы, а также включенные в нее иллюстрации и таблицы, должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327–60.

ВКР выполняется печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги одного сорта формата А4(210×297 мм) с размерами полей: сверху – 20 мм, снизу – 20 мм, справа – 15мм, слева 30 мм. Шрифт – Times New Roman, 14 пт, через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным. Текст работы должен быть выровнен по ширине. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту и равен пяти знакам. Буквы греческого алфавита, формулы, отдельные условные знаки допускается вписывать от руки черной пастой или черной тушью.

Объем текста ВКР строго не регламентирован. Обычно он находится в пределах 80–100 страниц машинописного текста без приложений. Работа должна иметь твердый переплет.

Фамилии и собственные имена, названия учреждений в тексте работы приводят на языке оригинала.

В ВКР следует использовать сокращение русских слов и словосочетаний по ГОСТ Р 7.0.12–2011. Из сокращенных названий учреждений и предприятий следует употреблять только общеизвестные. Малоизвестные сокращения необходимо расшифровывать при первом упоминании.

В тексте следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417–2002.

Числовые значения величин следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия, при этом в ряду величин осуществляется выравнивание числа знаков после запятой. Округление числовых значений величин до первого, второго, третьего и т.д. десятичного знака для различных типоразмеров, марок и т.п. изделий одного наименования должно быть одинаковым. Например, если градация толщины стальной ленты 0,25 мм, то весь ряд толщин ленты должен быть указан с таким же количеством десятичных знаков.

Пример – 1,00; 1,25; 1,50.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать 1/4", 1/2", но не $\frac{1}{4}$", $\frac{1}{2}$". Если невозможно выразить числовое значение в виде десятичной дроби, то допускается записывать его в виде простой дроби в одну строчку через косую черту.

Пример – 6/17.

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах пояснительной записки должна быть постоянной. Если приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения.

Пример – 1,25; 1,50; 1,75; 2,00 м.

Числовые значения величин без обозначения единицы измерения не допускаются.

Интервалы чисел записывают со словами «от» и «до» (имея в виду «От ... до ... включительно»), если после чисел указана единица физической величины или числа, представляют безразмерные коэффициенты. Если числа

представляют порядковые номера, то их интервал записывают через тире.

Примеры:

Толщина слоя должна быть от 15 до 30 см.

Рисунки 1–4.

Если в тексте приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженной в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона.

Примеры:

От 3 до 8 мм.

От 10 до 25 МПа.

От плюс 10 до минус 40°С.

Заголовки. Текст основной части выпускной квалификационной работы делят на разделы, подразделы, пункты и подпункты. Наименования структурных элементов ВКР (содержание, введение, заключение, список литературы) служат заголовками структурных элементов работы.

Заголовки основного раздела (введение, названия глав, заключение, список литературы) располагаются в середине строки без точки в конце и пишутся прописными буквами жирным шрифтом. Заголовки подразделов и пунктов печатаются с прописной буквы без точки в конце. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках разделов и подразделов не допускаются.

Каждый раздел (глава) должен начинаться с новой страницы. Разделы, подразделы, пункты и подпункты нумеруются арабскими цифрами, разделенными точками. Если раздел или подраздел имеет только один пункт, или пункт имеет один подпункт, то его нумеровать не надо.

Наименования структурных элементов пояснительной записки «АННОТАЦИЯ», «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ» располагают в середине строки без точки в конце, отделяют от текста пустой строкой и печатают прописными буквами.

Расстояние между заголовками и текстом должны быть не менее двух интервалов.

Перечисления. Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис и пробел. Двоеточие ставится только в том случае, если есть обобщающее слово («виды», «категории», «разделы» и т.д.).

Пример:

Плужные отвалы подразделяются на следующие виды:

- цилиндрический,
- полувинтовой,
- культурный,
- винтовой.

Но если нет обобщающего слова, двоеточие не ставится.

Пример:

По форме отвалы подразделяются на

- цилиндрические,
- полувинтовые,
- культурные,
- винтовые.

При необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений перед каждым из них ставится строчная буква со скобкой.

Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример:

а) _____
б) _____
1) _____
2) _____
в) _____

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

Содержание. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Допускается всё слово писать прописными буквами. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы. Названия глав записываются прописными буквами. Для удобства пользования содержанием допускается проставлять на строке ряд точек, однако, если содержание оформлено в виде таблицы, точки не ставятся (Приложение 9).

Нумерация страниц. Страницы ВКР следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая при этом сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют по центру верхнего поля листа без точки. На титульном листе, а также на бланках задания, аннотации и введении номер не проставляется, хотя они и входят в общую нумерацию.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, и распечатки с ПЭВМ включают в общую нумерацию страниц работы.

Нумерация разделов, подразделов и пунктов. Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами. Разделы работы должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части и обозначаться арабскими цифрами без точки, например, 1, 2, 3 и т.д.

Пункты должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого раздела или подраздела. Номер пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой, в конце номера пункта точка не ставится, например 1.1, 1.2, 1.3 или 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т.д.

Номер подпункта включает номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделенные точкой, например 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 и т.д. Если раздел или подраздел имеет только один пункт, или пункт имеет один подпункт, то нумеровать пункт (подпункт) не следует.

Иллюстрации. Иллюстрации можно выполнять одним из следующих способов: средствами компьютерной графики; наклеиванием фотоснимков и др.

Все иллюстрации (фотографии, графики, чертежи, схемы, диаграммы и другие графические материалы) именуются в тексте рисунками.

Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте работы.

Чертежи, графики, диаграммы и схемы должны соответствовать требованиям государственных стандартов ЕСКД.

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: *Рисунок 1 – Название рисунка*.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей ВКР.

Если в ВКР только одна иллюстрация, то ее обозначают – «Рисунок 1».

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой. Например, «Рисунок 1.1».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, «Рисунок А3».

Подрисуночный текст с наименованиями частей иллюстрации и рисунка следует печатать через один интервал.

В конце наименований частей иллюстрации и рисунка, а также в конце подрисуночного текста точка не ставится.

Наименование рисунка отделяется от нижерасположенного текста пустой строкой.

При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита. Указанные данные наносят на иллюстрациях в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109–2023.

На электрических схемах около каждого элемента указывают его позиционное обозначение, установленное соответствующими стандартами.

Примеры оформления рисунков представлены в Приложении 10.

Таблицы. Значительный по объему цифровой материал, используемый в выпускной квалификационной работе, оформляют в виде таблиц в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105–2019.

Наименование таблицы, при его наличии, должно быть кратким и отражать ее содержание. Наименование печатают над таблицей после слова «Таблица» и номера таблицы и отделяют от номера таблицы знаком тире (–). Надпись выравнивают по левому краю с абзацным отступом 12,5 мм. В конце наименования таблицы точка не ставится. Перенос слов в наименовании таблицы не используется.

Нумерация таблиц приложений отдельная и состоит из буквы, обозначающей приложение, и цифры – номера таблицы. Например: «Таблица А 1».

На все таблицы ВКР должны быть приведены ссылки в тексте, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблицу в зависимости от ее размера помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости в приложении.

Если строки или графы выходят за формат таблицы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы (Приложение 11). Над последней частью и над второй частью при разделении таблицы на две части пишут слова «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы.

Таблицы, включая надпись с номером и названием таблицы, печатают через один интервал. При этом в таблицах допускается уменьшать размер шрифта (кегль – 12), но не в надписи с номером и названием таблицы.

Абзацные отступы в таблицах не используют. В конце текста, приводимого в таблицах, точки не ставят. Текст внутри таблиц следует центрировать относительно граф или выравнивать по ширине граф.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков граф и строк таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы по центру граф или выравнивая по ширине граф. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Заголовки строк выравнивают по левому краю или по ширине.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать арабскими цифрами без точки в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием. Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т.п. порядковые номера не проставляют.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать после ее наименования.

Пример – Напряжение в сети, В.

Числовые значения величин, одинаковые для нескольких строк, допускается указывать один раз.

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке этой графы. Если числовые значения величин в графах таблицы выражены в разных единицах физической величины, их обозначения

указывают в подзаголовке каждой графы.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). При указании в таблицах последовательных интервалов чисел, охватывающих все числа, их следует записывать: «От ... до ...включ.», «Св. ... до ... включ.».

В интервале, охватывающем числа натурального ряда, между крайними числами ряда в таблице допускается ставить тире. Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

При наличии в документе небольшого по объему цифрового материала его нецелесообразно представлять в таблице, а следует давать текстом, располагая цифровые данные в виде перечисления.

Пример – Предельные отклонения размеров профилей всех номеров:

- по высоте – ±2,5%;
- по ширине полки – ±1,5%;
- по толщине стенки – ±0,3%;
- по толщине полки – ±0,3%.

Формулы. Формулы следует выделять из текста в отдельную строку (Приложение 12). Формулы записывают с отступом 12,5 мм от левого поля или посередине строки. Если формула не помещается в одну строку, то она переносится после знаков: равно (=), плюс (+), минус (–), умножения (х), деления (:), знак в начале следующей строки повторяют.

Формулы могут быть выполнены компьютерным способом или чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304–81. Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается. Цвет символов такой же, как цвет шрифта основного текста.

При компьютерном способе формулы, а также символы, используемые в них, рекомендуется набирать курсивом в редакторе MathType, размер основного символа – 14 pt.

При выполнении чертежным шрифтом рекомендуется шрифт типа А с наклоном (75º) с высотой прописных букв 3,5 мм, строчных – 2,5 мм.

Цифры и знаки препинания в формулах, а также обозначения тригонометрических и гиперболических функций, математических операторов выполняются прямым шрифтом.

Пример – $2h\sin\frac{x}{z}$.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Не допускается применение одного символа для обозначения разных величин. Принятый символ должен обозначать строго определенную величину в формулах, таблицах и на рисунках.

Символы обозначают буквами латинского и греческого алфавитов. Индексы при символах обозначаются арабскими цифрами и буквами русского алфавита. Пояснения значений символов и размерность физических величин следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле, при этом после формулы ставится запятая. Значение каждого символа следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Формулы с пояснениями значений символов от основного текста не отделяются. Пояснение символа с обязательным указанием размерности приводится один раз при первом упоминании. Если для формулы не требуется пояснение значений символов, то после формулы ставится точка.

Нумерация формул сквозная по главе, двойная, в круглых скобках (например (2.5) глава 2, формула 5), размещается в строке с формулой по правому обрезу поля страницы. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ... в формуле (3.1).

Для рассчитываемых физических величин обязательно после результата расчета указывается единица измерения.

Примеры:

$$P = 2\left[0{,}4\left(6\cdot 1{,}2+4\right)-\left(5-3\right)^2\right] = 0{,}96\ \text{Н},$$

$$D = 2\cdot 3{,}4\sin 30^\circ = 3{,}4\ \text{м}.$$

Единицы измерения. Единицы физических величин приводят в соответствии с ГОСТ 8.417–2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин». В тексте следует применять стандартизованные единицы физических величин и их обозначения. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы физических величин ранее применявшихся систем. Использование разных систем обозначения физических величин не допускается.

Для написания значений величин следует применять обозначения единиц буквами или специальными знаками (...°, ...', ..."), причем устанавливаются два вида буквенных обозначений: международные (с использованием букв латинского и греческого алфавита) и русские (с использованием букв русского алфавита).

Международные и русские обозначения относительных и логарифмических единиц, следующие: процент (%), промилле (‰), миллионная доля (ppm, млн$^{-1}$), бел (b, Б), децибел (dB, дБ), декада (дек), фон (phon, фон). Буквенные обозначения единиц должны печататься прямым шрифтом. В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят.

Обозначения единиц следует применять после числовых значений величины и помещать в строку с ними (без переноса на следующую строку), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах.

Между последней цифрой числа и обозначением единиц следует оставлять пробел, например: 80 %, 30 ‰, 5 м.

При указании значений величин с предельными отклонениями следует заключать числовые значения с предельными отклонениями в скобки и обозначения единиц помещать после скобок или проставлять обозначения единиц после числового значения величины и после ее предельного значения.

Примеры:

(20 ± 0,1) кг; 20 кг ± 0,1 кг.

Допускается применять обозначения единиц в заголовках граф и в наименованиях строк (боковиках) таблиц.

Необходимо применять обозначения единиц в пояснениях обозначений величин к формулам. Помещение обозначений единиц в одной строке с формулами не допускается.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведения, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения (Н·м, А·ч, т·км, $м^3$·км). В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления применяется косая черта (кг/$м^3$, км/ч, м/с, м/$с^2$, В/м). Допускается применять обозначения единиц в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степени (Вт·$м^{-2}$ $К^{-1}$). Если единица физической величины стоит в знаменателе, то она записывается возведенной в отрицательную степень ($с^{-1}$, $с^{-2}$, моль$^{-1}$).

При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе следует помещать в одну строку, произведение обозначений единиц в знаменателе следует заключать в скобки (л/(т·км), Вт/(м·К), Вт/($м^2$·К), кг·м/с).

При указании производной единицы, состоящей из двух и более единиц, не допускается комбинировать буквенные обозначения и наименования единиц.

Изложение текста и обороты речи. Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется, чтобы», «разрешается только», «не допускается», «запрещается», «не следует». При изложении других положений следует применять слова «могут быть», «как правило», «при необходимости», «может быть», «в случае» и т.д. При этом допускается использовать повествовательную форму изложения текста документа, например «применяют», «указывают» и т.д.

Наименования, приводимые в тексте документа и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

В документах должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе. Если в документе принята специфическая терминология, то в конце (перед списком литературы) должен быть перечень принятых терминов с соответствующими

разъяснениями. Перечень включают в содержание документа.

В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими национальными и межгосударственными стандартами;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В тексте документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак «∅» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «∅»;
- применять без числовых значений математические знаки, например > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Если в документе приводятся поясняющие надписи, наносимые непосредственно на изготовляемое изделие (например, на планки, таблички к элементам управления и т.п.), их выделяют шрифтом (без кавычек), например ВКЛ., ОТКЛ., или кавычками – если надпись состоит из цифр и (или) знаков.

Список литературы. Список литературы должен включать библиографические ссылки на документы, использованные автором при работе над диссертацией. Список должен быть размещен в конце основного текста. Допускаются следующие способы группировки библиографических записей: алфавитный, систематический, хронологический.

При алфавитном способе группировки все библиографические записи располагают по алфавиту фамилий авторов или первых слов заглавий документов. Библиографические записи произведений авторов-однофамильцев располагают в алфавите их инициалов.

При систематической (тематической) группировке материала библиографические записи располагают в определенной логической последовательности в соответствии с принятой системой классификации.

При хронологическом порядке группировки библиографические записи располагают в хронологии выхода документов в свет.

Оформление ссылок должно соответствовать положениям ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Ссылки на литературу оформляются по тексту в квадратных скобках с указанием порядкового номера источника из списка, (например, [5]). Нумерация источников осуществляется в порядке их цитирования в тексте. Пример оформления списка литературы приведен в Приложении 13.

Ссылаться следует на документ в целом (при необходимости с указанием страниц) или его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются.

Ссылки на использованные источники могут быть сделаны во введении и в разделах основной части. При написании в тексте заимствованных данных (формул, числовых значений, рекомендаций), а также при изложении в тексте аргументов, подтверждающих определенную точку зрения, ссылки на использованные источники являются обязательными.

Пример – Значение коэффициента $k = 1{,}15$ [15, с. 190].

В представленном примере в квадратных скобках указан порядковый номер источника, приведенного в списке использованных источников, а затем – номер страницы, на которой указано заимствованное значение коэффициента *k*.

В тексте допускаются ссылки на стандарты, технические условия и другие документы (например, документы органов Государственного надзора) с указанием их обозначения и года утверждения при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования.

Ссылки на рисунки, таблицы, формулы, пункты и приложения включают наименование объекта ссылки (рисунок, таблица, формула, пункт, приложение), номер или обозначение. Номер формулы заключают в скобки. Допускается ссылку приводить в скобках в конце предложения.

Примеры:

Значения диаметров приведены в приложении В.

Расчетная схема показана на рисунке 2.5.

Параметры определены по формуле (3.1).

Следует использовать усредненные значения (таблица 4.2).

Если необходимо пояснить отдельные данные, приведенные в работе, то эти данные следует обозначать надстрочными знаками сноски.

Сноски в тексте располагают с абзацного отступа в конце страницы, на которой они обозначены, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны, а к данным, расположенным в таблице – в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Знак сноски ставят непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение, и перед текстом пояснения.

Знак сноски выполняют арабскими цифрами со скобкой и помещают на уровне верхнего обреза шрифта, например: «... передаточное устройство$^{2)}$ ...». Нумерация сносок отдельная для каждой страницы. Допускается вместо цифр выполнять сноски звездочками (*). Применять более четырех звездочек не рекомендуется. Примеры могут быть приведены в тех случаях, когда они поясняют требования документа или способствуют более краткому их

изложению.

Если пример один, то записывается слово «Пример» с отступом 12,5 мм от левого поля листа, а затем через тире – текст примера с прописной буквы. Если несколько примеров, то записывается слово «Примеры», после которого ставится двоеточие, текст каждого примера записывается с абзацным отступом 12,5 мм.

Приложения. Приложения оформляют как продолжение пояснительной записки на последующих ее листах. Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается приложения оформлять на листах формата А3, А4×3, А3×2, А3×3, А3×4 в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301–68.

Приложениями могут быть графические материалы, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов, программ для ЭВМ и т.п.

Текст, размещаемый в приложениях, допускается располагать на обеих сторонах листа.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. Наименование «ПРИЛОЖЕНИЕ» и обозначение приложения размещают в середине строки без абзацного отступа и без точки в конце и печатают прописными буквами.

Приложение должно иметь заголовок, который размещают под словом «ПРИЛОЖЕНИЕ» посередине строки без абзацного отступа и без точки в конце и печатают строчными буквами с прописной буквы.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» следует буква, обозначающая его последовательность. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в пояснительной записке одно приложение, то оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

4.4. Доклад, демонстрационные материалы и публикации результатов научных исследований

Доклад и демонстрационные материалы (графический материал). В докладе необходимо отметить: актуальность темы, основную задачу, решению которой посвящена выпускная квалификационная работа, ее цель, а также основные положения, выносимые на защиту.

По основной части ВКР излагаются: задачи, методики теоретических и экспериментальных исследований и их результаты. При этом необходимо акцентировать внимание только на принципиальных основных моментах, отметить продолжение работы по обсуждаемой задаче, вскрыть имеющиеся недостатки, пояснив их причины.

В конце доклада приводится в сокращенном виде материал выводов по результатам выполненной работы.

Доклад по ВКР обучающийся должен представить в виде электронной презентации для проекционной техники с использованием программы Power Point или иных компьютерных программ, а также в виде раздаточного материла. Объем демонстрационных материалов определяется обучающимся и научным руководителем (рекомендуемый объем 12–15 слайдов). Каждый слайд должен присутствовать на экране не менее 30 с и не более 2 мин. Отдельный слайд может содержать текст, рисунки, фотографии, анимацию, видео и звук.

Для связи между отдельными фрагментами презентации используются гиперссылки.

Презентация должна быть читабельная, постепенная, а также простая, логичная и ясная.

В презентации следует отражать следующие положения:

- название выпускной квалификационной работы, фамилию, имя, отчество обучающегося, шифр и наименование направления подготовки, наименование направленности (профиля), искомую квалификацию – «магистр», где, когда и кем выполнена работа;
- цель работы, объект, предмет и задачи исследований;
- основные положения, выносимые на защиту;
- основные положения, полученные в результате выполнения научных исследований, как в теоретическом, так и в экспериментальном плане;
- заключение (приводится полностью из ВКР).

Демонстрационные материалы не являются частью ВКР. Они представляют собой копии фрагментов текста работы, формул, таблиц, рисунков, имеющихся в ней, и предназначены для наглядного представления информации при защите ВКР.

Раздаточный материал, как правило, дублирует слайды электронной презентации. Он выполняется на графических устройствах вывода ЭВМ на листах формата А4 и А3. Цвет – черный. Поля – не менее 1,5 см с каждой стороны.

Фрагменты текста и таблицы в раздаточном материале выполняются через один интервал, гарнитура шрифта – Times New Roman, высота – не менее 14 пт. Размеры формул, таблиц и рисунков – как в тексте работы.

Отдельные листы демонстрационного материала нумеруются сквозной нумерацией арабскими цифрами. Номер листа проставляется в верхнем правом углу на полях. Шрифт номера должен иметь высоту не менее чем в 1,5 раза больше высоты шрифта, используемого в тексте демонстрационного материала.

Отдельные листы демонстрационного материала, должны иметь заголовки, которые записываются вверху листа по центру шрифтом высотой не менее чем в 1,25 раза больше высоты шрифта, используемого в тексте демонстрационного материала. Заголовок может не отделяться от текста.

Если на листе демонстрационного материала размещается одна таблица или один рисунок, то название таблицы и рисунка – название данного листа. В этом случае слова «Таблица», «Рисунок» с номерами не пишут. Если же на листе несколько таблиц, рисунков, формул, то они нумеруются арабскими цифрами в пределах листа. Номер состоит из одного числа.

В демонстрационных материалах допускается:

- не приводить пояснение символов, входящих в формулы, если их количество более пяти;
- не указывать примечания к таблицам, если их более двух;
- не показывать подрисуночный текст, если он содержит более трех строк;
- использовать без пояснения сокращения и обозначения, принятые в тексте работы.

Публикации результатов научных исследований. Научные результаты ВКР должны быть опубликованы, либо приняты к печати в реферируемых журналах, трудах конференции, в сборнике тезисов докладов всероссийской или международной конференции в количестве не менее двух публикаций.

В статьях необходимо отразить практические результаты трех-четырех глав: цель и задачи исследования, методику проведения экспериментов, результаты теоретических и экспериментальных исследований, производственные рекомендации, результаты внедрения и их технико-экономическую эффективность. Образец оформления списка публикаций представлен в Приложении 14.

4.5. Типичные ошибки при оформлении и подготовке выпускной квалификационной работы

При оформлении ВКР обучающиеся часто допускают следующие ошибки:

- переносы в заголовках (в настройках компьютера необходимо установить автоматическую расстановку переносов);
- отсутствие выводов по главам (это обязательный элемент выпускной квалификационной работы);
- несоответствие поставленных целей и полученных результатов (чтобы избежать этого, введение и заключение целесообразно писать в самом конце, когда основная часть ВКР готова);
- использование неактуальной литературы (рекомендуется использовать литературу за последние 5–7 лет);
- нарушение ГОСТ при оформлении списка литературы;
- неправильное оформление ссылок на библиографические источники;
- недостаточное количество источников (в работе рекомендуется привести не менее 60–80 источников).

Глава 5.
ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

5.1. Общие положения

Закончив работу по техническому оформлению ВКР, обучающийся должен уделить достаточное внимание последнему и решающему этапу учебы в магистратуре – подготовке к защите выпускной квалификационной работы. Такая подготовка включает оформление документов и материалов, связанных с ее защитой, подготовку и выступление на заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) и саму процедуру защиты ВКР.

5.2. Подготовка к защите выпускной квалификационной работы

Подготовленная к защите работа в обязательном порядке должна пройти проверку в системе «Антиплагиат», доступ к которой имеет ответственный по кафедре за размещение ВКР в электронно-библиотечной системе университета. При этом доля оригинальности работы должна составлять не менее 75%.

Законченная и оформленная ВКР, а также демонстрационный (графический) материал в виде презентации передаются научному руководителю на экспертизу и написанию отзыва на работу. На основании анализа ее содержания и успешной проверки в системе «Антиплагиат» научный руководитель решает вопрос о ее допуске к защите в ГЭК. При отсутствии замечаний научный руководитель подтверждает положительное решение подписью на титульном листе ВКР и готовит отзыв (Приложение 15). В отзыве научный руководитель характеризует актуальность темы работы, личное участие автора в разработке положений и получении результатов, изложенных в ВКР, достоверность этих положений и результатов, степень новизны, научную и практическую значимость результатов исследований, апробацию и масштабы использования основных положений и результатов работы; уровень профессиональной подготовки автора ВКР. Заканчивается отзыв выводом о возможности (невозможности) допуска к защите. Для получения допуска к защите ВКР производится ее предварительная защита на кафедре, на которой выполнялась работа. При положительном решении о допуске заведующий кафедрой ставит подпись на титульном листе ВКР.

Подписанная и допущенная к защите работа проходит обязательную процедуру рецензирования. В рецензии отражаются (Приложение 16): актуальность работы; новизна научных исследований и полученных результатов; рекомендации по использованию результатов и выводов работы; замечания по работе; заключение. При этом в заключении рецензент указывает степень соответствия работы требованиям, которые предъявляются ФГОС ВО к ВКР, и дает рекомендации о присвоении (или не присвоении) выпускнику квалификации «Магистр».

Магистрант заблаговременно знакомится с рецензией и готовит аргументированные ответы или возражения на замечания рецензента.

Получение отрицательной рецензии не является препятствием к представлению работы на защиту.

Отзыв и рецензия вкладываются в выпускную квалификационную работу. Выпускная квалификационная работа принимается под роспись только при наличии ее в распечатанном виде.

5.3. Процедура защиты выпускной квалификационной работы

Защита выпускной квалификационной работы носит публичный характер и проводится на открытом заседании ГЭК. Время защиты объявляется заранее. До начала защиты в ГЭК обучающийся представляет:

- распечатанный и переплетенный текст ВКР;
- электронную копию ВКР;
- отзыв научного руководителя;
- рецензию на выпускную квалификационную работу;
- список опубликованных научных работ обучающегося, акты о внедрении результатов исследования (если имеются);
- заключение о проверке работы в системе «Антиплагиат».

Доступ лиц к текстам ВКР обеспечивается в соответствии с законодательством РФ с учетом изъятия сведений, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, в соответствии с решением правообладателя.

С разрешения председателя ГЭК на защите могут присутствовать научный руководитель работы, профессорско-преподавательский состав и обучающиеся, приглашенные специалисты и пр. При этом данная процедура носит характер научной дискуссии и проходит в обстановке высокой требовательности и соблюдения принципов научной этики.

Первое слово предоставляется обучающемуся, время его выступления должно составлять не менее 15 мин. В своем докладе он раскрывает актуальность выбранной темы, основную цель и обусловленные ею конкретные задачи, освещает научную новизну результатов исследования, обосновывает положения, выносимые на защиту, их практическое использование и значимость для агропромышленного комплекса. Научно-практическую значимость исследования магистрант подтверждает полученными результатами. В процессе публичной защиты обучающийся должен показать умение четко и уверенно излагать содержание выполненных исследований, аргументировано отвечать на вопросы и вести научную дискуссию.

После выступления обучающийся отвечает на вопросы членов ГЭК. Затем выступает научный руководитель, который характеризует, насколько самостоятельно и творчески относился обучающийся к выполнению своего исследования и отмечает соответствие работы требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки.

Далее слово предоставляется рецензенту для краткой характеристики и оценки работы, после чего начинается ее обсуждение.

В заключение слово предоставляется обучающемуся, который отвечает на замечания и вопросы, определяет свое отношение к выступлениям.

В случае возникновения необходимости перевода из четырех в сто балльную систему при оценивании членами ГЭК приобретенных выпускником знаний, умений и навыков, а также учета баллов рейтинга целесообразно использовать данные табл. 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1. Шкала интервальных баллов, соответствующая итоговой оценке

Балльная оценка	0–54	55–69	70–84	85–100
Академическая оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Таблица 5.2. Распределение баллов рейтинга выпускника по результатам защиты выпускной квалификационной работы

Основные критерии оценки	Уровень освоения	Количество баллов	Оценка ГЭК
Оценка ВКР: • по содержанию, представлению доклада и презентации результатов работы; • по формальным критериям (логическая структура и связь, степень самостоятельности изложения, глубина и сбалансированность разделов)	Высокий – компетенции освоены полностью	25–30	5
	Повышенный – компетенции сформированы	20–24	4
	Пороговый – компетенции сформированы частично	15–19	3
	Компетенции не сформированы	0–15	2
Оценка ВКР: • по теоретической значимости; • по практической ценности; • по качеству выводов, рекомендаций, предложений и апробации результатов	Высокий – компетенции освоены полностью	35–40	5
	Повышенный – компетенции сформированы	30–35	4
	Пороговый – компетенции сформированы частично	25–30	3
	Компетенции не сформированы	0–25	2
Защита ВКР: • умение вести дискуссию; • содержание ответов на замечания рецензента; • характер использования профессиональных терминов в процессе ответов и др.	Высокий – компетенции освоены полностью	25–30	5
	Повышенный – компетенции сформированы	20–24	4
	Пороговый – компетенции сформированы частично	15–19	3
	Компетенции не сформированы	0–15	2

Общую оценку члены ГЭК выводят на коллегиальной основе с учетом соответствия содержания заявленной темы, глубины ее раскрытия, владения представляемым материалом, грамотности его изложения, проявленной способности выпускника демонстрировать собственное видение проблемы и

умение мотивированно его обосновать. Результаты защиты оцениваются по всей совокупности имеющихся данных.

Примерная система оценивания магистерской диссертации представлена в табл. 5.3.

Таблица 5.3. Система оценивания магистерской диссертации

Составляющие диссертации	Весовой коэффициент	Основные критерии для оценивания
Постановка проблемы и ее обоснованность	0,10	• актуальность, теоретическая и практическая значимость темы; • постановка и обоснованность проблемы; • корректность постановки цели и задач исследования, их соответствие заявленной теме и содержанию работы.
Проведение теоретических исследований	0,25	• научно-теоретический уровень, полнота и глубина исследований; • наличие элементов научной новизны.
Проведение сбора, анализа, систематизации данных и информации	0,10	• самостоятельность и качество результатов информационно-аналитических работ; • достоверность используемых источников информации; • полнота представленных данных для решения поставленных задач; • анализ результатов расчетов и обоснованность полученных выводов.
Проведение экспериментальных исследований	0,25	• самостоятельность и качество проведения экспериментальных исследований; • самостоятельность выбора и обоснованность применения моделей и методов количественного и качественного анализа в ходе экспериментальных исследований.
Описание проектной разработки	0,20	• самостоятельность и полнота представленных разработок, программ и предложений; • соответствие теоретической и экспериментальной частей, их связь с практикой; • адекватность предлагаемых мероприятий решению поставленных задач; • оценка эффективности предлагаемых мероприятий.
Общее заключение по работе	0,10	• достоверность, новизна и практическая значимость результатов; • самостоятельность, обоснованность и логичность выводов; • полнота решения поставленных задач; • самостоятельность и глубина исследования в целом; • грамотность и логичность изложения доклада.
Примечание: условные обозначения профессиональных компетенций соответствуют ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»		

Таблица 5.4. Интегральная оценка качества выпускной квалификационной работы

Критерии	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Актуальность темы, ясность целей и задач	Актуальность темы обоснована. Работа направлена на решение практической задачи с учетом современных научных взглядов. Цели и задачи сформулированы ясно и грамотно.	Актуальность темы обоснована достаточно полно. Цели и задачи работы в основном сформулированы грамотно с отдельными незначительными недостатками.	Актуальность темы недостаточно полно обоснована. Цели и задачи работы сформулированы, однако недостаточно четко.	Актуальность темыне обоснована. Цели и задачи работы нечетко сформулированы.
Теоретический фундамент исследования	Проведен критический анализ литературы различных типов, в том числе на иностранных языках. Изучение различных подходов и теоретических концепций привело к построению аналитической модели и формулированию оригинальных вопросов исследования.	Идентифицирована релевантная литература, в т.ч. на иностранных языках. Анализ имеющихся в литературе взглядов и концепций в целом позволил сформировать авторских подход к раскрытию темы, аналитическая модель и вопросы исследования сформулированы с незначительными недостатками.	Использованы отдельные релевантные литературные источники. Изложенные теоретические концепции не достаточно ясно связаны с формулировкой вопросов и гипотез исследования.	Использована неадекватная, устаревшая, разрозненная литература. Описанные теоретические подходы и концепции не связаны с вопросами исследования.
Качество и глубина проведенного исследования	Показан высокий уровень умений и навыков применения методов сбора и анализа качественной и количественной информации. Продемонстрировано понимание возможностей и ограничений, присущих использованным методам. Рассмотрены вопросы надежности полученных результатов.	Использованы адекватные методы сбора и анализа информации, позволяющие найти ответы на вопросы исследования. Возможности и ограничения использованных методов освещены недостаточно полно, обоснование применимости полученных результатов имеет отдельные недостатки.	Использованные методы сбора и анализа данных представлены недостаточно полно или их применение имеет отдельные недостатки. Выбор примененных методов исследования недостаточно полно обоснован.	Методологический аппарат не адекватен поставленным задачам и вопросам исследования. Методы исследования примитивны или применены со значительными недочетами.
Практическая значимость результатов исследования	Обоснована практическая значимость результатов работы. Рекомендации тесно связаны с проведенным анализом. Показано глубокое понимание роли исследования в развитие науки и практики.	Показана роль результатов работы в решении практических задач, однако рекомендации автора не всегда полно обоснованы.	Практическая значимость результатов работы раскрыта недостаточно полно. Рекомендации автора слабо обоснованы.	Практическая значимость результатов работы отсутствует. Вклад исследования в развитие науки и практики не определен.
Логичность и структурированность материала	Материал изложен структурировано и логично. Показано, как автор двигался от цели исследования к получению практических результатов.	Материал в целом изложен структурировано. Показано, как были достигнуты результаты, и какое практическое значение они имеют.	Материал не всегда изложен логично и структурировано. Имеются недостатки в логике и форме представления информации.	Материал изложен бессистемно, что не позволяет оценить практическую значимость результатов проведенной работы.

К основным критериям оценки относятся:

- актуальность темы исследования, ясность и грамотность сформулированной темы, задач и вопросов исследования, соответствие им содержания работы;
- самостоятельность подхода к раскрытию темы, в том числе формулировка собственного подхода к решению выявленных проблем;
- полнота и глубина критического анализа литературы различных типов, включая научную литературу, материалы периодической печати, нормативные документы, в том числе на иностранных языках;
- степень использования рассмотренных теоретических подходов и концепций при формулировании цели, задач, вопросов и гипотез исследования;
- обоснованность использования применяемых количественных и качественных методов исследования для решения поставленных задач, критический анализ возможностей и ограничений, присущих используемым методам;
- объем и степень новизны собранных или сформированных автором первичных или вторичных данных, обоснование их адекватности поставленным в работе задачам, критический анализ ограничений, связанных с качеством используемых данных и методами их сбора;
- анализ надежности и области применимости результатов, полученных на основании собранных или сформированных автором данных;
- глубина проработки рекомендаций, сделанных исходя из полученных результатов, их связь с теоретическими положениями, соответствие рекомендаций цели и задачам работы;
- практическая значимость работы, в том числе связь полученных результатов и рекомендаций с российской и международной практикой;
- понимание автором значения проведенного исследования и полученных результатов;
- логичность и структурированность изложения материала, включая соотношение между частями работы, между теоретическими и практическими аспектами исследования.

Результаты защиты выпускной квалификационной работы определяются оценками «*отлично*», «*хорошо*», «*удовлетворительно*» и «*неудовлетворительно*». Интегральная оценка качества выполнения работы приведена в табл. 5.4.

Оценка «отлично» выставляется при условии, если тема работы соответствует проблематике профиля подготовки; ВКР удовлетворяет требованиям актуальности и новизны; структура работы отражает логику изложения; в работе ставятся цели и перечисляются конкретные задачи; правильно определены объект и предмет исследования; продемонстрировано глубокое знание и понимание теоретических аспектов, связанных с заявленной темой; обсуждаются различные точки зрения и подходы к решению поставленной проблемы; продемонстрировано умение выявлять основные дискуссионные положения по теме и обосновывать свою точку зрения;

содержание работы показывает, что задачи, поставленные перед выпускником достигнуты, конкретные задачи получили полное и аргументированное решение; в работе получены значимые результаты и сделаны убедительные выводы; отсутствуют элементы плагиата; отбор и обработка используемого материала осуществляется с использованием современных методов и технологий; анализ конкретного фактического материала осуществляется с применением адекватных методик исследования; проанализирован достаточный объем материала, позволяющий сделать аргументированные выводы по заявленной теме; разработаны предложения по совершенствованию предмета исследования; в заключении излагаются основные результаты разработанных предложений; список использованной литературы составлен в соответствии с требованиями и насчитывает число источников, достаточное для раскрытия темы ВКР; работа не содержит орфографических ошибок, опечаток и других технических погрешностей; язык и стиль изложения соответствует нормам русского языка; продемонстрировано умение пользоваться научным стилем речи; выпускник логично и четко излагает свои позиции на защите, демонстрирует умения и навыки, компетенции, приобретенные и сформированные им в ходе обучения и проведения исследования, последовательность изложения и правильность выводов, изложенных в работе, содержательность доклада и презентации или графической части, четко отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если содержание работы соответствует предъявляемым требованиям; анализ конкретного материала в работе проведен с незначительными отступлениями от требований, предъявляемых к работе с оценкой «отлично» (например, необоснованная или произвольная интерпретация ряда конкретных фактов); структура работы в основном соответствует предъявляемым требованиям; выводы и предложения неполны; оформление работы в основном соответствует предъявляемым требованиям; работа содержит ряд орфографических ошибок, опечаток, есть и другие технические погрешности; выпускник логично и четко излагает свои позиции на защите, демонстрирует умения и навыки, компетенции, приобретенные и сформированные им в ходе обучения и проведения исследования, последовательность изложения и правильность выводов, изложенных в работе, содержательность доклада и презентации или графической части, но допускает небольшие недостатки при ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если содержание работы не соответствует одному или нескольким требованиям, предъявляемым к работе с оценкой «отлично»; выпускник на защите не проявил достаточного знания и понимания теоретических аспектов, связанных с темой ВКР; анализ материала проведен поверхностно, без обоснованной интерпретации фактов; представленный материал не достаточен для мотивированных выводов по заявленной теме; разработанные предложения по совершенствованию предмета исследования недостаточно обоснованы; в работе допущен ряд фактических ошибок; работа построена со значительными отступлениями от требований к ее изложению; выводы и предложения неконкретны и не аргументированы, не

отражают результаты проведенной исследования; список использованной литературы содержит недостаточное число или устаревшие источники; оформление работы в целом соответствует предъявляемым требованиям; в работе много орфографических ошибок, опечаток и других технических недостатков; список использованной литературы оформлен с нарушением предъявляемых требований; язык не соответствует нормам русского научного стиля речи; выпускник недостаточно логично и четко излагает свои позиции на защите, демонстрирует умения и навыки, компетенции, приобретенные и сформированные им в ходе обучения и проведения исследования, последовательность изложения и правильность выводов, изложенных в работе, содержательность доклада и презентации или графической части, испытывает некоторые затруднения при ответах на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если содержание работы не соответствует требованиям, предъявляемым к работам с оценкой «отлично»; слабо и неполно раскрыта тема ВКР; работа выполнена не самостоятельно, обучающийся на защите не может обосновать результаты проделанной работы; структура ВКР нарушает требования к изложению используемого материала; отбор и анализ материала носит фрагментарный, произвольный и/или неполный характер; используемый материал недостаточен для раскрытия заявленной темы; в работе много фактических ошибок; разработанные предложения по совершенствованию предмета исследования не обоснованы; выводы и предложения отсутствуют или не отражают разрабатываемые положения, обсуждаемые в соответствующих главах работы, носят общий характер; список используемой литературы не отражает проблематику, связанную с темой ВКР; оформление работы не соответствует предъявляемым требованиям; в работе много орфографических ошибок и других технических недостатков; список используемой литературы оформлен с нарушением предъявляемых требований; язык не соответствует нормам русского научного стиля речи; выпускник с сильными затруднениями излагает свои позиции на защите, демонстрирует умения и навыки, компетенции, приобретенные и сформированные им в ходе обучения и проведения исследования, не отвечает на вопросы.

Оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Решение об оценке принимается на закрытом заседании ГЭК открытым голосованием ее членов путем простого подсчета большинства голосов. При равном числе голосов председатель комиссии (или заменяющий его заместитель председателя комиссии) обладает правом решающего голоса.

Результаты защиты выпускной квалификационной работы объявляются в тот же день после оформления протокола заседания ГЭК. Результаты ВКР могут быть рекомендованы к опубликованию или внедрению.

По результатам защиты выпускной квалификационной работы ГЭК принимает решение о присвоении выпускнику квалификации «магистр».

Выпускник, не защитивший ВКР (получивший на защите оценку «неудовлетворительно»), может быть допущен к защите повторно не ранее, чем через год. ГЭК решает, может ли выпускник представить к повторной защите

ту же работу с доработкой, определяемой комиссией, или же обязан выполнить работу по новой теме. Повторная защита допускается один раз. При этом выпускнику, не защитившему выпускную квалификационную работу, выдается справка об окончании магистратуры.

5.4. Особенности проведения защиты выпускной квалификационной работы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

Форма проведения защиты ВКР для выпускников из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (инвалидностью) устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере и т.п.).

Подготовка и защита выпускной квалификационной работы для лиц из числа выпускников с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием средств общего и специального назначения. Перечень используемого материально-технического обеспечения:

- учебные аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в интернет, видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном;
- библиотека, имеющая рабочие места для обучающихся, которые оборудованы доступом к базам данных и интернетом;
- компьютерные классы;
- аудитория центра сопровождения выпускников с инвалидностью, оснащенная специализированным программным обеспечением для лиц с нарушениями зрения, устройствами для ввода и вывода голосовой информации.

Для лиц с нарушениями зрения материалы предоставляются:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха и опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Защита выпускной квалификационной работы для лиц с нарушениями зрения проводится в устной форме без предоставления выпускниками презентации. На время защиты в аудитории должна быть обеспечена полная тишина, продолжительность защиты увеличивается до 1 ч (при необходимости). Кроме того, гарантируется допуск в аудиторию, где проходит защита ВКР, собаки-проводника при наличии документа, подтверждающего ее специальное обучение, выданного по форме и в порядке, установленным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 22 июня 2015 г. № 386 н.

Для лиц с нарушениями слуха защита проводится без предоставления устного доклада. Вопросы комиссии и ответы на них представляются в письменной форме. В случае необходимости образовательная организация обеспечивает предоставление услуг сурдопереводчика.

Для выпускников с нарушениями опорно-двигательного аппарата защита ВКР проводится в аудитории, оборудованной в соответствии с требованиями доступности. Помещения, где могут находиться люди на креслах-колясках, должны размещаться на уровне доступного входа или предусматривать пандусы, подъемные платформы для людей с ограниченными возможностями или лифты. В аудитории должно быть предусмотрено место для размещения выпускников на коляске.

Дополнительные требования к материально-технической базе, необходимой для представления ВКР, обучающийся с ограниченными возможностями здоровья должен предоставить на кафедру не позднее, чем за два месяца до проведения процедуры защиты.

5.5. Плагиат, подлог и фабрикация результатов при подготовке выпускной квалификационной работы

Тексты выпускных квалификационных работ размещаются в электронно-библиотечной системе университета и проверяются на объем заимствования.

При защите выпускных квалификационных работ особое внимание уделяется недопущению нарушений студентами правил профессиональной этики. К таким нарушениям относятся в первую очередь плагиат, подлог, фальсификация (фабрикация) данных и ложное цитирование.

Плагиат – это использование в письменной работе чужого текста, опубликованного в бумажном или электронном виде, без полной ссылки на источник или со ссылками, но, когда объем и характер заимствований ставят под сомнение самостоятельность выпускной квалификационной работы или одного из ее основных разделов.

Плагиат может осуществляться в двух видах:

- дословное изложение основного текста;
- изложение чужого текста с заменой слов и выражений без изменения содержания заимствованного текста (парафраза).

Подлог определяется как сдача работы, выполненной другим лицом, в качестве собственной работы в целях прохождения рубежного контроля знаний или сознательное предоставление собственной работы другому лицу. Если текст использован без разрешения автора, последний не может квалифицироваться как участник подлога.

Фабрикация данных и результатов работы определятся как формирование фиктивных данных или намеренное искажение информации с целью доказательства правильности вывода (гипотезы и т.д.), а также умышленное использование ложных данных в качестве основы для анализа.

Под *ложным цитированием* понимается наличие ссылок на источник, когда данный источник такой информации не содержит.

При обнаружении плагиата, объем и характер которого ставят под сомнение самостоятельность выполнения работы или одного из ее основных разделов, при повторном обнаружении плагиата, а также при обнаружении подлога или фабрикации данных и результатов работы, научный руководитель

выпускной квалификационной работы или рецензент обязан представить информацию о факте нарушения требований к выпускной квалификационной работе с приложением копии работы (или ее фрагмента), а также указанием объема заимствованного текста и его источника.

Использование заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования, результатов научных работ, выполненных студентом в соавторстве, без ссылок на соавторов, является основанием для отказа в приеме ВКР к защите.

В выпускной квалификационной работе целесообразно использовать следующие нормы по заимствованию:

- не менее 75% общего объема ВКР должен составлять авторский текст – текст, описывающий идеи, явления и события, автором которого является автор работы;
- не более 25% общего объема ВКР должен составлять заимствованный (цитируемый) текст из источников, автором которых не является автор работы, включая не более 15% прямого цитирования.

При выполнении ВКР рекомендуется использовать следующие виды цитирования:

- *прямое*, когда речь цитируемого автора остается без изменения и заключается в кавычки;
- *косвенно*е, когда передается общее значение мысли (рассуждений) цитируемого автора.

Более подробно правила оформления цитирования и ссылок на литературные источники приведены в главе 4 данного учебного пособия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие предназначается выпускникам высшей школы, которые получили профессиональную подготовку по инженерно-техническим наукам с присвоением квалификации «бакалавр» и желают продолжить свое дальнейшее обучение в магистратуре. Если вы относитесь к данной группе, то, несомненно, получите реальную пользу от этого издания, поскольку в нем в доступной форме даны рекомендации по выполнению исследований, что является достаточно хорошим подспорьем при подготовке и организации защиты выпускной квалификационной работы.

Подготовка выпускной квалификационной работы – достаточно сложный творческий процесс. Понятно, что в этом издании невозможно рассмотреть с одинаковой полнотой все его стороны, чему-то неизбежно приходится отдать предпочтение. Поэтому в данном учебном пособии основным объектом рассмотрения стали вопросы, связанные с методологией научного творчества и подготовкой рукописи выпускной квалификационной работы.

В этой связи уместно задать вопрос: есть ли смысл затрачивать столько усилий для овладения этими тонкостями научной работы? Ответ может быть только утвердительный, ибо практика высшей школы подтверждает тот факт, что если обучающийся не разобрался в основах научного творчества, то ему приходится «спотыкаться» не только в процессе подготовки выпускной квалификационной работы, но и во время ее публичной защиты.

Выпускные квалификационные работы, как известно, пишутся по-разному. Одни их авторы исходят из практических соображений, потому что необходимо получить искомую степень, и работают над выпускной квалификационной работой только для этого. Другие авторы рассматривают выпускную квалификационную работу как возможность реализовать задуманную идею, которую они долго вынашивали, пока она не «созрела». Такие обучающиеся обычно начинают с небольшой скромной работы, которая постепенно развивается и, в конце концов, оформляется в виде диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Именно для таких магистров и предназначено данное учебное пособие.

Авторский коллектив постарался обобщить накопленный опыт работы в области подготовки выпускных квалификационных работ магистра и постарался передать его, основываясь на закрепленных традициях отечественной высшей школы и собственной практики.

Авторы полагают, что предварительное ознакомление со «стандартами» содержания научно-исследовательской работы, использование рекомендаций для ее планирования и проведения поможет обучающемуся сделать выбор темы выпускной квалификационной работы более осознанным, а, следовательно, и более точным. Последнее обстоятельство неизбежно приведет к получению наиболее значимых научных результатов. В этом, собственно, и заключается цель данного учебного пособия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абаев, А. Л.* Выпускная квалификационная работа магистра : учеб. пособие / А. Л. Абаев, М. Т. Гуриева, Д. А. Шевченко. – М. : Директ-Медиа, 2022. – 80 с.

2. *Александров, В. А.* Методические указания по подготовке и защите выпускных квалификационных работ : учеб.-метод. пособие / В. А. Александров. – Екатеринбург : Уральский ГАУ, 2016. – 12 с.

3. *Алимова, Н. К.* Магистерская диссертация: подготовка, написание и оформление : учеб.-метод. пособие / Н. К. Алимова, В. И. Паллота, Т. В. Сичкарь. – М. : Издательский дом «ИМЦ», 2022. – 94 с.

4. *Богданов, С. И.* Современные проблемы науки и производства в агроинженерии : учеб. пособие / С. И. Богданов, В. Г. Рябцев. – М. : Юрайт, 2024. – 248 с.

5. *Бутакова, М. М.* Магистерская диссертация: методы и организация исследований, оформление и защита : учеб. пособие / М. М. Бутакова, М. А. Беляева, Д. В. Игнатьева [и др.]; под ред. В. И. Беляева. – 2-е изд., перераб. – М. : КноРус, 2023. – 262 с.

6. *Волков, Ю. Г.* Диссертация: подготовка, защита, оформление : практ. пособие / Ю. Г. Волков. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : КноРус, 2021. – 218 с.

7. *Дорохов, А. С.* Магистерская диссертация: методические указания по подготовке выпускной квалификационной работы магистра / А. С. Дорохов, В. М. Корнеев, И. Н. Кравченко [и др.]. – М. : РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 44 с.

8. *Емельянова, И. Н.* Основы научной деятельности студента. Магистерская диссертация : учеб. пособие / И. Н. Емельянов. – М. : Юрайт, 2023. – 115 с.

9. *Журавлева, Л. А.* Методические указания для выполнения выпускных квалификационных работ / Л. А. Журавлева, М. В. Карпов, Т. Ю. Карпова. – М.; Саратов : ООО «Амирит», 2022. – 48 с.

10. *Завражнов, А. И.* Государственная итоговая аттестация выпускников магистратуры по направлению «Агроинженерия» : учеб. пособие / А. И. Завражнов, А. Д. Ананьин, В. П. Капустин [и др.] ; под общ. ред. А. И. Завражнова. – Тамбов : ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. –132 с.

11. *Заколдаев, Д. А.* Методические указания по выполнению научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы магистрантов : учеб.-метод. пособие / Д. А. Заколдаев, Н. С. Кармановский, И. И. Комаров, И. А. Филькова. – СПб. : Университет ИТМО, 2022. – 41 с.

12. *Зорин, В. А*. Методические рекомендации по подготовке магистерской диссертации : учеб. пособие / В. А. Зорин, В. А. Даугелло, Н. С. Севрюгина, К. К. Шестопалов. – М. : МАДИ, 2013. – 87 с.

13. *Ипполитова, Н. В.* Выпускная квалификационная работа студентов вуза: типы, форматы, методика подготовки : учеб. пособие / Н. В. Ипполитова, И. Н. Разливинских, Н. С. Стерхова, Н. Н. Устинова. – М. : Университетская книга, 2017. – 99 с.

14. *Капустин, В. П.* Рекомендации для подготовки квалификационной научной работы (диссертации) : монография / В. П. Капустин, Д. Ю. Муромцев. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – 196 с.

15. *Корнеев, В. М.* Выпускная квалификационная работа магистра : методические указания по выполнению / В. М. Корнеев, И. Н. Кравченко, Д. И. Петровский. – М. : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. – 48 с.

16. *Космин, А. В.* Основы научных исследований : учеб. пособие / А. В. Космин, В. В. Космин. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2022. – 298 с.

17. *Кравченко, И. Н.* Методология научных исследований (агроинженерия) : практикум / И. Н. Кравченко, А. Г. Пастухов, Ю. А. Кузнецов [и др.]; под ред. И. Н. Кравченко. – М. : ИНФРА-М, 2024. – 379 с.

18. *Кравченко, И. Н.* Основы изобретательства и патентоведения : учеб. пособие / кол. авторов ; под ред. И. Н. Кравченко. – М. : КноРус, 2023. – 262 с.

19. *Кравченко, И. Н.* Основы научных исследований : учеб. пособие / И. Н. Кравченко, А. В. Коломейченко, В. Н. Логачев [и др.]. – СПб. : Лань, 2015. – 304 с.

20. *Кравченко, И. Н.* Патентоведение и защита интеллектуальной собственности : учеб. пособие / И. Н. Кравченко, В. М. Корнеев, Д. И. Петровский. – М. : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – 174 с.

21. *Крюков, С. А.* Основы учебно-исследовательской работы для студентов технических вузов. Основные термины и понятия : учеб. пособие / С. А. Крюков, О. В. Душко, Н. В. Байдакова; под общ. ред. В. М. Шумячера. – 2-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2023. – 244 с.

22. *Кузин, Ф. А.* Диссертация: методика написания, правила оформления, порядок защиты : практ. пособие для докторантов, аспирантов и магистров / Ф. А. Кузин. – 4-е изд., доп. – М. : Ось-89, 2011. – 448 с.

23. *Кузнецов, Ю. А.* Выпускная квалификационная работа магистра : учеб. пособие / Ю. А. Кузнецов, А. В. Коломейченко, И. Н. Кравченко [и др.] ; под общ. ред. Ю. А. Кузнецова. – Орел : Орловский ГАУ, 2018. – 224 с.

24. *Кузнецов, Ю. А.* Учебно-методическое пособие по подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) аспирантов / Ю. А. Кузнецов, И. Н. Кравченко, А. В. Коломейченко [и др.]. – Орел : Картуш, 2021. – 82 с.

25. *Кукушкина, В. В.* Организация научно-исследовательской работы студентов (магистров) : учеб. пособие / В. В. Кукушкина. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 264 с.

26. *Куршакова, Н. Б.* Руководство к выполнению магистерской диссертации : учеб. пособие / Н. Б. Куршакова, А. Н. Ларин, И. В. Ларина [и др.]. – М. : Директ-Медиа, 2022. – 52 с.

27. *Лавриненко, В. Ю.* Выпускная квалификационная работа : учеб.-метод. пособие / В. Ю. Лавриненко, Д. Б. Слинко, М. А. Сережкин [и др.] ; под общ. ред. В. Ю. Лавриненко. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 53 с.

28. *Мардахаев, Л. В.* Магистерская диссертация: подготовка и защита : учеб.-метод. пособие / Л. В. Мардахаев. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Квант-Медиа, 2019. – 106 с.

29. *Наумова, М. Г.* Организация, выполнение и оформление выпускных квалификационных работ магистров : учеб. пособие / М. Г. Наумова, Н. А. Чичинев, И. И. Басыров. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2019. – 77 с.

30. *Невежин, В. П.* Как написать, оформить и защитить выпускную квалификационную работу : учеб. пособие / В. П. Невежин. – М. : ИНФРА-М, 2024. – 112 с.

31. *Новиков, Ю. Н.* Подготовка и защита бакалаврской работы, магистерской диссертации, дипломного проекта : учеб. пособие / Ю. Н. Новиков. – 6-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2023. – 38 с.

32. *Порядок* проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры (с изм. от 27 марта 2020 г.). Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/420287189

33. *Резник, С. Д.* Как защитить свою диссертацию : практ. пособие / С. Д. Резник. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2024. – 245 с.

34. *Родимцев, С. А.* Методика написания и порядок защиты магистерской диссертации : учеб.-метод. пособие / С. А. Родимцев, А. В. Коломейченко, А. М. Полохин. – Орел : Орел ГАУ, 2012. – 48 с.

35. *Рожков, А. Н.* Методические указания по выполнению и оформлению магистерской диссертации / А. Н. Рожков, М. С. Али. – М. : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. – 54 с.

36. *Селетков, С. Г.* Методология диссертационного исследования : учебник / С. Г. Селетков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2024. – 281 с.

37. *Сергиенко, О. И.* Магистерская диссертация: основные требования по подготовке и защите : учебное пособие / О. И. Сергиенко, Р. Ф. Юльметова. – СПб. : Университет ИТМО, 2017. – 79 с.

38. *Синченко, Г.Ч.* Логика диссертации / Г. Ч. Синченко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2025. – 312 с.

39. *Старжинский, В. П.* Методология науки и инновационная деятельность: пособие для аспирантов, магистрантов и соискателей ученой степени кандидата наук технических и экономических специальностей / В. П. Старжинский, В. В. Цепкало. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 327 с.

40. *Стрельникова, А. Г.* Правила оформления диссертаций : метод. пособие / А. Г. Стрельникова. – 4-е изд., доп. и перераб. – СПб. : СпецЛит, 2016. – 92 с.

41. *Федеральный* государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия». Режим доступа: https://fgos.ru/fgos/fgos-35-04-06-agroinzheneriya-709

42. *Федоренко, В. Ф.* Современные проблемы науки и производства в агроинженерии : учебник / В. Ф. Федоренко, В. И. Горшенин, К. А. Монаенков [и др.]. – СПб. : Лань, 2022. – 496 с.

43. *Янковская, В.В.* Организация научно-исследовательской работы студентов (магистров) : учеб. пособие / В. В. Янковская. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 345 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Исследование патентной чистоты объекта техники

Форма П. 1.1. Объект техники, его составные части (в том числе технические и конструкторские решения), подлежащие экспертизе на патентную чистоту

Наименование объекта техники и его составных частей	Обозначение (чертежей, ГОСТ, ТУ и т.д.). Дата утверждения чертежа	Страна, в отношении которой проводится исследование патентной чистоты	Источники известности		Действующие охранные документы (в том числе патенты аналоги, выложенные и акцептованные заявки), подлежащие анализу	Необходимость проведения сопоставительного анализа с объектом промышленной собственности ("Подлежит" — "Не подлежит")	Примечание
			Научно-техническая документация (наименование источника, дата публикации)	Патенты, выложенные и акцептованные заявки (номер документа, даты приоритета и публикации, название объекта промышленной собственности, другие библиографические данные)			
1	2	3	4	5	6	7	8

Форма П. 1.2. Сопоставительный анализ объекта техники с охраняемыми объектами промышленной собственности

Наименование использованных в объекте технических и художественно-конструкторских решений, подлежащих анализу (обозначение чертежей)	Страна выдачи охранного документа, номер документа, вид промышленной собственности, число пунктов патентной формулы, подлежащих анализу	Сопоставляемые признаки		Выводы		
		по охранному документу (по каждому из признаков пункта патентной формулы). Номер пункта патентной формулы	по объекту техники	по каждому признаку пункта формулы	по пункту формулы	по охранному документу в целом
1	2	3	4	5	6	7

Форма П. 1.3. Патентная чистота комплектующих изделий

Наименование составной части объекта (комплектующего изделия)	Вид и номер документа, полученного на запрос (патентного формуляра, отчета о патентных исследованиях)	Страны проверки патентной чистоты	Результаты проверки (обладает или не обладает патентной чистотой)	Дата, на которую комплектующее изделие обладает (не обладает) патентной чистотой, с указанием номера патента, лишающего объект патентной чистоты, срока действия патента
1	2	3	4	5

Форма П. 1.4. Патентная чистота внешнего вида объекта техники

Наименование объекта	Страна, в отношении которой проводится исследование патентной чистоты	Источники известности		Номер охранного документа, лишающего объект патентной чистоты	Выводы
		общетехнические материалы	патентная документация		
1	2	3	4	5	6

Форма П. 1.5. Выводы о патентной чистоте объекта техники

Страны проверки	Результаты проверки (обладает или не обладает патентной чистотой) с указанием даты публикации и наименования последних просмотренных материалов	Вид промышленной собственности, номер охранного документа, лишающего объект патентной чистоты, дата начала срока его действия	Патенты-аналоги, лишающие объект техники патентной чистоты (страна, вид промышленной собственности, номер, дата начала действия)	Значимость составной части объекта (в том числе по комплектующим), использующей объект промышленной собственности (в % от стоимости объекта, в абсолютном исчислении)	Примечание
1	2	3	4	5	6

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Форма задания на проведение патентных исследований

УТВЕРЖДАЮ

_____
(должность, личная подпись и расшифровка подписи руководителя)

«_____» _____ 20 __ г.

ЗАДАНИЕ
на проведение патентных исследований

Наименование работы (темы) _____

Шифр работы (темы) _____ Этап работы _____

Сроки выполнения _____
при необходимости

Задачи патентных исследований _____

_____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Виды патентных исследований	Подразделения-исполнители (соисполнители)	Ответственные исполнители (Ф.И.О.)	Сроки выполнения патентных исследований. Начало. Окончание	Отчетные документы
1	2	3	4	5

Руководитель патентного подразделения

_____ _____ _____
личная подпись расшифровка подписи дата

Руководитель подразделения исполнителя работ (руководители подразделений-соисполнителей)

_____ _____ _____
личная подпись расшифровка подписи дата

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Примерная тематика выпускных квалификационных работ по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» (направленности подготовки «Технический сервис в агропромышленном комплексе» и «Технологии технического сервиса»)

1. Интенсификация процессов очистки объектов технического обслуживания и ремонта.
2. Совершенствование системы технологической подготовки предприятий технического сервиса.
3. Повышение эффективности хранения зерноуборочных комбайнов.
4. Совершенствование технологии восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин.
5. Управление техническим состоянием машин на основе информационных технологий.
6. Информационные технологии в обеспечении запасными частями.
7. Совершенствование технологии восстановления и упрочнения деталей газодинамическим напылением.
8. Повышение долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин.
9. Организация утилизации и рециклинга сельскохозяйственной техники в агропромышленном комплексе.
10. Совершенствование технологических процессов защиты деталей и агрегатов сельскохозяйственных машин от коррозии.
11. Повышение эффективности дилерских предприятий при техническом сервисе сельскохозяйственной техники.
12. Организация фирменного технического сервиса машин в регионах Российской Федерации.
13. Совершенствование оборудования и технологий восстановления и упрочнения деталей оборудования перерабатывающих производств АПК.
14. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственной техники путем использования наноматериалов и нанотехнологий.
15. Разработка и совершенствование оборудования и технологий изготовления, восстановления и упрочнения деталей при производстве и ремонте сельскохозяйственной техники.
16. Повышение ресурса двигателей за счет применения присадок к маслам на основе геомодификаторов.
17. Совершенствование технологии ремонта деталей цилиндропоршневой группы дизельных двигателей.
18. Совершенствование технологии ремонта шатунов автотракторных двигателей.
19. Совершенствование технологических процессов восстановления деталей типа «вал» порошковыми сплавами.

20. Повышение качества услуг технического сервиса.

21. Применение финишной антифрикционной безабразивной обработки для повышения ресурса гильз цилиндров автотракторных двигателей.

22. Организация входного контроля качества запасных частей сельскохозяйственной техники на предприятиях технического сервиса.

23. Совершенствование технологии нанесения полимерных покрытий при восстановлении посадок подшипников качения.

24. Совершенствование технологии упрочнения дисковых рабочих органов сельскохозяйственных машин.

25. Разработка и исследование технологического процесса микродугового оксидирования деталей из алюминиевых сплавов.

26. Повышение качества приработки деталей за счет применения присадок к маслу при обкатке двигателя.

27. Совершенствование технологических процессов восстановления и упрочнения рабочих органов зерноуборочной техники.

28. Совершенствование технологии ремонта тракторов, комбайнов, агрегатов на специализированных предприятиях технического сервиса.

29. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственной техники за счет использования износостойких покрытий.

30. Повышение ресурса коленчатых валов дизельных двигателей автотракторной техники за счет использования РВС-технологии.

31. Совершенствование технологии высокоскоростного газопламенного напыления порошковых материалов при восстановлении изношенных деталей машин.

32. Совершенствование технологии высокоскоростной электродуговой металлизации при восстановлении изношенных деталей машин.

33. Совершенствование организации технического обслуживания сельскохозяйственной техники с применением специализированного программного обеспечения.

34. Совершенствование системы технического сервиса сельскохозяйственной техники региональными дилерскими центрами.

35. Повышение работоспособности уплотнительных устройств подшипниковых узлов сельскохозяйственной техники.

36. Совершенствование метода нанесения плазменных покрытий для восстановления деталей перерабатывающего оборудования АПК.

37. Совершенствование метрологического обеспечения ремонтного производства АПК.

38. Повышение долговечности приводных цепей зерноуборочных комбайнов.

39. Совершенствование организации и технических средств обращения с отходами на сервисных предприятиях АПК.

40. Совершенствование технологии ремонта силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники применением композитов.

41. Совершенствование технологий и технических средств для обкатки и испытаний двигателей малогабаритных тракторов.

42. Восстановление корпусных деталей сельскохозяйственной техники при ремонте полимерными композиционными материалами.

43. Повышение износостойкости стрельчатых лап почвообрабатывающих орудий упрочнением их режущих поверхностей.

44. Совершенствование высокоэффективных технологий ремонта агрегатов навесных гидросистем тракторов с применением электроискровой обработки.

45. Повышение ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин путем нанесения износостойких покрытий дуговой металлизацией.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Образец заявления на выполнение выпускной квалификационной работы

Ректору ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева
_____

от _____
_____

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу разрешить выполнить выпускную квалификационную работу на кафедре
_____
на тему _____
_____
_____
_____

Подпись _____ _____
(дата)

Прошу утвердить тему и назначить руководителем
_____
_____
_____

Заведующий кафедрой
_____ _____
(дата)

Декан факультета
(Директор института)
_____ _____
(дата)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Форма календарного плана по подготовке выпускной квалификационной работы

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН РАБОТЫ

_____

(Ф.И.О. магистранта)

_____

(наименование магистерской диссертации)

Этапы работы и сроки их выполнения

Наименование этапов ВКР	Сроки выполнения этапов ВКР	Примечание
Выбор и согласование темы исследования		
Поиск и предварительное ознакомление с литературой и другими источниками информации		
Составление структурного плана работы. Формулирование проблемы, постановка цели и задач исследования		
Поиск и изучение материалов (экспериментальная база исследования)		
Обработка материалов, проведение анализа и обобщений		
Написание первоначального варианта ВКР и представление его научному руководителю		
Доработка текста ВКР в соответствии с замечаниями научного руководителя		
Составление введения, заключения, списка литературы, оформления приложений и иллюстраций		
Прохождение предзащиты и доработка ВКР по результатам обсуждения		
Получение отзыва научного руководителя		
Получение рецензии		
Представление защиты на кафедре		
Подготовка доклада и презентации к защите		
Публичная защита ВКР		

Обучающийся _____ / А.А. Петров /

(подпись, дата) (Ф.И.О)

Руководитель ВКР _____ / И.И. Иванов /

(подпись, дата) (Ф.И.О)

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Форма титульного листа магистерской диссертации

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.В. Горячкина
Кафедра «Технический сервис машин и оборудования»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УСЛУГ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЕЙ»

Направление подготовки: 35.04.06 «Агроинженерия»
Направленность (профиль) подготовки: «Технический сервис в агропромышленном комплексе»

Заведующий
выпускающей кафедрой _____ / А.С. Апатенко /
(подпись, дата) (Ф.И.О)

«Допустить к защите»

«____» _____ 20 ___ г.

Научный руководитель _____ / И.Н. Кравченко /
(подпись, дата) (Ф.И.О)

Магистрант _____ / А.А. Петров /
(подпись, дата) (Ф.И.О)

Рецензент _____ / В.Ю. Бойков /
(подпись, дата) (Ф.И.О)

Москва – 20 ___

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Задание на выпускную квалификационную работу

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙФЕДЕРАЦИИ

_____

(полное наименование образовательной организации)

Кафедра «Технический сервис машин и оборудования»

Утверждаю:

Зав. кафедрой д.т.н., профессор
степень, звание
_____/ И.И. Иванов /
подпись И.О.Ф.

«_____» _____20__ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Направление подготовки: 35.04.06 «Агроинженерия»

Направленность: Технический сервис в агропромышленном комплексе

Тема: _____

Утверждена приказом
по _____ № от « » 20 г.
(сокращенное наименование образовательной организации), число, месяц

Цель работы: _____

Научный руководитель ВКР:

_____
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

_____
(подпись, дата)

Автор ВКР:

_____
(Ф.И.О.)

_____
(подпись, дата)

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Пример оформления акта о внедрении разработанных мероприятий

СПК «Сеньково» 303357, Орловская область, Глазуновский район, с. Сеньково, ул. Луговая, д.3 Тел.:+7 (486-75) 2-41-18	ИНН 5706001848 КПП 570601001 БИК 045402751 Р/сч. 40702810910080000001 К/сч. 30101810700000000751 Орловский РФ ОАО Россельхозбанк

«____» _____20__г.

АКТ
о внедрении результатов научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, с одной стороны: генеральный директор СПК «Сеньково» В.Г. Рубаков, главный инженер СПК «Сеньково» Л.В. Васильев, с другой стороны: зав. кафедрой технологии конструкционных материалов и организация технического сервиса ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Орловский ГАУ), д-р техн. наук, проф. Ю.А. Кузнецов, доцент кафедры технология конструкционных материалов и организация технического сервиса ФГБОУ ВО Орловский ГАУ канд. техн. наук, доц. В.В. Гончаренко и студент ФГБОУ ВО Орловский ГАУ В.А. Добриков составили настоящий акт о том, что в мастерской СПК «Сеньково» внедрена новая технология восстановления и упрочнения лемехов плугов металлокерамическими пластинами, разработанная канд. техн. наук, доц. В.В. Гончаренко и студентом В.А. Добриковым.

Данная технология позволяет увеличить ресурс восстановленных деталей в 4,6–5 раз в сравнении с новыми. Годовой экономический эффект от внедрения разработанной технологии в рамках хозяйства составляет около 775 тыс. руб.

Представители СПК «Сеньково»

Генеральный директор В.Г. Рубаков

Главный инженер Л.В. Васильев

Представители ФГБОУ ВО Орловский ГАУ

Зав. кафедрой «ТКМ и ОТС» Ю.А. Кузнецов
д-р техн. наук, проф.

Доцент кафедры «ТКМ и ОТС» В.В. Гончаренко
канд. техн. наук, доц.

Студент В.А. Добриков

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Пример оформления содержания выпускной квалификационной работы

ВВЕДЕНИЕ.....
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ АПК.....
1.1.Анализ условий эксплуатации и причин потери работоспособности перерабатывающего оборудования АПК.....
1.2.Материалы, используемые для нанесения покрытий.....
1.3.Технико-экономический анализ методов нанесения покрытий.....
1.4.Состояние научно-методической базы в области оптимизации технологических процессов нанесения газотермических покрытий.....
1.5.Выводы по главе. Формирование цели и задач исследования .....
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ .....
2.1.Разработка математической модели расчета технологических режимов плазменного напыления материалов с высокой теплопроводностью .....
2.2. Модель критериальной оценки технических и технологических возможностей плазменных методов нанесения покрытий .....
2.3.Разработка интеллектуальной системы автоматизированного проектирования технологического процесса нанесения плазменных покрытий.....
2.4.Разработка методики расчета параметров технологического процесса нанесения плазменных покрытий.....
Выводы по главе.....
ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СВОЙСТВ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ.....
3.1.Методика измерения температуры частиц .....
3.2.Методика исследования прочности сцепления покрытий.....
3.3.Методика испытания покрытий на твердость.....

3.4.Методика измерения пористости покрытий.....
3.5.Методика испытания поверхностных слоев на абразивное изнашивание.....
3.6.Методики неразрушающего визуально-инструментального контроля технического состояния шнекового конвейера декантера.....
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ.....
4.1.Исследование энергетических и тепловых характеристик плазмотрона.....
4.2.Исследование влияния режимов плазменного напыления на свойства покрытий.....
4.3.Исследования прочности сцепления покрытий.....
4.4.Исследование микроструктуры.....
4.5.Исследование твердости покрытий.....
4.6.Исследование пористости поверхностных слоев.....
4.7.Испытания поверхностных слоев на абразивное изнашивание.....
Выводы по главе.....
ГЛАВА 5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....
5.1.Методика выбора метода, материала и режимов нанесения покрытий многофункционального назначения.....
5.2.Программная реализация методики выбора метода, материала и режимов нанесения покрытий.....
5.3.Разработка технологии восстановления и упрочнения шнекового конвейера декантерной центрифуги.....
5.4.Оценка экономической эффективности технологического процесса восстановления и упрочнения деталей плазменным нанесением покрытий.....
5.5.Практическая реализация и внедрение результатов исследования.....
Выводы по главе.....
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....
ПРИЛОЖЕНИЯ.....

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Примеры оформления рисунков



Рисунок 1 – Структурная модель сложной многоуровневой трибологической системы

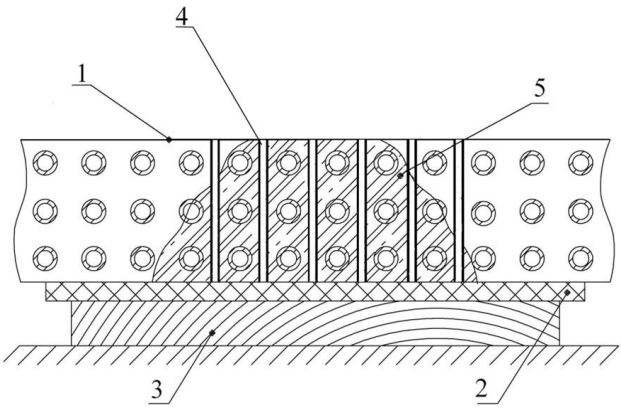


Рисунок 4 – Схема герметизации места течи сердцевины радиатора:

1 – радиатор; *2* – резиновая прокладка; *3* – деревянная подставка;

4 – тонкостенные трубки; *5* – формообразующий клеевой состав

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Примеры оформления таблиц

11.1. Деление таблицы на части, состоящей из двух граф

Таблица 1.4 – Зависимость массы стальных шайб от диаметра стержня крепежной детали

Диаметр стержня крепежной детали, мм	Масса 1 000 шт. шайб, кг	Диаметр стержня крепежной детали, мм	Масса 1 000 шт. шайб, кг
1,1	0,045	2,0	0,192
1,2	0,043	2,5	0,350

11.2. Деление таблицы на две части

Таблица 2.3 – Результаты расчета себестоимости продукции мебельного комбината

Окончание таблицы 2.3

Примечание: Расчет выполнен в уровне цен по состоянию на четвертый квартал 2023 г.					

11.3. Деление таблицы на три части

Таблица 3.2 – Показатели генерального плана предприятия после реконструкции

1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5

Примечания:
1 Линейные размеры приведены в метрах, площади - в квадратных метрах.
2 Площадь благоустройства территории определена с учетом площади внутренних проездов.

11.4. Запись показателей в таблице

Таблица 4.1 – Технические характеристики используемых материалов

Наименование показателя	Значение	Метод испытаний
1 Внешний вид полиэтиленовой пленки	Гладкая, однородная, с равнообрезанными краями	–
2 Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	12,8	По ГОСТ 14236–81

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Примеры оформления формул

12.1. Формула в основном тексте пояснительной записки с выравниванием по левому краю

Сменная производительность машины дискретного действия $П_{см}$, м^3, рассчитывается по формуле:

$$П_{см} = \frac{(T_{см} - t_{пз})k_в V}{T_ц}, \quad (3.5)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч;

$t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, ч;

$k_в$ – коэффициент использования рабочего времени смены;

V – объем предмета труда, м^3;

$T_ц$ – продолжительность цикла обработки машиной предмета труда объемом V, ч.

12.2. Система уравнений в основном тексте пояснительной записки без пояснения обозначений, выполненная посередине строки

$$\begin{aligned} a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 = 0, \\ b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 = 0, \\ c_0 + c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 = 0. \end{aligned} \quad (2.3)$$

12.3. Формула с переносом и без пояснения обозначений

$$P = f \cdot G + z(k \cdot a \cdot s \cdot \eta_m + 10^{-4}\varepsilon \cdot a \cdot s \cdot \eta_m \cdot V^2) \sin\alpha + \\ + z \cdot k \cdot a \cdot t_a \cdot \cos\alpha. \quad (4.2)$$

12.4. Формула в приложении без пояснения обозначений

$$E = mc^2. \quad (Н.1)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Примеры оформления библиографических источников
(по ГОСТ Р 7.0.5–2008)

Статья в журнале (от одного до трех авторов)

Эдигаров В.Р. Фрикционно-электрическое модифицирование поверхностей деталей машин наноразмерными углеродными материалами // Технология машиностроения. 2020. № 4. С. 22–28.

Кравченко И.Н., Карцев С.В., Кузнецов Ю.А. Применение горячих углеводородов для плазменной установки при нанесении износостойких покрытий // Новые огнеупоры. 2020. № 7. С. 51–56.

Статья в журнале (четыре и более авторов)

Интенсификация восстановления деталей сельхозмашин дисперсно-упрочненным композиционным покрытием на основе хрома / С.Ю. Жачкин [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. 2019. № 3 (32). С. 49–54.

Плазменная закалка лемеха плуга из конструкционной стали / А.Т. Канаев, А.А. Гуляренко, П.А. Тополянский, Т.Е. Сарсембаева // Горение и плазмохимия. 2020. Т.18, № 2. С. 87–93.

Книга, учебник (от одного до трех авторов)

Калюжный А.Т. Основы сельскохозяйственной электронавигации: учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024.180 с.

Гордеев А.С., Мишин Б.С., Гордеева Н.П. Оптимизация в сельскохозяйственных технологиях: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 260 с.

Книга, учебник (четыре и более авторов)

Проектирование предприятий технического сервиса: учебное пособие / И.Н. Кравченко, А.В. Коломейченко, А.В. Чепурин, В.М. Корнеев // Санкт-Петербург: Лань, 2022. 352 с.

Организация технического сервиса машин и оборудования. Практикум // Ю.А. Кузнецов, И.Н. Кравченко, П.В. Сенин [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 536 с.

Статья в сборнике (от одного до трех авторов)

Ежов Н.М. Совершенствование технологии ремонта и диагностирования автомобилей // Молодые аграрии Ставрополья. Сборник студенческих научных трудов по материалам 87-й научно-практической конференции. Ставрополь: Изд-во «Агрус», 2022. С. 81–84.

Кадин И.Н., Бондарев А.В. Совершенствование технологии ремонта двигателей внутреннего сгорания в условиях ремонтной мастерской // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. Белгород: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. С. 15–18.

Городович А.В., Кручинин В.В., Перминова М.Ю. Методика построения системы оценивания электронных учебно-методических комплексов дисциплин // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов: материалы международной научно-методической конференции. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. Ч. 1. С. 216–222.

Статья в сборнике (четыре и более авторов)

Динамика изменения микроструктуры стали при длительном нагреве / А.И. Буренина [и др.] // Энергосбережение и эффективность в технических системах: материалы V международной научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2018. С. 243–244.

Патент

Пат. 2763866 C1 РФ, МПК B23P 6/00, B23K 11/04. Способ восстановления изношенных лезвий рабочих органов почвообрабатывающих машин / Гапич Д.С., Моторин В.А., Грибенченко А.В., Любимова Г.А.; патентообладатель ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет». № 2021107570; заявл. 22.03.2021; опубл. 11.01.2022, Бюл. № 2.

Заявка

Заявка 2000106665 РФ, МПКА01С9/00. Картофелесажалка / Махнач В.С., Лопатин А.М., Савостин С.Г.; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия; № 2000106665/13; заявл. 17.03.2000; опубл. 20.01.2005, Бюл. № 2.

Стандарты

ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М.: Стандартинформ, 2008. 38 с.

ГОСТ 7.0.96–2016. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Электронные библиотеки. Основные виды. Структура. Технология формирования. М.: Стандартинформ, 2016. 16 с.

Интернет-ресурсы

Караваев М.А., Башкирцев Ю.В. Восстановление радиаторов двигателей внутреннего сгорания полимерами // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vosstanovlenie-radiatorov-dvigateley-vnutrennego-sgoraniya-polimerami/viewer(дата обращения 03.07.2024).

Автореферат диссертации

Глинский М.А. Разработка метода нанесения плазменных покрытий для восстановления деталей перерабатывающего оборудования АПК: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.20.03 / Глинский Максим Александрович. Москва, 2018. 25 с.

Диссертация

Карцев С.В. Восстановление и упрочнение деталей технологического оборудования свеклосахарного производства плазменным методом: дис. … д-ра техн. наук: 4.3.1 / Карцев Сергей Васильевич. Москва, 2023. 425 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Образец оформления списка публикаций (форма №16)

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

_____
Ф.И.О. (полностью)

Направление подготовки _____
(шифр и наименование полностью)

Магистерская программа _____
(шифр и наименование полностью)

_____

Наименование работы, ее вид	Форма работы	Выходные данные	Объем в п.л. или стр.	Соавторы
1	2	3	4	5

Студент: _____ (подпись)

Руководитель _____ (подпись)

Примечание. Список составляется по разделам в хронологической последовательности публикации учебных изданий и научных трудов, используемых в образовательном процессе:

- учебные издания;
- научные труды;
- патенты на изобретения, патенты (свидетельства) на полезную модель, патенты на промышленный образец, патенты на селекционные достижения, свидетельства на программу для электронных вычислительных машин, базы данных, топологию интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном порядке.

В графе 1 приводится полное наименование учебных изданий и научных трудов (тема) с уточнением в скобках вида публикации:

1. *Для учебных изданий*: учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, учебное наглядное пособие, рабочая тетрадь, самоучитель, хрестоматия, практикум, задачник, учебная программа.
2. *Для научных трудов*: научная монография, научная статья, тезисы докладов/сообщений научной конференции (съезда, симпозиума), отчет о проведении научно-исследовательских работ, прошедших депонирование.

Все названия учебных изданий и научных трудов указываются на русском языке. Если работа была опубликована на иностранном языке, то указать на каком языке она была опубликована.

В графе 2 указывается форма объективного существования учебного издания и научного труда: печатная, рукописная, аудиовизуальная, электронная. Дипломы, авторские свидетельства, патенты, лицензии, информационные карты, алгоритмы и проекты не характеризуются (делается прочерк).

В графе 3 конкретизируются место и время публикации (издательство, номер или серия периодического издания, год); даётся характеристика сборников (межвузовский, тематический, внутривузовский), место и год их издания; указывается тематика, категория, место и год проведения научных и методических конференций, симпозиумов и семинаров.

В материалах, в которых содержатся тезисы доклада (выступления, сообщения): международные, всероссийские, региональные, отраслевые, межотраслевые, краевые, областные, межвузовские, вузовские (научно-педагогических работников, молодых специалистов, студентов); место депонирования рукописей (организация), номер государственной регистрации, год депонирования, издание, где аннотирована депонированная работа; номер диплома на открытие, авторского свидетельства на изобретение, свидетельства на промышленный образец, дата выдачи; номер патента и дата выдачи; номер регистрации и дата оформления лицензии, информационной карты, алгоритма, проекта.

Для электронных изданий выпускные данные: наименование издателя, наименование изготовителя, номер лицензии на издательскую деятельность и дату ее выдачи (для непериодических электронных изданий), регистрационный номер и регистрирующий орган (для периодических электронных изданий).

Все данные приводятся в соответствии с правилами библиографического описания документов.

В графе 4 указывается количество печатных листов (п.л.) или страниц (стр.) публикаций (дробью: в числителе – общий объем, в знаменателе – объем, принадлежащий соискателю). Для электронных изданий объем в мегабайтах (Мб), продолжительность звуковых и видеофрагментов в минутах.

В графе 5 перечисляются фамилии и инициалы соавторов в порядке их участия в работе. Из состава больших авторских коллективов приводятся фамилии первых пяти человек, после чего проставляется «и другие, всего человек».

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Форма отзыва руководителя на выпускную квалификационную работу (рекомендации по оформлению)*

ОТЗЫВ
руководителя магистерской диссертации о работе

_____
(Фамилия, имя, отчество)

над магистерским исследованием на тему

_____
_____
_____

1. Актуальность избранной темы

_____
_____

2. Качество плана исследования

_____
_____

3. Степень самостоятельности автора при написании работы

_____
_____

4. Глубина и качество раскрытия темы

_____
_____

5. Отношение к процессу осуществления исследования (творческий подход, инициатива, самостоятельность и т.д.)

_____
_____

6. Представленная работа

_____
(Фамилия, имя, отчество)

соответствует (не соответствует) требованиям государственного стандарта и может (не может) быть допущена к защите.

Научный руководитель:

«____» _____ 20 ___ г.

**Примечание.* Руководитель дает письменный отзыв после предоставления студентом полностью оформленной работы. В отзыве должны быть освещены следующие вопросы:

1. Цель выпускной квалификационной работы.
2. Степень достижения поставленной цели.
3. Глубина проработки темы выпускной квалификационной работы.
4. Степень самостоятельности в работе и личный вклад.
5. Участие магистранта в конференциях, наличие публикаций, грантов.

Если планируется в дальнейшем поступление магистранта в аспирантуру, тогда необходимо привести соответствующие рекомендации.

В заключении дать общую оценку работы студента над выпускной квалификационной работой. Обязательно указывается, заслуживает ли студент присвоения квалификации «магистр» по направлению подготовки «Агроинженерия».

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Форма рецензии на выпускную квалификационную работу (рекомендации по оформлению)*

РЕЦЕНЗИЯ
на выпускную квалификационную работу

_____
(Фамилия, имя, отчество)

Тема выпускной квалификационной работы: _____
_____
_____

Объем выпускной квалификационной работы: _____ страниц; _____ таблиц; _____ рисунков, _____ графиков

Актуальность темы и соответствие выданному заданию:
_____
_____
_____
_____
_____

Краткое содержание выпускной квалификационной работы:
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Полнота использования в выпускной квалификационной работе литературных источников, достижений науки, техники и передового опыта:
_____
_____
_____
_____

Наличие результатов экспериментальных исследований или моделирования:
_____
_____
_____
_____

Достоверность выводов:
_____
_____
_____
_____

Наличие публикаций:
_____
_____
_____
_____

Стиль изложения и грамотность:

_____
_____
_____
_____

Недостатки рецензируемой работы:

_____
_____
_____
_____

Общая оценка выпускной квалификационной работы:

_____
(Отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно)

Заключение о возможности присвоения выпускнику квалификации «магистр»:

_____
_____

Практическая ценность выпускной квалификационной работы и мнение рецензента о возможности внедрения в производство:

_____
_____

Рецензент

_____
(Должность и место работы)

_____
(Фамилия, имя, отчество)

_____
(Подпись)

«____» _____ 20 ___ г.

[*] *Примечание.* Рецензия должна содержать объективный анализ работы. В рецензии освещаются следующие вопросы:

1. Соответствие содержания и объема выпускной квалификационной работы (указать количество демонстрационного материала, объем пояснительной записки).
2. Актуальность темы выпускной квалификационной работы.
3. Качество и уровень проведенных расчетов, исследование, экспериментов.
4. Характеристика экспериментальной части проекта или созданной модели (если это предусматривалось заданием).
5. Недостатки выпускной квалификационной работы, ошибки и т.д. (со ссылкой на номера страниц, приложений, слайдов).
6. Грамотность изложения материала в выпускной квалификационной работе, качество презентации и графического материала (если присутствует), соблюдение ГОСТ и других нормативных материалов.
7. Глубина проработки выпускной квалификационной работы в целом, степень ее новизны и оригинальность принятых решений, полученных результатов.
8. Практическая (или научная) значимость выпускной квалификационной работы.

В заключении приводится общая оценка выпускной квалификационной работы («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), а также указывается, заслуживает ли студент присвоения квалификации «магистр» по направлению подготовки «Агроинженерия». Внешняя рецензия заверяется печатью организации, в которой работает рецензент.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ..... 4

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ... 6

1.1. Краткий научный терминологический словарь..... 6
1.2. Классификация источников научно-технической информации..... 9
1.3. Методы поиска, обработки, хранения научной информации и оценка ее качества..... 18
1.4. Особенности выполнения теоретических исследований..... 30
1.5. Методика планирования экспериментальных исследований..... 33
1.6. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований..... 41
1.7. Методы обработка результатов экспериментальных исследований..... 45
1.8. Корреляционный и регрессионный анализ..... 62
1.9. Методика оценки адекватности теоретических решений..... 72

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ..... 77

2.1. Общие сведения о патентно-информационном обеспечении..... 77
2.2. Методы нахождения идей при создании объектов интеллектуальной собственности..... 78
2.3. Система классификации патентной информации..... 82
2.4. Содержание и порядок проведения патентных исследований..... 84
2.5. Разработка регламента и определение предмета поиска информации... 89
2.6. Методика проведения патентно-информационного поиска..... 91
2.7. Порядок составления отчета о патентном поиске..... 95
2.8. Требования к отражению патентных исследований при выполнении выпускных квалификационных и научно-исследовательских работ.....104
2.9. Методика оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности..... 114

ГЛАВА 3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ..... 121

3.1. Основные сведения.....121
3.2. Сущность выпускной квалификационной работы, ее цели и задачи..... 121
3.3. Выбор темы выпускной квалификационной работы и назначение научного руководителя..... 124
3.4. Руководство выпускной квалификационной работой..... 131
3.5. Общие требования к выпускной квалификационной работе..... 132

ГЛАВА 4. СТРУКТУРА И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ..... 133

4.1. Общие положения.....133
4.2. Структура и содержание выпускной квалификационной работы..... 133

4.3. Правила оформления выпускной квалификационной работы..... 166
4.4. Доклад, демонстрационные материалы и публикации результатов научных исследований..... 177
4.5. Типичные ошибки при оформлении и подготовке выпускной квалификационной работы..... 179

ГЛАВА 5. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ..... 180

5.1. Общие положения..... 180
5.2. Подготовка к защите выпускной квалификационной работы..... 180
5.3. Процедура защиты выпускной квалификационной работы..... 181
5.4. Особенности проведения защиты выпускной квалификационной работы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья..... 188
5.5. Плагиат, подлог и фабрикация результатов при подготовке выпускной квалификационной работы..... 189

ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 191

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... 192

Приложение 1. Исследование патентной чистоты объекта техники..... 195
Приложение 2. Форма задания на проведение патентных исследований..... 197
Приложение 3. Примерная тематика выпускных квалификационных работ по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» (направленности подготовки «Технический сервис в агропромышленном комплексе» и «Технологии технического сервиса»)..... 198
Приложение 4. Образец заявления на выполнение выпускной квалификационной работы..... 201
Приложение 5. Форма календарного плана по подготовке выпускной квалификационной работы..... 202
Приложение 6. Форма титульного листа магистерской диссертации..... 203
Приложение 7. Задание на выпускную квалификационную работу..... 204
Приложение 8. Пример оформления акта о внедрении разработанных мероприятий..... 205
Приложение 9. Пример оформления содержания выпускной квалификационной работы..... 206
Приложение 10. Примеры оформления рисунков..... 208
Приложение 11. Примеры оформления таблиц..... 209
Приложение 12. Примеры оформления формул..... 211
Приложение 13. Примеры оформления библиографических источников..... 212
Приложение 14. Образец оформления списка публикаций (форма №16)..... 215
Приложение 15. Форма отзыва руководителя на выпускную квалификационную работу (рекомендации по оформлению)..... 217
Приложение 16. Форма рецензии на выпускную квалификационную работу (рекомендации по оформлению)..... 218

ДЛЯ ЗАМЕТОК:

ДЛЯ ЗАМЕТОК:

Учебное издание

Кравченко Игорь Николаевич
Кузнецов Юрий Алексеевич
Апатенко Алексей Сергеевич
Корнеев Виктор Михайлович
Величко Сергей Анатольевич
Давыдкин Александр Михайлович
Петровский Дмитрий Иванович

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

Учебное пособие

Оригинал-макет подготовлен Издательством РГАУ-МСХА
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44
Тел.: 8 (499) 977-00-12; 8 (499) 977-40-64

Подписано в печать 16.10.2024 г. Формат 60×84 1/16
Печать цифровая. Бумага офсетная. Гарнитура Times
Объём 14,0 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 364

Лицензия ПД № 8-0023 от 25.09.2000 г.
Отпечатано с готового оригинал-макета в авторской редакции в
ООО Полиграфическая фирма «Картуш»
г. Орел, ул. 2-я Посадская, 26. Тел.: (4862) 44-51-46.
E-mail: kartush.orel@yandex.ru www.kartush-orel.ru