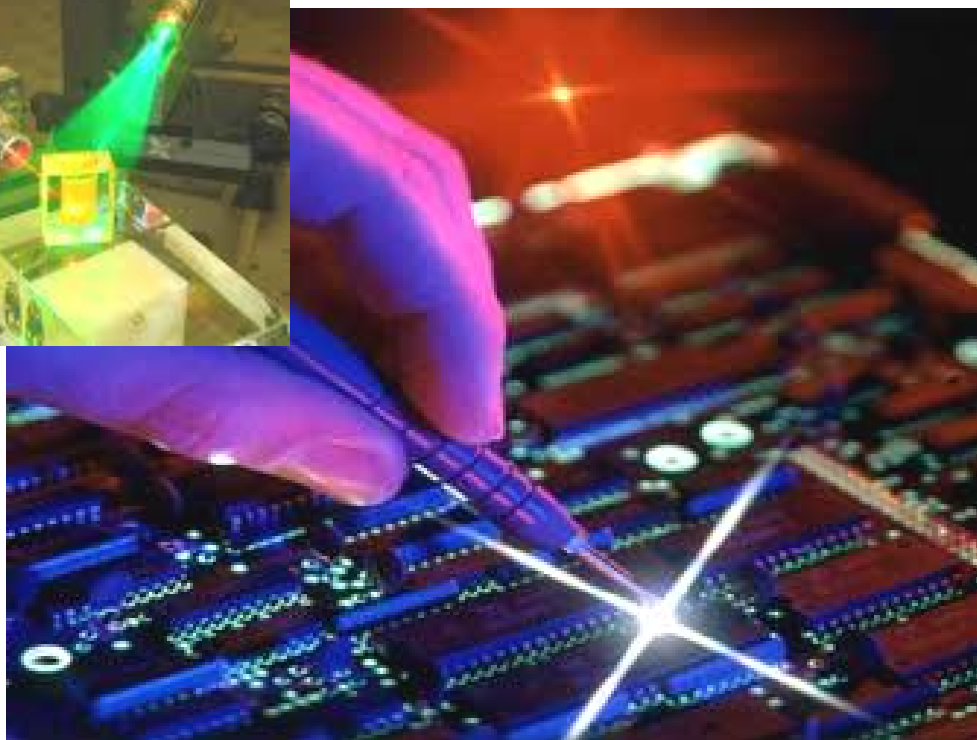


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



С.В. Оськин

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В АСПИРАНТУРЕ



С.В.Оськин

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В АСПИРАНТУРЕ

*Рекомендовано ученым советом факультета энергетики ФГБОУ ВПО
«Кубанский государственный аграрный университет» в качестве учебного
пособия для аспирантов высших учебных заведений по направлению «Агро-
инженерия»*



УДК 62-83
ББК 31.291
О-79

Оськин С.В. Научно-исследовательская деятельность в аспирантуре: учебное пособие/С.В. Оськин - Краснодар: ООО «Крон», 2015.- 174 с.

Рецензенты:

В.С. Газалов - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры энергетики Азово-Черноморского инженерного института ДонГАУ ;

Г.В. Никитенко - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой применения электрической энергии в сельском хозяйстве Ставропольского ГАУ.

Учебное пособие определяет этапы научно-исследовательской деятельности обучающегося в аспирантуре, оказывает помощь в организации работы с научной литературой, указывает направления научных исследований для выбора темы диссертации, содержит требования к содержанию научно-квалификационной работы (диссертации), дает рекомендации по представлению и оформлению научного доклада по результатам проведенных исследований. Предназначены для аспирантов по направлениям, связанным с техническими науками.

Одобрено методической комиссией факультета энергетики. Утверждено на заседании ученого Совета факультета энергетики протокол № 10 от 26 июня 2015.

УДК 62-83
ББК 31.291

© Оськин С.В.
ООО «КРОН»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	4
1.1 Классификации научных исследований	
1.2 Классификация методов научных исследований	8
2. НАУЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И ИЗДАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ	
2.1 Виды научных документов	12
2.2. Организация работы с научной литературой	15
2.3 Этапы создания научной публикации	18
2.4 Общие правила создания презентаций	23
3. ЭТАПЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ	
3.1 Последовательность выполнения этапов научных исследований	30
3. 2. Формулировка темы исследования	32
4. ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.	
4.1 Цель и основные стадии теоретического исследования	37
4.2 Методы и методики теоретических исследований	39
5. ВЫПОЛНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	
5.1. Классификация экспериментов и элементы теории подобия	52
5.2 Показатели качества проведения экспериментов	70
5.4 Использование прикладных программ в экспериментальных исследованиях	90
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РАЗРАБОТОК В ПРОИЗВОДСТВО	
6.1 Техничко-экономические показатели эффективности разработок	115
6.2 Выбор базы сравнения и основные расчетные показатели эффективности	121
7. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	
7.1. Виды внедрения в производство	125
8 ОСНОВЫ НАУЧНОЙ ЭТИКИ	163
ЛИТЕРАТУРА	169

ВВЕДЕНИЕ

Научные исследования являются составной частью процесса внедрения новых инновационных разработок в производство. От качества проведения этих исследований зависит как длительность освоения серийным производством нового оборудования, так и степень восприятия эксплуатационниками серийного образца этого оборудования. Часто бывает, что ошибки конструирования или не учет условий эксплуатации приводят к тому, что хорошая идея не может воплотиться в жизнеспособный образец для производства. В связи с этим при обучении в аспирантуре нужно научиться правильно проводить научные исследования. В пособии приведены этапы исследовательской работы, уделено внимание организации работы с литературой и правилам написания и оформления публикаций. Много в исследованиях зависит от выбранной тематики научной работы. Тема должна быть актуальной, востребована современным производством, отвечать современному уровню развития науки и техники, а также соответствовать паспорту научной специальности по которой будут производиться исследования. Научные исследования должны иметь конечную цель – внедрение в производство для получения дополнительной прибыли, а не выполняться ради получения научной степени. Данная публикация призвана оказать помощь аспирантам при выборе тематике исследований, определить методику и математический аппарат для теоретических исследований, выбрать инструментарий для проведения экспериментов, вычислить величину возможного экономического эффекта при внедрении в производство, дать рекомендации для успешного внедрения в реальное сельскохозяйственное производство. В учебном пособии уделено много внимания внедрению и приведен опыт по внедрению разработок некоторыми научными школами. Приведенный опыт внедрения поможет исследователям правильно сориентироваться в критических ситуациях и выделить главные моменты, увидеть возможные проблемы, которые могут возникнуть при реализации данного процесса. Конечно все предусмотреть невозможно, но есть похожие черты в большинстве случаев при внедрении в производство. Исследователь должен знать, что его ждет впереди и планировать соответственно время на отдельные этапы исследовательской работы. Качественно проведенные исследования, сориентированные на конкретный результат и при правильном оформлении в виде диссертации, как правило, легче защищаются, меньше вызывают вопросов у оппонентов и у членов диссертационного совета. Успешная защита диссертации в таких случаях является достойным вознаграждением за качественную работу.

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1 Классификации научных исследований

Понятие "*наука*" имеет несколько основных значений:

- это сфера человеческой деятельности, направленная на выработку и систематизацию новых знаний о природе, обществе, мышлении и познании окружающего мира;
- это результат такой деятельности – система полученных научных знаний;
- это одна из форм общественного сознания, социальный институт.

Непосредственными *целями науки* являются:

- получение знаний об объективном и о субъективном мире,
- постижение объективной истины.

Задачи науки:

- собираание, описание, анализ, обобщение и объяснение фактов;
- обнаружение законов движения природы, общества, мышления и познания;
- систематизация полученных знаний;
- объяснение сущности явлений и процессов;
- прогнозирование событий, явлений и процессов;
- установление направлений и форм практического использования полученных знаний.

Научная деятельность – деятельность, направленная на получение и применение новых знаний. *Научно-техническая деятельность* – деятельность, направленная на получение, применение новых знаний для решения технологических, инженерных, экономических, социальных, гуманитарных и иных проблем, обеспечение функционирования науки, техники и производства как единой системы. *Экспериментальные разработки* – деятельность, которая основана на знаниях, приобретенных в результате проведения научных исследований или на основе практического опыта, и направлена на сохранение жизни и здоровья человека, создание новых материалов, продуктов, процессов, устройств, услуг, систем или методов и их дальнейшее совершенствование.

Научные исследования – термин часто используется в научно-технической литературе и в средствах массовой информации, подразумевает все процессы от зарождения идеи до ее воплощения в виде новых теорий, веществ, материалов, процессов, технологий, устройств, образцов техники и объединяет в себе понятия терминов "научная деятельность", "научно-техническая деятельность" и "экспериментальные разработки". *Научное исследование* – это деятельность, направленная на всестороннее изучение объекта, процесса или явления, их структуры и связей, а также получение и внедрение в практику полезных для человека результатов. Его объектом являются материальная или идеальная системы, а предметом – структура системы, взаимодействие ее элементов, различные свойства, закономерности развития и т.д.

Научные исследования классифицируют по видам связи с общественным производством и степени важности для народного хозяйства; целевому назначению; источникам финансирования и длительности ведения исследования. По источнику финансирования различают научные исследования бюджетные, хоздоговорные и нефинансируемые. Бюджетные исследования финансируются из средств государственного бюджета. Хоздоговорные исследования финансируются организациями-заказчиками по хозяйственным договорам. Нефинансируемые исследования могут выполняться по инициативе ученого, индивидуальному плану преподавателя.

По видам связи с общественным производством научные исследования подразделяются на работы, направленные на создание новых технологических процессов, машин, конструкций, повышение эффективности производства, улучшение условий труда, развитие личности человека и т.п.

В области агроинженерии это могут быть исследования, связанные с повышением эффективности работы электроустановок, организации эксплуатации электрооборудования, внедрения электротехнологий.

По целевому назначению выделяют три вида научных исследований: фундаментальные, прикладные, поисковые и разработки (Рис. 1.1).

♦ **Фундаментальные исследования** направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, на создание новых принципов исследования. Их целью является расширение научного знания общества, установление того, что может быть использовано в практической деятельности человека. Такие исследования ведутся на границе известного и неизвестного, обладают наибольшей степенью неопределенности. Такого вида исследования очень редко можно встретить в наших агроинженерных науках.

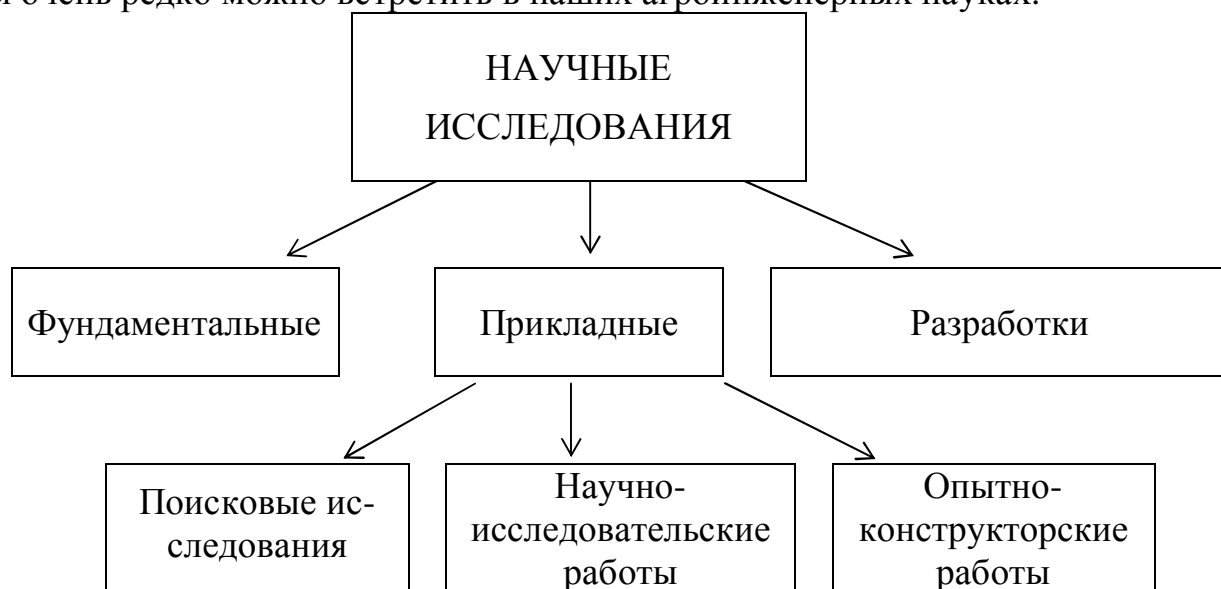


Рисунок 1. 1 - Классификация научных исследований по целевому назначению

♦ **Прикладные исследования** направлены на нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствования существующих средств и способов человеческой деятельности. Цель

прикладных исследований – установление того, как можно использовать научные знания, полученные в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности человека. Такой вид исследований наиболее часто применяется в агроинженерных науках. В наших - сельскохозяйственных паспортах научных специальностей акцентируется внимание на то, что задача состоит как раз в том, чтобы перейти от лабораторных экспериментов к реальному внедрению в производство, найти проблемы которые мешают это сделать и разрешить их с учетом особенностей соответствующих производств. Также необходимо учитывать формулы научных специальностей, которые говорят о том, что все что не будет делаться должно привести в сельскохозяйственном производстве к одному или нескольким последствием: повышению производительности труда, улучшению качества продукции, снижению энергоемкости, снижению себестоимости производимой продукции, и т.д.

В результате прикладных исследований на основе научных понятий создаются технические понятия. Прикладные исследования, свою очередь, подразделяются на поисковые, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы:

- поисковые исследования направлены на установление факторов, влияющих на объект, отыскание путей создания новых технологий и техники на основе способов, предложенных в результате фундаментальных исследований;

- в результате научно-исследовательских работ создаются новые технологии, опытные установки, приборы и т.п.;

- целью опытно-конструкторских работ являются подбор конструктивных характеристик, определяющих логическую основу конструкции.

- ♦ В результате фундаментальных и прикладных исследований формируется новая научная и научно-техническая информация. Целенаправленный процесс преобразования такой информации в форму, пригодную для освоения в промышленности, обычно называется **разработкой**. Она направлена на создание новой техники, материалов, технологии или совершенствование существующих. Конечной целью разработки является подготовка материалов прикладных исследований к внедрению.

Научное направление – сфера научных исследований научного коллектива, посвященных решению каких-либо крупных, фундаментальных теоретически-экспериментальных задач в определенной отрасли науки.

По номенклатуре научных работников в России науку делят на отрасли науки, затем на группы специальностей и отдельные научные специальности. Например, выделена отрасль науки "Физико-математические науки", в состав которой входит группа научных специальностей "Математика", состоящая из научных специальностей "Математический анализ", "Дифференциальные уравнения" и др. В отрасль науки "Технические науки" входит научная специальность "Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины". Отрасль "Химические науки" состоит из научных специальностей "Неорганическая химия", "Органическая химия", "Высокомо-

лекулярные соединения" и др.

Очевидно, что эффективная научная деятельность возможна только при условии ее финансирования. Источниками финансирования научной деятельности в нашей стране являются:

- Государственный бюджет (госбюджет),
- средства юридических и физических лиц.

Для финансирования научной деятельности могут направляться средства из госбюджета различных уровней: федерального и местных (бюджет субъекта Российской Федерации, городской бюджет и т.д.). Для развития науки используются денежные и иные средства различных юридических и физических лиц: отечественных и зарубежных фондов, средства предприятий, организаций и фирм, личные средства отдельных людей. При этом для конкретной научной деятельности выделяются на конкурсной основе гранты – денежные и иные средства, передаваемые безвозмездно и безвозвратно.

Управление научной деятельностью в нашей стране осуществляется на основе сочетания принципов государственного регулирования и самоуправления. Специфика научной деятельности требует работников, имеющих специальную профессиональную подготовку. Базовые научные кадры готовят вузы. Наличие высшего профессионального образования позволяет получить в вузе или научной организации послевузовское образование в аспирантуре (адъюнктуре в военных вузах) за 3-4 года по очной и заочной формам обучения и подготовить диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук по различным научным специальностям (кандидат химических наук, кандидат технических наук и т.п.). Любой человек с высшим профессиональным образованием может претендовать на ученую степень кандидата наук без обучения в аспирантуре при условии подготовки и успешной защиты диссертации в диссертационном совете, состав которого утверждается Высшим аттестационным комитетом Министерства образования и науки Российской Федерации (ВАК).

Лица, имеющие ученую степень кандидата наук, могут получить ученую степень доктора наук по различным специальностям при условии подготовки и успешной защиты соответствующей диссертации в диссертационном совете. Наличие у лиц ученых степеней (кандидата и доктора наук) подтверждается соответствующими дипломами государственного образца.

Лицам, имеющим глубокие профессиональные знания и достижения не только в науке, но и в педагогике, ВАК присваиваются ученые звания доцента и профессора соответствующих кафедр вузов или научных специальностей. Наличие у лиц ученых степеней профессора и доцента подтверждается аттестатами государственного образца.

В системе государственных академий наук предусматривается присвоение ученых званий действительного члена (академика) и члена-корреспондента соответствующих академий наук.

Государство материально стимулирует повышение научной квалификации лиц, работающих в государственных структурах. Для должностей, предусматривающих наличие ученых степеней и званий, устанавливаются соот-

ветствующие надбавки к заработной плате.

Для морального стимулирования научной деятельности и признания высокой научной квалификации органами государственной власти предусматривается присвоение работникам различных почетных званий, например:

заслуженный деятель науки Российской Федерации;

заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации.

1.2 Классификация методов научных исследований

Большинство методов научных исследований можно подразделить на теоретические и эмпирические. К эмпирическим методам относят наблюдение и эксперимент. Под наблюдением будем подразумевать сбор фактов реально происходящих явлений без существенного вмешательства исследователя в их ход. Примером классического наблюдения является ежедневный сбор данных о метеорологических условиях местности: температуре и влажности воздуха, направлении и силе ветра и т.п. При эксперименте исследователь сознательно вмешивается в нормальное протекание процесса или явления и с помощью материальных средств (приборов, реактивов и др.) существенно изменяет или создает новые условия его протекания.

При наблюдении и эксперименте во многих случаях проводят счет и измерения. К теоретическим методам научных исследований относят известные вам при изучении философии методы: **анализ, синтез, дедукцию, индукцию, абстрагирование, формализацию** и др.

Анализ – метод расчленения (разложения) предметов исследования на составляющие для более глубокого изучения.

Синтез – метод соединения (объединения) различных составляющих предмета исследования в о определенном порядке в единое целое (взаимосвязанную систему).

Анализ и синтез взаимосвязаны, они представляют собой единство противоположностей. Анализ (и синтез) бывает: *прямой, или эмпирический* – используется для выделения отдельных частей объекта, обнаружения его свойств, простейших измерений и т. п.; *возвратный, или элементарно-теоретический* – базируется на некоторых теоретических соображениях причинно-следственной связи различных явлений или действию какой-либо закономерности. При этом выделяются и соединяются явления, представляющиеся существенными, а второстепенные игнорируются; *структурно-генетический* – требует вычленения в сложном явлении таких элементов, которые оказывают решающее влияние на все остальные стороны объекта.

Дедукция – метод перехода от общих утверждений к частным (метод выявления причин). *Дедуктивным* называют такое умозаключение, в котором вывод о некотором элементе множества делается на основании знания общих свойств всего множества. Содержанием дедукции как метода познания является использование общих научных положений при исследовании конкретных явлений.

Индукция – метод перехода от частных утверждений к общим (метод выявления последствий).

Имеется несколько следующих *методов* установления причинной связи методами научной индукции.

1. *Метод единственного сходства*. Если два или более случаев исследуемого явления имеют общим лишь одно обстоятельство, а все остальные обстоятельства различны, то это единственное сходное обстоятельство и является причиной рассматриваемого явления.

2. *Метод единственного различия*. Если случай, в котором исследуемое явление наступает, и случай, в котором оно не наступает, во всем сходны и различны только в одном обстоятельстве, то это обстоятельство, присутствующее в одном случае и отсутствующее во втором, является причиной изучаемого явления.

3. *Соединенный метод* сходства и различия – комбинация двух первых методов

4. *Метод сопутствующих изменений*. Если возникновение или изменение одного явления вызывает определенное изменение другого, то оба эти явления находятся в причинной связи друг с другом.

5. *Метод остатков*. Если сложное явление вызывается сложной причиной, состоящей из совокупности определенных обстоятельств, и известно, что некоторые из этих обстоятельств являются причиной части явлений, то остаток этого явления вызывается остальными обстоятельствами.

Абстрагирование – метод мысленного отбрасывания тех свойств, составляющих предмета исследования, которые мешают выявлению закономерностей, интересующих исследователя.

Формализация – метод отображения предмета исследования в знаковой форме какого-либо искусственного языка (математики, физики, химии и др.) и изучения реальных объектов путем формального исследования взаимосвязи этих знаков.

Совокупность понятий (терминов), которые используются в определенной науке, образует ее понятийный аппарат. *Суждение* – это мысль, в которой утверждается или отрицается что-либо. *Принцип* – это руководящая идея, основное исходное положение теории. Принципы бывают теоретическими и методологическими. *Аксиома* – это положение, которое является исходным, недоказываемым и из которого по установленным правилам выводятся другие положения. *Закон* – это объективная, существенная, внутренняя, необходимая и устойчивая связь между явлениями, процессами. Законы могут быть классифицированы по различным основаниям. Так, по основным сферам реальности можно выделить законы природы, общества, мышления и познания; по объему действия – всеобщие, общие и частные. *Закономерность* – это: совокупность действия многих законов; система существенных, необходимых общих связей, каждая из которых составляет отдельный закон. *Положение* – это научное утверждение, сформулированная мысль. *Учение* – это совокупность теоретических положений о какой-либо области явлений действительности. *Идея* – это: новое интуитивное объяснение события или явле-

ния; определяющее стержневое положение в теории. *Концепция* – это система теоретических взглядов, объединенных научной идеей (научными идеями). Теоретические концепции обуславливают существование и содержание многих правовых норм и институтов. *Эмпирические законы* отражают регулярность в явлениях, устойчивость в отношениях между наблюдаемыми явлениями. Эти законы теоретическим знанием не являются. В отличие от теоретических законов, которые раскрывают существенные связи действительности, эмпирические законы отражают более поверхностный уровень зависимостей.

Методика – это совокупность способов и приемов познания. Любое научное исследование осуществляется определенными приемами и способами, по определенным правилам.

Учение о системе этих приемов, способов и правил называют **методологией**. Понятие "методология" в литературе употребляется в двух значениях: совокупность методов, применяемых в какой-либо сфере деятельности (науке, политике и т.д.); учение о научном методе познания.

Каждая наука имеет свою методологию. Существуют следующие уровни методологии.

1. *Всеобщая методология*, которая является универсальной по отношению ко всем наукам, и в содержание которой входят философские и общенаучные методы познания.

2. *Частная методология* научных исследований для группы родственных наук, которую образуют философские, общенаучные и частные методы познания.

3. *Методология* научных исследований *конкретной* науки, в содержание которой включаются философские, общенаучные, частные и специальные методы познания.

При выполнении прикладных научных исследований (часто их называют сокращенно НИОКР) выделяют две части (Рис. 1.2):

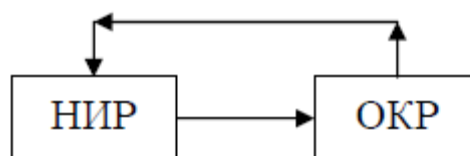


Рисунок 1.2- Состав прикладных научных исследований

Первой обязательной частью прикладных научных исследований являются **научно-исследовательские работы (НИР)**. В рамках НИР могут выделять теоретические и экспериментальные (поисковые) НИР. **Целью НИР** является получение исходных данных, образцов новых веществ, материалов и других объектов для проведения опытно-технологических и опытно-конструкторских работ.

Теоретические НИР направлены на разработку рабочих гипотез и теоретических моделей объектов исследования. **Экспериментальные НИР** связаны с выбором объекта, направлений и методов исследований, проверкой рабочих гипотез.

Опытно-конструкторские работы (ОКР) направлены на проектирование и создание опытного производства новой (модернизированной) продукции – веществ, материалов, устройств, образцов техники, освоение новых процессов, технологий, оборудования.

В рамках ОКР могут выделяться **опытно-технологические работы (ОТР)**, направленные на выбор и разработку технологий и оборудования для организации промышленного производства новой (модернизированной) продукции.

От ОКР возможен возврат к НИР для проведения дополнительных исследований. Нельзя приступать к выполнению ОКР, не выполнив НИР. Таким образом, фундаментом любого научного исследования являются НИР.

Одним из важных вопросов при выполнении научных исследований является масштабный переход от лабораторных экспериментов к промышленным. Необходимость увеличения масштабов эксперимента и перехода от лабораторных исследований к промышленным связана еще и с тем, что в лабораторных условиях не может быть изучен ряд важных промышленных факторов и свойств объекта, например таких, как способы транспортирования и дозирования сырья, промышленные условия хранения готовой продукции, состав воздуха рабочей зоны и др.

Опытно-технологические (ОТР) и опытно-конструкторские работы (ОКР) тесно связаны между собой и могут выполняться одновременно. Ступенями масштабирования являются опытные установки, которые служат для моделирования изучаемых объектов.

Опытные установки в химической промышленности подразделяют на три вида: лабораторные, пилотные (модельные, стендовые) и опытно-промышленные.

Лабораторные установки, как правило, создаются еще в процессе лабораторных исследований. Такие установки обычно работают периодически или полунепрерывно. Транспортировка сырья и готовой продукции при этом осуществляется вручную. Состояние окружающей среды не исследуется. Количество изучаемых факторов на лабораторных установках часто неограничено. Оборудование для них выбирается, в основном, типовое. На лабораторных установках решают, главным образом, задачи ОТР. Например, при создании новых полимеров решают задачи кинетики химических процессов, термодинамики, теплофизики, тепло- и массопереноса, технологического контроля, оценки свойств и перспектив применения полимера и материалов на его основе, инженерного оформления процессов, прогноза экономической эффективности производства, состояния и требований к технике безопасности и др.

Пилотные установки более крупные, чем лабораторные. При создании пилотных установок начинается инженерный поиск в области аппаратурного

оформления процессов. На пилотных установках проводится работа по следующим основным направлениям: уточняются задачи ОТР, нарабатывается продукция для широких испытаний; конструируются и подбираются наиболее подходящее аппаратное оформление процессов, средства контроля и автоматизации; отрабатываются мероприятия по охране окружающей среды.

Опытно-промышленные установки обычно не должны уступать по масштабу промышленным установкам более чем в 10 раз. В этих установках все должно быть аналогично будущему промышленному производству. В опытно-промышленных установках должна быть реализована полная технологическая схема будущего производства. Аппаратное оформление опытно-промышленных установок должно включать головные образцы технологического оборудования, средств контроля и управления процессами, которые создаются по результатам выполнения ОКР на пилотных установках. В результате эксплуатации образцы оборудования, средств контроля и управления должны пройти доводку, вырабатываемая продукция и отходы найти своих потребителей, должны быть окончательно решены вопросы транспортировки сырья и продукции, ее расфасовки и упаковки и др. Как правило, создание опытно-промышленных установок требует капитального строительства и полного объема проектно-сметной документации. Поэтому в создании опытно-промышленных установок принимают участие и технологи, и проектировщики.

Прохождение всех трех ступеней масштабного перехода требует значительного отрезка времени. Поэтому исследователю всегда приходится делать выбор между продолжительностью и качеством масштабного перехода, значительно определяющим степень риска при организации промышленного производства нового объекта. Обычно все три ступени масштабного перехода реализуют при создании сложных, многостадийных, экологически опасных процессов. В более простых случаях, когда можно использовать достаточно дешевое стандартное оборудование, можно переходить от лабораторных установок сразу к опытно-промышленным установкам.

2. НАУЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И ИЗДАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

2.1 Виды научных документов

Научный документ – это материальный объект, содержащий научно-техническую информацию и предназначенный для ее хранения и использования.

В зависимости от способа предоставления информации различают документы: 1) текстовые (книги, журналы, отчеты и др.), 2) графические (чертежи, схемы, диаграммы), 3) аудиовизуальные (звукозаписи, кино- и видеофильмы, компакт-дисках), 4) машиночитаемые или цифровые (например, на микрофотоносителях или электронные – на дискетах или CD) и др.

Кроме того, документы подразделяются на первичные и вторичные. Первичные документы содержат непосредственные результаты научных исследований и разработок, новые научные сведения или новое осмысление известных идей и фактов (например, отчеты о научно-исследовательской работе). Вторичные документы содержат результаты аналитической и логической переработки одного или нескольких первичных документов или сведения о них (например, обзоры, посвященные какому-либо научному вопросу).

Как первичные, так и вторичные документы, подразделяются на опубликованные и непубликуемые.

Первичные документы и издания. Книги – неперIODические текстовые издания объемом свыше 48 страниц. Брошюры – неперIODические текстовые издания объемом свыше четырех, но не более 48 страниц. Книги и брошюры подразделяются на научные, учебные, научно-популярные, официально-документальные, могут быть по отдельным отраслям науки и научным дисциплинам. Среди книг и брошюр важное научное значение имеют монографии, содержащие всестороннее исследование одной проблемы или темы и принадлежащие одному или нескольким авторам. Сборники научных трудов содержат ряд произведений одного или нескольких авторов, рефераты и различные официальные или научные материалы.

Для учебных целей издаются учебники и учебные пособия. Это неперIODические издания, содержащие систематизированные сведения научного и прикладного характера, изложенные в форме, удобной для преподавания и изучения.

Официальные издания – те, которые публикуются от имени государственных или общественных организаций. Содержат материалы законодательного, нормативного или директивного характера (Законы РФ, ГОСТы и др.). Стандарт – нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом.

ПерIODические издания являются наиболее оперативными источниками информации. Они выходят через определенные промежутки времени, постоянным числом номеров. Это газеты и журналы. К перIODическим также относят продолжающиеся издания, выходящие через неопределенные промежутки времени, по мере накопления материала. Это сборники научных трудов институтов, вузов, научных обществ, публикуемые под общим заглавием (например, «Известия вузов»).

Патентная документация – совокупность документов, содержащих сведения об открытиях, изобретениях и других видах промышленной собственности, а также сведения об охране прав изобретателей. Патентная информация обладает высокой степенью достоверности, так как подвергается тщательной экспертизе на новизну и полезность.

Первичные непубликуемые документы могут быть размножены в необходимом количестве экземпляров и пользоваться правами изданий: научно-технические отчеты, диссертации, депонированные рукописи, научные переводы и др. (рукописи не относятся к научным документам, т.к. являются промежуточным этапом полиграфического процесса).

Вторичные документы и издания подразделяют на справочные, обзорные, реферативные и библиографические.

В справочных изданиях (справочниках, словарях) содержатся результаты теоретических обобщений, различные величины и их значения, материалы производственного характера (например, «Справочник электрика»).

2) В обзорных изданиях содержится концентрированная информация, полученная в результате отбора, систематизации и логического обобщения сведений из большого количества первоисточников по определенной теме за определенный промежуток времени. Различают обзоры аналитические (содержащие аргументированную оценку информации, рекомендации по ее использованию) и реферативные (носящие более описательный характер).

3) Реферативные издания: реферативные журналы (РЖ), реферативные сборники - содержат сокращенное изложение первичного документа или его части с основными фактическими сведениями и выводами. РЖ - это периодическое издание журнальной формы, содержащее рефераты опубликованных документов; реферативный сборник – это периодическое, продолжающееся или не периодическое издание, содержащее рефераты неопубликованных документов (в них допускается включать рефераты опубликованных зарубежных материалов).

4) Библиографические указатели являются изданиями книжного или журнального типа, содержащие библиографические описания вышедших изданий (учетные карточки диссертаций, указатели депонированных рукописей и др.).

Кумулятивность научной информации. Научная информация имеет свойство кумулятивности, т.е. уменьшения ее объема со временем путем более краткого, обобщенного изложения при переходе от документов, фиксирующих результаты лабораторных экспериментов, к научному отчету, затем к статьям, обзорам, монографиям, учебникам, справочникам. В каждом последующем звене этой цепочки одна и та же информация представляется в более уплотненном виде, т.к. в каждый последующий документ включается не вся созданная на этапе исследования информация, а только наиболее важная, актуальная. Такое представление научной информации во все более уплотненном виде достигается путем свертывания информации. В процессе свертывания текст не просто сокращается, а именно сворачивается таким образом, чтобы его можно было развернуть на основе сохраненных ключевых слов. Поэтому при необходимости более подробного изучения какого-

либо вопроса следует обращаться к более ранним научным изданиям, ссылки на которые приводятся в конце книги, статьи.

2.2. Организация работы с научной литературой

Процесс ознакомления с литературными источниками следует начинать со справочной литературы (универсальные и специальные энциклопедии, словари-справочники). Затем просматриваются учетно-регистрационные издания органов научно-технической информации (ВИНИТИ, ГПНТБ и др.) и библиографические указатели фундаментальных библиотек: например, каталоги Государственной публичной научно-производственной библиотеки (г. Новосибирск), Кемеровской областной научной библиотеки им. В.Д. Федорова и др.

Библиотечные каталоги - это указатели произведений печати, имеющихся в библиотеке, - представляют собой набор карточек, в которых содержатся сведения о книгах, журналах, статьях и т.д. (автор, заглавие, название журнала, вид, место издания, издательство, год издания, том, номер выпуска, количество страниц).

Читательские каталоги, носящие справочно-рекомендательный характер, бывают трех видов: алфавитный, систематический и алфавитно-предметный.

Если необходимо найти издание, автор или название которого Вам известен, следует воспользоваться алфавитным каталогом.

Алфавитный каталог называется так потому, что его карточки расположены в алфавитном порядке фамилий авторов или заглавий произведений, если автор не указан.

В случае, когда Вы только приступаете к поиску литературы по конкретной теме, и неизвестны ни названия изданий, ни авторы, следует воспользоваться систематическим каталогом. Систематический каталог является основным в библиотеке. Карточки в нем расположены по отраслям знаний. Этот каталог позволяет подобрать литературу по отдельной отрасли знаний, постепенно сужая границы интересующих исследователя вопросов. Каталог позволяет также определить книги, имеющиеся в библиотеке по той иной теме, или узнать автора и точное название книги, если известно только ее содержание. В систематическом каталоге сведения приведены в систему на основе применения специальной библиотечной классификации. Наиболее широко используется Универсальная десятичная классификация (УДК).

Ключом к систематическому каталогу является алфавитно-предметный каталог. В нем в алфавитном порядке перечисляются наименования отраслей знаний, отдельных вопросов и тем, по которым в отделах и подотделах систематического каталога собрана литература, имеющаяся в библиотеке.

В процессе работы с научной литературой необходимо составить собственную библиографию по интересующей теме на основе библиотечных каталогов. Целесообразно составить собственную библиографию в виде списка или на карточках, что облегчит их хранение и использование. В библиографический список следует включать основную информацию, содержащуюся на карточках библиотечных каталогов (автор, заглавие, название журнала или книги, вид, место издания, издательство, год издания, том, номер выпуска, количество страниц). Кроме того, необходимо кратко указать, какая информация содержится в данном источнике. При составлении собственной библиографии необходимо внимательно просматривать списки литературы, находящиеся в конце книг, статей, или литературу, указанную в сносках.

При работе с литературой важно правильно организовать рабочее место: достаточное освещение, наличие того, что может понадобиться в процессе работы (бумага, пишущие принадлежности и т.д.). При наличии компьютера целесообразно сразу обобщать и систематизировать информацию в электронном виде.

В процессе работы с научной литературой необходимо составить собственную библиографию по интересующей теме на основе библиотечных каталогов. Целесообразно составить собственную библиографию в виде списка или на карточках, что облегчит их хранение и использование. В библиографический список следует включать основную информацию, содержащуюся на карточках библиотечных каталогов (автор, заглавие, название журнала или книги, вид, место издания, издательство, год издания, том, номер выпуска, количество страниц). Кроме того, необходимо кратко указать, какая информация содержится в данном источнике. При составлении собственной библиографии необходимо внимательно просматривать списки литературы, находящиеся в конце книг, статей, или литературу, указанную в сносках. При работе с литературой важно правильно организовать рабочее место: достаточное освещение, наличие того, что может понадобиться в процессе работы (бумага, пишущие принадлежности и т.д.). Целесообразно сразу обобщать и систематизировать информацию в электронном виде и на нескольких носителях.

Изучение литературы по выбранной теме нужно начинать с общих работ, чтобы получить представление об основных вопросах, к которым приемыкает избранная тема, а затем уже вести поиск нового материала. При изучении литературы желательно соблюдать следующие рекомендации:

- начинать следует с литературы, раскрывающей теоретические аспекты изучаемого вопроса – монографий и журнальных статей, после этого использовать инструктивные материалы (инструктивные материалы используются только последних изданий);

- детальное изучение литературных источников заключается в их конспектировании и систематизации, характер конспектов определяется возможностью использования данного материала в работе – выписки, цитаты, краткое изложение содержания литературного источника или характеристика фактического материала; систематизацию получаемой информации следует

проводить по основным разделам квалификационной работы, предусмотренной планом;

– при изучении литературы не стремитесь освоить всю информацию, в ней заключенную, а отбирайте только ту, которая имеет непосредственное отношение к теме работы; критерием оценки прочитанного является возможность его практического использования в квалификационной работе;

– изучая литературные источники, тщательно следите за оформлением выписок, чтобы в дальнейшем было легко ими пользоваться;

– не расстраивайтесь, если часть полученных данных окажется бесполезной, очень редко они используются полностью;

– старайтесь ориентироваться на последние данные, по соответствующей проблеме опираться на самые авторитетные источники, точно указывать, откуда взяты материалы; при отборе фактов из литературных источников нужно подходить к ним критически.

Особой формой фактического материала являются цитаты, которые используются для того, чтобы без искажения передать мысль автора первоисточника, для идентификации взглядов при сопоставлении различных точек зрения и т.д.; отталкиваясь от их содержания, можно создать систему убедительных доказательств, необходимых для объективной характеристики изучаемого вопроса; цитаты могут использоваться и для подтверждения отдельных положений работы; во всех случаях число используемых цитат должно быть оптимальным, т.е. определяться потребностями разработки темы, цитатами не следует злоупотреблять, их обилие может восприниматься как выражение слабости собственной позиции автора. При цитировании текста цитата приводится в кавычках, а после нее в квадратных скобках указывается номер литературного источника.

Сбор фактического материала – один из наиболее ответственных этапов подготовки выпускной квалификационной работы. От того, насколько правильно и полно собран фактический материал, во многом зависит своевременное и качественное написание работы. Поэтому, прежде чем приступить к сбору материала, необходимо тщательно продумать, какой именно фактический материал необходим для выпускной квалификационной работы, и составить, по возможности, специальный план его сбора в период научно-исследовательской деятельности.

Обучающийся в период практики и научно-исследовательской деятельности должен собрать статистический материал, сделать необходимые выписки из служебной документации предприятия или организации, где он проходит практику, изучить действующие инструкции, методические указания, нормативные документы. Необходимо обобщить материал, собранный в период прохождения практики, определить его достоверность и достаточность для подготовки научно-квалификационной работы.

После того, как изучена и систематизирована отобранная по теме литература, а также собран и обработан фактический материал, возможны некоторые изменения в первоначальном варианте плана квалификационной работы. Изложение материала в квалификационной работе должно быть последо-

вательным и логичным. Все разделы должны быть связаны между собой. Особое внимание следует обращать на логические переходы от одной главы к другой, от параграфа к параграфу, а внутри параграфа – от вопроса к вопросу.

2.3 Этапы создания научной публикации

Публикации. Публикации являются важнейшим способом распространения научных результатов внутри научного сообщества и среди широкой публики. Таким способом авторы объявляют результаты, за научную достоверность которых несут *ответственность*. Публикации, которые сообщают о новых научных результатах, должны давать полное и исчерпывающее описание результатов и использованных методов, а также полный и точный отчет о собственной подготовительной работе и работе третьей стороны; результаты, которые были опубликованы ранее, следует повторять только в той мере, в какой это необходимо для понимания контекста. Любые данные, которые подтверждают или ставят под вопрос представленные результаты, должны быть также обнародованы.

Если несколько ученых вовлечены в научное исследование и публикацию как результат этой работы, *соавторами* могут считаться только те, кто внес значительный вклад в разработку плана исследований или экспериментов, вычисление, анализ и интерпретацию данных и подготовку рукописи, причем они также *должны дать согласие* на ее публикацию. Авторы *несут совместную ответственность* за содержание публикации.

Процесс написания и подготовки для издания научной статьи подчиняется формализации. Несмотря на многообразие форм научных письменных отчетов (доклады, краткие сообщения, тезисы выступлений на конференциях, регулярные и обзорные статьи, патенты, специальные популярные представления материала, чисто информационные выборки и т.д.), процедуру подготовки статей можно представить в виде общей схемы, включающей ряд последовательных этапов.

1. Появление замысла или необходимости (приближение срока защиты диссертации или другие причины ускорения опубликования) публикации материала.

2. Консультации с возможными соавторами.

3. Принятие решения о публикации.

4. Выбор места (журнала или редакции) для публикации.

5. Написание варианта № 1.

6. Чтение всеми соавторами варианта № 1 и подготовка последующих вариантов № 2, 3 и т.д.

7. Выявление принципиальных согласий или несогласий в изложении результатов и их обсуждение.

8. Постепенное уточнение положений статьи.

9. Подготовка первого корреktированного варианта.

10. Знакомство с подготовленным вариантом всех соавторов, акценты на тех или иных частях публикации (по мере заинтересованности соавторов, предполагаемой их компетентности и ответственности).

11. Дальнейшее устранение вопросов, возникающих у соавторов.

12. Выбор автора (или авторов) для переписки с редакцией.

13. Составление окончательного варианта с полностью устраненными вопросами.

14. Подготовка рукописи статьи в соответствии с редакционными требованиями.

15. Отправка статьи в редакцию журнала.

16. Знакомство с решением редакции.

17. В случае заключения "отклонить":

а) оповещение всех лидеров рукописи об ее отклонении;

б) решение о дальнейшей судьбе данного материала.

18. В случае заключения "принять с поправками":

а) оповещение соавторов статьи о заключении редакции;

б) выработка решения по всем критическим замечаниям;

в) написание нового варианта с учетом поправок;

г) представление новой версии в редакцию журнала.

19. Чтение корректуры и внесение необходимых поправок.

20. Публикация.

Научные статьи должны иметь *необходимые элементы*:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими заданиями;

- анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор;

- выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается данная статья;

- формулировка целей статьи (постановка задания);

- изложение основного материала исследований с полным обоснованием полученных научных результатов;

- выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления.

Перед тем как начать писать статью необходимо ответить на несколько ключевых вопросов.

1. Какова основная цель работы?

Ответ поможет четко определить и выдержать формат изложения:

- описывает ли статья новые и важные результаты исследований (экспериментальная статья – наиболее распространенный тип);

- дает ли статья новое толкование ранее опубликованным результатам (сводная аналитическая статья; используется для выдвижения и обоснования крупной гипотезы);

- является ли статья обзором литературы или крупной темой.

2. В чем состоит отличие этой работы от других работ по данной теме, какова новизна? Какой новый вклад в науку дают результаты? Печатался ли этот

материал ранее? Какое он имеет отношение к другим работам в этой области?

3. Где будет опубликована статья, на кого она ориентирована?

Следующий этап работы – определение идеи или основной гипотезы. В идеале, в статье должен быть задан один вопрос и содержаться такой объем информации, который позволяет исчерпывающе на него ответить. Сформулируйте рабочие гипотезы, продумайте весь возможный спектр ответов на основной вопрос статьи.

Название является очень важным элементом статьи. Не вникнув в смысл названия статьи, многие просто не станут её читать. Основные достоинства названия – краткость и ясность. В большинстве рекомендаций длина заголовка ограничивается 10–12 словами. Работа над приданием заголовку краткости, содержательности и выразительности – работа непростая, поэтому не бойтесь переделывать заголовок много раз.

Ключевые слова, отражающие суть работы, старайтесь ставить в начале. Название должно в большей степени характеризовать проблему, которой посвящена статья, чем полученные результаты.

Структура статьи. Экспериментальная статья обычно строится обычно по общепринятой форме:

- во введении должен быть дан ответ на основной вопрос – "Зачем нужно было проводить исследование и, соответственно, писать данную статью?";
- раздел "Описание материала и методов работы" отвечает на вопрос, "Каким образом были получены результаты статьи?";
- раздел "Результаты" отвечает на вопрос, "Что, где и когда наблюдается?";
- в разделах "Обсуждение", "Заключение" и/или "Выводы" необходимо четко и внятно ответить на вопрос, "Почему это наблюдается, и что это означает?";
- последним разделом любой публикации является список использованных источников.

Обычно статья включает также "Реферат" и "Ключевые слова".

В обзорных и аналитических статьях некоторые разделы могут быть пропущены, а рубрикация может быть существенно сложнее. Во введении необходимо:

- определить гипотезу;
- дать вводную информацию;
- объяснить, почему было предпринято данное исследование;
- критически проанализировать исследования в данной области;
- показать актуальность темы.

Иногда полезно писать "Введение" на последнем этапе, уже после изложения результатов и их обсуждения, то есть "под результат". В любом случае необходимо проверить соответствие "Введения" остальным частям статьи после завершения работы. Однако следует помнить, что написание "Введения" в начале работы над статьей структурирует процесс мыслительной активности автора и дальнейшее изложение. Само "Введение" необходимо проанализировать по следующим ключевым пунктам:

- четко ли сформулированы цели и исходные гипотезы, если

они существуют?

- нет ли противоречий?

- содержатся ли во введении ссылки на основную использованную литературу?

- сформулированы ли актуальность и новизна работы?

Методы исследований. Смысл информации, излагаемой в данном разделе, в том, чтобы другой ученый достаточной квалификации смог воспроизвести исследование, основываясь на приведенных методах. В статьях по биологической и биотехнологической тематике в этом разделе следует описывать место, время, условия проведения исследований, при необходимости объект исследований, объем и структуру материала, план эксперимента для экспериментальных работ, использованные лабораторные и статистические процедуры. Обязательно следует указать ограничения и допущения для использованных методов и пути их преодоления, если это предпринималось. Отсылка к литературным источникам без описания сути метода возможна только при условии, что этот метод является стандартным или общеупотребительным, или же в случае написания статьи для узкоспециализированного журнала. При ориентации на широкий круг читателей, или при комбинации исследовательских подходов из нескольких научных дисциплин, методы должны быть изложены предельно подробно. При использовании сложного экспериментального или аналитического оборудования, от работы которого существенно зависят последующие результаты, следует указывать марку прибора и фирму-производителя, также как и производителей уникальных веществ, программных продуктов и т. д. При необходимости в "Методах" следует давать определение используемых терминов.

Результаты. Это основной раздел, цель которого – показать, какими данными подтверждается рабочая гипотеза (гипотезы). При структуре статьи, включающей отдельные разделы "Результаты" и "Обсуждение", в результатах следует описывать только данные. К вопросам "Почему результаты таковы?" и "Что они означают?" следует обращаться только в том объеме, в каком это необходимо для сохранения логики повествования. Результаты, как правило, наиболее насыщены иллюстрациями – таблицами, графиками, фотографиями, которые несут основную функцию доказательства, представляя в свернутом виде исходный, фактический материал. Данные иллюстраций не должны дублировать текст. В текстовой части должны приводиться только объяснения значений данных таблиц и рисунков и разъясняться логика перехода к последующему блоку данных или к следующему шагу анализа. Оформление иллюстраций жестко регламентируется всеми журналами и редакциями, и излагается в "Правилах для авторов". Общие рекомендации при подготовке иллюстративных материалов:

- надписи, цифровые и текстовые обозначения на рисунках должны быть пропорциональны масштабу изображения;

- на рисунках биологических объектов обязательно должен быть приведен масштаб измерений;

- для числовых данных в рисунках и таблицах (и в тексте) следует выбирать единицы измерения таким образом, чтобы максимум данных приходилось писать с минимальным количеством нулей до или после десятичного знака;
- все подписи, обозначения и сокращения в таблицах и рисунках должны быть расшифрованы.

Обсуждение результатов. Обсуждение результатов может быть вынесено в отдельный раздел, но может входить и в раздел "Результаты". Важно, чтобы такое обсуждение было. Задача этого раздела объяснительная. Обсуждение должно показать, почему представленные результаты именно таковы, и как они соотносятся с основной идеей статьи. В "Обсуждении" надо указать характерные особенности результатов работы, оценить пределы работы, т. е. те рамки, в которых правомерны выводы из результатов работы. Необходимо сравнить представленные в статье результаты с предыдущими работами в этой области. Такое сравнение лучше выявит новизну работы, чем словесные доказательства, неподтвержденные фактами.

В обсуждении уместно также сформулировать те гипотезы, которые следуют из полученных в работе результатов. Такая формулировка, во-первых, является заявкой на тематику исследования в будущем, и, во-вторых, позволяет претендовать на приоритет в трактовке результатов, в случае, когда подобными исследованиями параллельно занимается несколько исследовательских групп.

Заключение и выводы. В этом разделе необходимо сопоставить полученные результаты с начальной целью проведения работы. Насколько они совпадают? Чему способствует данная статья? Чем полученные результаты обогатили науку? Важно в этом разделе определить значение результатов статьи для дальнейших исследований. Ответьте на вопрос, какие направления для будущей работы предполагают полученные результаты? Возможно, результаты выявили тупиковую ситуацию, и продолжение работ бессмысленно. Отрицательный результат является самым ценным – само знание бесперспективности дальнейших исследований позволит сэкономить время (и деньги) всем исследователям.

Реферат. Этот раздел готовится последним. Характерная черта хорошего реферата – освещение ключевых моментов без их детализации. Большинство журналов ограничивают размер реферата, который должен строго соответствовать статье и отражать следующие моменты:

- цель исследования;
- использованные методы или технологии;
- основные результаты;
- авторские выводы.

Список использованных источников. Еще один очень важный элемент. Большинство журналов не примут Вашу статью, если список литературы будет составлен не по правилам. Причина этого понятна: если автор не справился даже со списком источников, что говорить о самой статье.

При *финальной проверке* статьи следует ответить на такие вопросы. Достаточно ли ясно сформулирована цель статьи – зачем вообще была проделана

данная работа? Достаточно ли полно изложены принципы и методы исследования для того, чтобы полученные результаты могли быть независимо проверены коллегами? Достаточно ли полно представлены и описаны фактические данные – по отношению к самим данным и последующим выводам? Обсуждены ли именно те смысловые аспекты, вытекающие из представленных данных, которые хотелось бы или следовало бы обсудить? Оформлена ли рукопись в соответствии с требованиями редакции?

Требования к объему, содержанию, рубрикации и оформлению статей разные в разных журналах. Поэтому техническую доработку и оформление статьи необходимо проводить в соответствии с "Правилами для авторов". Эти правила регулярно публикуются журналами и, обычно, доступны в электронном виде.

Еще три практических совета.

1. После окончания работы над рукописью отложите её на неделю-две. Прочитайте ее свежим взглядом через неделю, две (или месяц).
2. Обсудите статью с коллегами, в частной беседе или на семинаре. "Свежий взгляд" коллег позволит устранить самые очевидные (и потому самые обидные) огрехи в логике изложения, в аргументации и в оформлении.
3. Не затягивайте усовершенствование до бесконечности, обязательно отправьте статью в редакцию. В науке не бывает результатов "второй свежести". "Передержав" рукопись вы рискуете утратить приоритет.

2.4 Общие правила создания презентаций

Давно установлено, что человеческая память наиболее эффективно сохраняет информацию при сочетании работы зрительного и слухового каналов ее получения. По данным исследований, человек запоминает примерно 30% прочитанной информации и около 20% информации, воспринимаемой на слух, тогда как при восприятии одновременно на слух и зрительно доля запоминаемой информации увеличивается до 50- 75% (Sorgi and Hawkins, 1985). Все это привело к тому, что, при проведении научных презентаций всегда широко использовались различные наглядные средства: плакаты, макетные образцы в статическом и динамическом режимах, действующие модели реальных размеров и т.д. Появлялись технические средства для облегчения демонстрации: диапроектор, проектор с пленками, проектор с подключением к ПЭВМ.

Сейчас все применяют электронные слайды, составленные с помощью Microsoft Powerpoint и других подобных программ. Компьютерные программы, позволяющие создавать электронные слайды, которые проецируются на экран при помощи проектора, обладают широкими возможностями, что значительно упрощает создание слайдов. Многие специалисты в области публичных выступлений считают, однако, что на практике наглядные средства, в частности, слайды, не только не улучшают

усвоение и запоминание представляемой информации, но и осложняют их (Booth, 1983).

Лучше всего подробно остановиться на анализе ошибок применения слайдов в научной презентации и обобщить практические рекомендации по их правильному использованию.

Зачастую слайды могут быть неправильно составлены и оформлены, некорректно использоваться, неудачно комментироваться выступающим или слишком интенсивно использоваться.

При создании слайдов научной презентации необходимо учитывать общие рекомендации, которые должны соблюдаться при составлении слайдов любой разновидности.

Общие рекомендации.

1. Нужно стараться использовать проектор не только как слайдоскоп (показ статических картинок), но использовать его динамические и анимационные возможности.

1. Каждый слайд должен быть задействован в докладе. На слайд нужно стараться выносить только ту информацию, которая без зрительного восприятия не воспринимается.

2. Слайды должны дополнять или обобщать содержание выступления или его частей, а не дублировать его. Текстовые материалы или изображения, выносимые на слайд, должны не повторять содержание части выступления, а обобщать, структурировать или иллюстрировать ее. Отдельные части доклада невозможно донести слушателям без динамики функционирования объекта, например, во время движения транспортного средства показать как изменяется нагрузка или продемонстрировать как разбирается электродвигатель с применением особенного инструмента и т.д.

3. Аудитория должна четко представлять, к какой именно части выступления относится слайд, поэтому каждый слайд должен иметь заголовок и нумерацию. Заголовок должен отражать основное содержание слайда и состоять из 5-9 слов.

4. Информация на слайдах должна быть представлена кратко, четко и хорошо структурирована, вывод отдельных информационных выводов можно делать последовательно (выводить по щелчку мыши) и синхронно с докладом.

5. Нельзя перегружать слайд информацией, поэтому сложные схемы и списки целесообразнее разбить на несколько слайдов, при этом на втором слайде необходимо повторить заголовок первого с пометкой "продолжение". Лучше выводить только ту часть схемы, которая заслуживает большего внимания. Если по докладу идет информация по работе схемы, то можно проявлять на слайдах отдельные части синхронно с докладом, например, электрический ток поступает на блок питания (проявляется схема блока питания), где понижается напряжение и преобразуется в постоянный ток и далее поступает на усилитель (проявляется схема усилителя) и т.д.

6. Текст должен состоять из однородных грамматических структур: так, если главное слово первого подпункта списка – существительное, то остальные подпункты лучше построить так же.

Существует четыре основных типа слайдов, обычно используемых на научной презентации: текстовые слайды, слайды данных (таблицы, кривые, различные виды диаграмм, и т.д.), слайды схем (структурные, функциональные, принципиальные и т.д.), слайды со встроенными роликами фильмов (записи процессов работы объектов, процессов ремонтов и регулировок, различные анимационные фильмы) .

Текстовые слайды.

При составлении слайдов этого типа рекомендуется соблюдать следующие правила.

1. В целях сокращения объема выводимой информации на слайдах следует использовать не полные предложения, а словосочетания.

2. Оптимальное количество строк на слайде - 6,7, и в любом случае не должно превышать 9 строк, включая заголовок.

3. Количество слов в строке не должно превышать 9 слов.

4. Допускается вынесение на слайды полных предложений, если это цитаты или определения, но они не должны быть слишком длинными, так как их чтение отнимет у аудитории и без того ограниченное время. Большинство авторов рекомендует, чтобы таких слайдов было не больше 1 в течение - 5-7 минутной презентации, и 2-х – в течение 12-15-минутной.

Слайды данных.

На слайдах нельзя использовать сложные таблицы с множеством колонок и строк, и вообще не рекомендуется часто использовать таблицы. Таблицы, приводимые в научной работе, в презентации лучше заменять на графики, которые более точно и четко отражают связи между объектами исследования, показывают тенденцию процесса. Аудитория тяжело воспринимает интерпретацию данных в виде таблиц, так как при виде множества цифр приходится еще мысленно анализировать процессы – снижается или увеличивается, совпадает с другими цифрами или нет. Если без них все-таки нельзя обойтись, то количество колонок и строк в таблице не должно превышать 5-6, величина пробелов между колонками должна быть примерно равна величине колонок, чтобы текст зрительно не сливался. В противном случае содержание этой таблицы перестает восприниматься слушателями презентации. К наиболее часто используемым типам схем относятся столбиковые диаграммы, круговые диаграммы, точечные диаграммы (диаграммы рассеивания) и кривые. Хорошо воспринимаются объемные диаграммы.

Слайды схем.

Изображения различных схем – принципиальных, структурных, функциональных, лучше приводить в том случае, если это будет идти синхронно с докладом по разъяснению взаимодействий отдельных составляющих. Особенно важные части схем следует выделить другим цветом. Также лучше выделять отдельными цветами или толщинами линий блоки, имеющие разное назначение или принадлежность. Схемы следует также изображать с дополнительными действиями: нанести движущие стрелки, показывающие направление электрического тока или прохождения сигнала, привести колеблющийся-

ся график, изображающий форму сигнала, приводить другие анимационные структуры. Если докладчик хочет показать как он изменил существующую схему, то доработанную часть также следует выделять каким-нибудь способом. Все схемы следует изображать с соблюдением нормативных требований к условно-графическим изображениям.

Слайды со встроенными роликами фильмов.

На слайдах, в которые встраиваются ролики фильмов необходимо отвести место для экрана воспроизведения и лучше, чтобы он был связан схематично структурно с объектом исследования. В докладе необходимо точно рассчитать время воспроизведения, сопровождать комментариями то, что демонстрируется. Такие слайды, как правило, сокращают время на разъяснение работы объектов, хорошо воспринимаются аудиторией, акцентируют внимание слушателей после утомительной части доклада.

Для привлечения и удержания внимания аудитории целесообразно применять комбинацию всех типов слайдов, если материал это позволяет.

Каждый из перечисленных выше разновидностей слайдов целесообразно применять в определенных случаях.

1. Текстовые слайды используются для отражения классификаций, списков, нормативных данных и классических определений терминов. Их удобно использовать, если на слайды нужно вынести содержание презентации, цели исследования, использованные методы, возможные результаты, выводы и т.д.

2. При отображении процентных соотношений лучше использовать круговые или столбиковые диаграммы, .

3. Вертикальные столбиковые диаграммы и диаграммы рассеивания (точечные диаграммы) идеальны для демонстрации соотношения, изображения нескольких функциональных зависимостей, указания точек пересечения отдельных графиков. Особенно часто применяются при интерпретации экспериментальных данных.

4. Графики функций хорошо иллюстрируют изменения во времени, по расстоянию.

Рекомендации оформления слайдов.

1. Слайды лучше ориентировать горизонтально; при вертикальной ориентации место на слайде используется менее неэффективно.

2. Необходимо использовать более крупный размер шрифта для заголовков и более мелкий - для текста слайдов, причем шрифт в заголовках и тексте слайдов должен быть один.

3. Для выделения следует использовать жирный шрифт или цвет, а не курсив, подчеркивание или набор слов заглавными буквами, поскольку они значительно хуже воспринимаются. Заглавные буквы можно использовать для заголовков или если нужно выделить одно слово в тексте слайда.

4. Количество различных шрифтов не должно быть больше двух, размер должен быть одинаковым на всех слайдах.

5. Текст на слайдах следует выравнивать по левому краю, оставляя правый край рваным; доказано, что это ускоряет его восприятие.

6. Рекомендуемый стандартный размер шрифта текста слайдов – 22 - 24. При выборе некоторых типов шрифта и в заголовках приходится применять больший размер (оптимальный размер для заголовков 30-40). Чтобы точно определить размер шрифта, нужно провести «репетицию» презентации, т.к. то, что выглядит достаточно разборчиво на экране компьютера, может оказаться слишком мелким на экране.

7. Рекомендуемый межстрочный интервал 1,5.

8. На слайдах не должна использоваться пунктуация в конце фразы или предложения, т.к. знак препинания заставляет читателя подсознательно сосредоточивать внимание на нем, что отвлекает.

9. При оформлении списков на текстовых слайдах предпочтительно использовать жирные точки, а не цифры, если только список не отражает жесткую последовательность; в последнем случае предпочтительнее цифры.

10. Количество строк на текстовых слайдах не должно превышать 7 вместе с заголовком, количество слов в строке не должно быть более 7, а в заголовке - 5.

11. В столбиковых диаграммах количество столбиков и количество секторов в круговых диаграммах не должно быть больше 7.

12. Предпочтителен единый дизайн на всех слайдах, это дает возможность аудитории сосредоточиться на содержании.

13. Отрезки текста, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга, воспринимаются как единое целое, расположенные на большем расстоянии – как принадлежащие к разным смысловым группам.

14. В цветовом оформлении следует использовать контраст и закономерности сочетания цветов. Во-первых, цвет текста должен резко контрастировать с цветом фона. Стандартное сочетание черный текст на белом или другом очень светлом фоне идеально для хорошо освещенной аудитории, если же аудитория затемнена, лучше использовать светлый текст на черном фоне, например, белый на синем или желтый на темно-зеленом. Следует избегать красного цвета в больших количествах – он раздражает глаз, и сочетания красный - зеленый, доказано, что эти цвета не воспринимаются многими людьми (Purrington, 2005).

15. Слайд не должен быть перегружен графическими изображениями и текстом, свободное поле слайда должно быть достаточно большим.

16. Цветовая гамма всех слайдов должна быть единой.

17. Не следует перегружать слайды различными элементами оформления.

18. Не рекомендуется включать в состав слайдов изображения, не несущие смысловой нагрузки. Если аудитория устала, ее целесообразнее 'разбудить' не забавной, но неинформативной картинкой или анимацией, а каким-либо другим способом.

19. Прежде чем приступить к разработке слайдов, необходимо выработать их общий дизайн, который будет использоваться в качестве шаблона.

20. Полезно использовать следующий алгоритм: оценка аудитории и цели презентации, выбор шрифта, определение цвета фона и дизайна фона, выбор шрифта, выбор размера шрифта для заголовка и различных иерархических

подуровней текста или подрисуночных надписей, выбор цветового решения различных уровней иерархического деления (например, точки, выделяющие различные подуровни в списке, могут быть разных цветов).

21. При выборе размера шрифта и графических изображений необходимо учитывать размеры комнаты, так, чтобы текст хорошо читался из последнего ряда.

22. Связь между картинками на слайдах и его содержанием должна быть легко распознаваемой и не должна требовать "дешифровки".

23. Слайд не должен содержать грамматических, лексических и орфографических ошибок, поэтому его необходимо тщательно проверить не только с помощью компьютерной программы проверки правописания, которая распознает не все ошибки, а "вручную".

Особенности оформления слайдов научной презентации.

1. Первый слайд рекомендуется выполнять как титульный слайд, содержащий название темы, имя автора работы, его руководителя, организацию, которую представляет выступающий. При демонстрации первого слайда аудитории нужно дать время его осмыслить.

2. На слайдах рекомендуются шрифты Verdana или Arial, на раздаточном материале Times New Roman.

3. Поскольку слайды чаще всего сопровождают выступления на конференциях и симпозиумах, где присутствуют представители различных организаций и учреждений, желательно, чтобы на слайдах присутствовал нижний колонтитул, содержащий название презентации, название организации, номер слайда и дату выступления, - это упрощает последующие обсуждения научных докладов.

4. Не следует размещать текст на нижних 10% площади слайда - его не будет видно из последних рядов.

5. Графическое оформление слайдов должно быть строгим, анимационные, графические эффекты (картинки Clipart) следует свести к минимуму или исключить их, цветовое решение слайдов не должно включать более 3-4 цветов вместе с цветом фона (исключение составляют диаграммы, где применение большего количества цветов может быть необходимо для понимания), все цвета, кроме цвета букв и линий диаграмм, не должны быть "кричащими" и должны хорошо сочетаться друг с другом.

6. Не рекомендуется использовать неоднородный цветной фон,

7. Диаграммы и графики не следует усложнять; так, лучше сделать две простых столбиковых диаграммы, чем одну сложную.

8. Линии графиков и схем должны быть четкими и достаточно толстыми. Расшифровка графиков должна приводиться не в легенде, а на самих кривых.

9. Графики не должны содержать больше пяти кривых, и их хорошо выполнять в разных цветах, причем если одни и те же соотношения показываются на разных графиках, цвета линий кривых нужно сохранять.

10. Один слайд не должен содержать больше двух круговых диаграмм.

11. Если по той или иной причине в ходе презентации нужно дважды показать один слайд, лучше сделать два одинаковых слайда, т.к. возвращение к одному слайду отнимет много времени.

12. Не следует увлекаться спецэффектами, цветовыми и графическими решениями шаблонов программ по созданию слайдов - они могут быть неграмотно выполненными.

13. Следует помнить, что оформление должно быть очень простым и не демонстрировать аудитории компьютерные навыки выступающего, а помогать аудитории усвоить материал презентации.

14. Нельзя использовать аббревиатуры без расшифровки

15. Включать звуковое сопровождение или фильмы можно, но только в том случае, если они необходимы с точки зрения раскрытия содержания и в минимальном объеме.

Ключ к эффективному использованию слайдов заключается в понимании того, что они должны производить максимальное воздействие на аудиторию.

Отсюда следуют несколько общих **практических рекомендаций по демонстрации слайдов**:

1. Слайды должны упрощать и облегчать понимание информации, а не дублировать ее.

2. Презентацию не следует начинать с показа слайдов, поскольку внимание аудитории должно быть сконцентрировано на докладчике; каждый слайд нужно представлять своевременно, комментируя его место в презентации, и своевременно менять на следующий.

3. Аудитории нужно дать время на осмысление информации слайда.

4. Объяснение содержания слайдов должно быть четким, понятным и выдержано в достаточно медленном темпе.

5. Стоять предпочтительно лицом к залу или повернувшись к залу впол-оборота, так как одной из основных задач при демонстрации слайдов остается поддержание контакта с аудиторией.

6. При демонстрации слайда целесообразно соблюдать следующую последовательность действий: назвать слайд, обрисовать место отраженного на слайде содержания в структуре презентации, дать слушателям время осмыслить информацию, и только затем начать комментировать слайд.

7. Читать текст со слайдов нельзя, тем более что правильно составленный слайд содержит только фразы, обозначающие подтемы выступления, а не весь текст его части.

8. Если выступающий говорит, опираясь на конкретную часть текста или изображения, ему следует пользоваться указкой или специальными функциями компьютерных программ, выделяющими одну часть текста и затемняющими остальные.

9. Если в процессе презентации выступающий замечает, что на слайде допущена ошибка или он недостаточно правильно оформлен, не следует извиняться - это отнимет время, и ошибку заметят все.

10. Последняя "репетиция" должна обязательно включать показ слайдов в окончательном варианте.

11. Слайды, в среднем, можно показывать с интервалом в 1 – 2 минуты, и только если это иллюстрация, для восприятия которой не нужно много времени, интервал можно уменьшить.

12. "Необычные", забавные слайды могут "разбудить" аудиторию, но снижают уровень усвоения материала (Harvey, 1983).

Комментарии к слайдам.

1. При переходе от текста к слайдам нужно упомянуть тему слайда, затем показать слайд, дать аудитории время на осмысление заголовка, а затем прокомментировать его.

2. Диаграммы и графики необходимо подробно комментировать, например: " На этом графике мы видим изменение параметров А и В за период с ... по.... Синяя линия показывает изменение параметра А, а зеленая – изменение параметра В. и т.д."

Также целесообразно еще раз отметить, что применение слайдов в ходе научной презентации, хотя и является давно общепринятым средством улучшения понимания и усвоения аудиторией преподносимой информации, на практике далеко от совершенства. Причиной неэффективного использования слайдов являются нарушения выступающими как общих принципов и рекомендаций по составлению, оформлению, использованию и комментированию слайдов, так отсутствие учета выступающими специфики научных слайдов. Докладчики часто стараются упростить презентацию и уходят к формальному «показу картинок». Многие недоиспользуют современные возможности презентационных программ (в том числе динамических режимов). Четкое следование рекомендациям, безусловно, привело бы к значительному повышению качества научной презентации.

3. ЭТАПЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

3.1 Последовательность выполнения этапов научных исследований

Для получения достижимого результата научного исследования его необходимо правильно организовать, спланировать и выполнять в определенной последовательности. Эти планы и последовательность действий зависят от вида, объекта и целей научного исследования. Так, если оно проводится на технические темы, то вначале разрабатывается основной предплановый документ – технико-экономическое обоснование, а затем осуществляются теоретические и экспериментальные исследования, составляется научно-технический отчет, и результаты работы внедряются в производство. Применительно к *прикладным* научно-исследовательским работам выделяют *шесть этапов: формулировка темы, формулирование цели и задач исследования, теоретические исследования и моделирование, экспериментальные исследования, анализ и оформление результатов* научных исследований, *внедрение результатов* и определение *экономической эффективности*.

Формулировка темы:

- общее ознакомление с проблемой, по которой следует выполнить исследование,
- предварительное ознакомление с литературой и классификация важнейших направлений,
- формулирование темы исследования,
- составление краткого (предварительного) плана исследований (черновик, набросок),
- разработка научно-технического задания,
- составление календарного плана научных исследований,
- формулировка гипотезы, описывающей ожидаемые результаты,
- предварительная оценка ожидаемых результатов.

Определение *актуальности тем* – их ценность на данный момент для прогресса науки и техники. Актуальность исследования – это ответ на вопрос, почему данное исследование необходимо проводить именно сейчас, а не потом. Тема должна быть *экономически эффективной* – предложенные в результате научного исследования решения должны быть эффективнее уже существующих решений. Тема должна иметь *практическую значимость*. Практическая значимость определяется возможностью использования результатов научного исследования для решения актуальных проблем и задач как на производстве, так и в смежных или междисциплинарных исследованиях.

Формулирование цели и задач исследования:

- подбор и составление библиографических списков отечественной и зарубежной литературы,
- изучение научно-технических отчетов по теме различных организаций соответствующего профиля,
- составление аннотаций источников,
- составление рефератов по теме,
- анализ, сопоставление, критика прорабатываемой информации,
- обобщение, критика, составление собственного суждения по проработанным вопросам,
- формулирование методических выводов по обзору информации,
- формулирование проблемы, гипотезы, выбор и обоснование физической модели,
- формулирование цели и задач исследования.

Теоретические исследования и моделирование:

- изучение физической сущности (природы) процессов и явлений, определяющих основные качества исследуемого объекта,
- выполнение предварительных (поисковых) экспериментов,
- математизация модели,
- получение аналитических выражений,
- теоретический анализ полученных закономерностей.

Экспериментальные исследования:

- разработка цели и задач эксперимента,

- планирование эксперимента,
- разработка методики программы исследований,
- выбор средств измерений,
- конструирование приборов, макетов, аппаратов, моделей, стендов, установок и других средств эксперимента,
- обоснование способов измерений,
- проведение эксперимента в лаборатории, на опытных участках, на заводах, в фирмах, в хозяйствах,
- обработка результатов измерений.

Анализ и оформление результатов научных исследований:

- общий анализ теоретико-экспериментальных исследований,
- сопоставление экспериментов с теорией,
- анализ расхождений,
- уточнение теоретических моделей,
- повторение дополнительных экспериментов и их анализ до тех пор, пока не будет достигнута цель исследования,
- переформулировка предварительной гипотезы в утверждения – научный результат проведенного исследования,
- формулирование научных и производственных выводов,
- составление научно-технического отчета,
- рецензирование,
- составление доклада,
- корректировка рукописи.

Внедрение результатов и определение экономической эффективности:

- внедрение результатов исследования на производстве,
- определение экономического эффекта.

3. 2. Формулировка темы исследования

На этом разделе необходимо более подробно остановиться. Тематики исследований всегда связаны с паспортом научной специальности. Часто появляются темы, которые можно классифицировать по нескольким паспортам специальностей. Однако и в этом случае всегда просматривается основное направление, которое тяготеет к конкретному научному паспорту. Проанализируем паспорт научной специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве. В соответствии с утвержденной ВАК номенклатурой научных специальностей данный паспорт имеет две основополагающих составляющих: **формулу специальности** и **области исследования**. *Формула специальности:* научная специальность, разрабатывающая теорию, методы и технические средства использования электрических и магнитных процессов в сельскохозяйственном производстве, включающая технологические процессы, специальные электротехнические установки, управление ими и их эксплуатацию, *отличающаяся* тем, что она

содержит *научные и технические исследования и разработки* в области производства, хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов и материалов. *Значение* решения научных и технических проблем данной специальности для сельского хозяйства состоит в *совершенствовании теории, методов и технических средств* оптимального использования энергоресурсов и электроэнергии для *повышения продуктивности, качества и производительности труда в сельскохозяйственном производстве, создания энергосберегающих и экологических технологий, обеспечения безопасных условий эксплуатации электроустановок.*

Первая часть формулы специальности говорит о том, что данная специальность связана с разработкой теории, методов и технических средств, которые внедряются именно в сельскохозяйственное производство и ими будет нужно управлять и каким-то образом эксплуатировать. Здесь же говорится об основном отличии данного паспорта: научные и технические разработки в отдельных отраслях сельского хозяйства – производства, хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов и материалов. Таким образом, отсюда следует, что данный паспорт специальности имеет прикладной характер и направлен, главным образом, на внедрение научных разработок, основанных на уже известных и открытых явлениях и проверенных в лабораториях. Задача исследователей, связанных с данным паспортом специальностей перейти от лабораторных опытов к внедрению в конкретное производство сельскохозяйственного назначения. Практически всегда дистанция от открытия явления и лабораторных опытов до внедрения в производство очень большая. Часто при переходе от лабораторных опытов к конкретной работе в производственных условиях появляются такие трудности, которые без дополнительных научных исследований практически непреодолимы. Вот в этот момент и необходимы усилия научных работников, которые учтут особенности производства и создадут оборудование и технологию, которые будут иметь реальные преимущества по сравнению с существующим производством по каким-либо критериям – энергоемкость, качество продукции, производительность и т.д. Для этого паспорта специальности особенности сельского хозяйства особенно сильно влияют на процессы внедрения и к таким исключительным факторам следует отнести: низкое качество электроэнергии (большие колебания напряжения, несимметрия питающей сети, значительные отклонения напряжения), большой диапазон рабочих температур для функционирования оборудования (-40°C до +55°C), агрессивность окружающей среды (вредное влияние аммиака сероводорода и др.), тесная связь качества работы оборудования с технологиями сельского хозяйства (посевная, уборка, кормление животных, доение и т.д.), наличие биологических объектов (работа с животными, растениями). Последний фактор особенно актуален, так как связан с технологическим ущербом, наносимым отказами оборудования или некачественной его работой. Отличительная черта технологического ущерба в сельском хозяйстве заключатся в нелинейности его временной характеристики. Например, если взять промышленное производство и во время выпуска каких-либо механических деталей (болты, гайки и т.д.) отключится

станок по производству деталей, то ущерб от отключения будет иметь линейную зависимость от времени: 1 час не работает - нет 100 деталей, 2 часа не работает – нет 200 деталей, 3 часа – 300 деталей. Естественно недостающие детали можно оценить в рублях и зависимость получается линейной. Другое дело сельскохозяйственное производство. Например, если во время дойки коров отключится вакуум-насос, то в первый час будет ущерб, связанный с недобором молока из-за стресса, полученного животными (несвоевременно прошла дойка), если будет отключено это оборудование 3 часа, то ущерб будет гораздо больше из-за того, что на следующий день и далее также понизятся удои, если отключение будет более 3 часов, то может произойти выбраковка скота (сейчас на фермах есть породистые коровы, купленные за валюту) и ущерб будет исчисляться миллионами рублей. Аналогичная ситуация может происходить на птицефабриках, где большое значение имеет искусственная вентиляция помещений. При отказе системы вентиляции, даже открытие всех дверей и окон может не спасти гибель птицы и ущерб также развивается по нелинейному закону (резко возрастает). Значительный ущерб может наноситься на предприятиях хранения продукции. Если откажет холодильное оборудование, то возникает порча продукции, что также будет развиваться по возрастающей кривой. При хранении зерна, важными параметрами являются его температура и влажность, и если откажет система активного вентилирования, то будет наноситься нелинейный технологический ущерб.

Во второй части формулы специальности говорится о значении разработок для сельского хозяйства. Акцентируется внимание на то, что все совершенствования должны быть направлены на конкретную пользу в сельскохозяйственном производстве: повышения продуктивности, качества продукции, производительности труда, урожайности в растениеводстве, сохранности продукции на предприятиях хранения, снижения себестоимости производства продукции и т.д., а также на создание энергосберегающих и экологических технологий, обеспечения безопасных условий эксплуатации электроустановок. Эту составляющую особенно необходимо учитывать в диссертационных исследованиях. Все исследования должны приводить к улучшению условий работы в сельском хозяйстве и повышению его рентабельности. Данная часть формулы специальности обычно учитывается в экономическом разделе диссертации путем определения экономического эффекта от внедрения разработки в сельскохозяйственное производство. Встречаются диссертационные исследования, которые косвенно связаны с сельским хозяйством или соискатели хотят «притянуть за уши» свою работу к сельскому хозяйству. В таких случаях формула специальности и показывает несостоятельность защиты по данному паспорту специальности.

Области исследований.

Исследование электрофизических свойств сельскохозяйственных продуктов и материалов как объектов электротехнологий. Исследование влияния электрических и магнитных воздействий на свойства продуктов, материалов и биологических объектов в растениеводстве и животноводстве.

Обоснование и разработка технических требований к электротехническим и энергетическим устройствам растениеводства, животноводства, хранения и переработки продуктов. Исследование и разработка электротехнологий и энергетических технологий в растениеводстве и животноводстве сельхозпредприятий, фермерских и подсобных хозяйствах, включая электрифицированные бытовые процессы. Разработка способов применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве. Исследование и разработка систем и элементов электропривода, технологических машин и поточных линий в растениеводстве и животноводстве, процессах производства, хранения и переработки продуктов. Исследование и разработка элементов и систем электрификации мобильных установок в растениеводстве и животноводстве. Исследование систем электрооборудования поточных линий в растениеводстве и животноводстве, в процессах производства, хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов и материалов. Обоснование и исследование методов и средств электротехнологий для малоотходных, безотходных и экологически чистых технологических процессов сельскохозяйственного производства. Обоснование, исследование и разработка средств и методов повышения надежности и экономичности работы электрооборудования в сельскохозяйственном производстве. Исследование и обоснование параметров технического состояния элементов электрооборудования в сельском хозяйстве, средств их диагностики и методов прогнозирования долговечности, безотказности и ремонтпригодности этих объектов. Обоснование способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве. Разработка методологических основ создания надежного и экономичного энерго- и электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, разработка новых технических средств. Исследование систем возобновляемых источников энергии для сельскохозяйственного производства и быта населения. Разработка ресурсосберегающих и безопасных электрифицированных систем и технических средств для энергоемких процессов в быту сельского населения. Разработка новых методов и технических средств для снижения электротравматизма людей в условиях производства и быта; защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током и устранение электропатологии, снижающей продуктивность скота. Рациональное использование природных энергоресурсов и биоэнергоресурсов.

Все перечисленные направления исследований можно сгруппировать, как показано на рисунке 3.1.

Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

<p>Электротехнология</p>	<p>Разработка новых электроустановок, в том числе электроприводов рабочих машин</p>	<p>Разработка методов и средств эффективной и безопасной эксплуатации энергооборудования</p>	<p>Возобновляемая энергетика</p>
<p>Исследование электрофизических свойств сельскохозяйственных продуктов и материалов как объектов электротехнологий.</p> <p>Исследование влияния электрических и магнитных воздействий на свойства продуктов, материалов и биологических объектов в растениеводстве и животноводстве.</p> <p>Исследование и разработка электротехнологий и энергетических технологий в растениеводстве и животноводстве сельскохозяйственных предприятий, фермерских и подсобных хозяйствах, включая электрифицированные бытовые процессы.</p> <p>Разработка способов применения, исследования средств электротехнологий и режимов работы электрических осветительных, облучательных, обогревательных, кондиционирующих установок в растениеводстве и животноводстве.</p> <p>Обоснование и исследование методов и средств электротехнологий для малоотходных, безотходных и экологически чистых технологических процессов сельскохозяйственного производства.</p>	<p>Обоснование и разработка технических требований к электротехническим и энергетическим устройствам растениеводства, животноводства, хранения и переработки продуктов.</p> <p>Исследование и разработка систем и элементов электропривода, технологических машин и поточных линий в растениеводстве и животноводстве, процессах производства, хранения и переработки продуктов. Исследование и разработка элементов и систем электрификации мобильных установок в растениеводстве и животноводстве.</p> <p>Исследование систем электрооборудования поточных линий в растениеводстве и животноводстве, в процессах производства, хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов и материалов.</p> <p>Разработка ресурсосберегающих и безопасных электрифицированных систем и технических средств для энергоёмких процессов в быту сельского населения.</p>	<p>Обоснование, исследование и разработка средств и методов повышения надежности и экономичности работы электрооборудования в сельскохозяйственном производстве. Исследование и обоснование параметров технического состояния элементов электрооборудования в сельском хозяйстве, средств их диагностики и методов прогнозирования долговечности, безотказности и ремонтпригодности этих объектов. Обоснование способов, методов и технических средств эксплуатации энергетических систем и установок в сельскохозяйственном производстве. Разработка методологических основ создания надежного и экономичного энерго- и электрооборудования сельскохозяйственных потребителей, разработка новых технических средств.</p> <p>Разработка новых методов и технических средств для снижения электротравматизма людей в условиях производства и быта; защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током и устранение электропатологии, снижающей продуктивность скота.</p>	<p>Исследование систем возобновляемых источников энергии для сельскохозяйственного производства и быта населения.</p> <p>Рациональное использование природных энергоресурсов и биоэнергоресурсов.</p>

Рисунок 3.1- Группы по основным направлениям исследований по паспорту научной специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

При выборе тематики первоначально необходимо выбрать укрупненную группу направлений исследований, а потом – конкретную область. Нужно также всегда помнить, что все направления в конечном итоге должны выходить на конкретную пользу для сельского хозяйства – повышение производительности, снижение себестоимости и т.д.

4. ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.

4.1 Цель и основные стадии теоретического исследования

Решение задач исследования подразумевает непосредственное выполнение теоретического или экспериментального исследования.

Решение задач начинается с формулирования центрального вопроса, определяющего четкое направление исследования. Это создает возможность для формулирования гипотезы, как первого возможного ответа на центральный вопрос.

Теоретический уровень исследования характеризуется преобладанием логических методов познания. На этом уровне полученные факты исследуются, обрабатываются с помощью логических понятий, умозаключений, законов и других форм мышления. Здесь исследуемые объекты мысленно анализируются, обобщаются, постигаются их сущность, внутренние связи, законы развития. На этом уровне познание с помощью органов чувств (эмпирия) может присутствовать, но оно является подчиненным. Структурными компонентами теоретического познания являются *проблема, гипотеза и теория*.

Проблема – это сложная теоретическая или практическая задача, способы решения которой неизвестны или известны не полностью. Различают проблемы *неразвитые* (предпроблемы) и *развитые*.

Неразвитые проблемы характеризуются следующими чертами:

- они возникли на базе определенной теории, концепции;
- это трудные, нестандартные задачи;
- их решение направлено на устранение возникшего в познании противоречия;
- пути решения проблемы не известны.

Развитые проблемы имеют более или менее конкретные указания на пути их решения.

Проблема возникает тогда, когда старое знание уже не способно, а новое еще не развилось настолько, чтобы давать ответы на возникающие вопросы. Проблема в науке – это спорная ситуация, которая требует своего разрешения. Правильная формулировка проблемы – это половина успеха, поскольку это означает умение *отделить главное от второстепенного* и разделить то, что известно от того, что неизвестно по теме исследования, а это определяет стратегию поиска.

На основе анализа противоречий исследуемого направления формулируют основной вопрос-проблему и определяют в общих чертах ожидаемый результат.

Разработка *структуры* проблемы: разделяют проблему на темы, подтемы, вопросы; по каждому их этих компонентов определяют ориентировочную область и объем предстоящих исследований.

Гипотеза – предположение, для выдвижения которого уже имеется достаточное количество данных, однако недостаточных для превращения предположения в достоверное утверждение об объекте.

К выдвигаемой гипотезе предъявляется ряд требований: а) при построении гипотезы следует учитывать все ранее установленные в науке законы; б) гипотеза должна быть проверяемой; в) не должна иметь противоречий; г) должна объяснять все те факты, для объяснения которых она выдвигается; д) гипотеза должна строиться по принципу наиболее возможной простоты (чем проще, тем лучше).

Различают гипотезы *описательные, объяснительные и прогнозные*. Описательная гипотеза – это предположение о существенных свойствах объектов, характере связей между отдельными элементами изучаемого объекта. Объяснительная гипотеза – это предположение о причинно-следственных зависимостях. Прогнозная гипотеза – это предположение о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования.

Гипотеза и предположение. В становлении теории как системы научного знания важнейшую роль играет гипотеза или научное предположение. Гипотеза, как метод теоретического исследования, является формой осмысления фактического материала, формой перехода от фактов к законам.

Развитие гипотезы проходит в *три стадии*:

- накопление фактического материала и высказывание на его основе предположений;
- формирование гипотезы, т. е. выведение следствий из сделанного предположения, развертывание на его основе предположительной теории;
- проверка полученных выводов на практике и уточнение гипотезы на основе результатов такой проверки.

Если при проверке следствие соответствует действительности, то гипотеза превращается в научную теорию.

Следующий шаг – проверка истинности гипотезы с помощью теоретических и практических исследований.

Теория – это логически организованное знание, концептуальная система знаний, которая адекватно и целостно отражает определенную область действительности. Она обладает следующими свойствами:

- представляет собой одну из форм рациональной мыслительной деятельности;
- это целостная система достоверных знаний;
- не только описывает совокупность фактов, но и объясняет их, выявляет происхождение и развитие явлений и процессов, их внутренние и внешние связи, причинные и иные зависимости;
- все содержащиеся в теории положения и выводы обоснованы, доказаны.

Теории классифицируют *по предмету исследования*. Различают социальные, математические, физические, химические, психологические, этические

ские и прочие теории. Существуют и другие классификации теорий. В современной методологии науки выделяют следующие *структурные элементы теории*:

- исходные основания – понятия, законы, аксиомы, принципы и т.д.;
- идеализированный объект – теоретическая модель какой-то части действительности, существенных свойств и связей изучаемых явлений и предметов;
- логика теории – совокупность определенных правил и способов доказывания;
- философские установки и социальные ценности;
- совокупность законов и положений, выведенных в качестве следствий из данной теории.

Целью теоретических исследований является выявление связи между исследуемым объектом и окружающей средой, объяснение и обобщение результатов экспериментального исследования, выявление общих закономерностей. Любое теоретическое исследование заканчивается формированием теории.

Теоретические исследования включают: анализ физической сущности предмета, явлений; формулирование гипотезы исследования; проведение математического исследования; анализ теоретических решений; формулирование теоретических выводов. В технических науках необходимо стремиться к математической формализации (выражению в виде формул) выдвинутых гипотез и выводов.

К новой теории предъявляются следующие *требования*:

- научная теория должна быть *адекватна* описываемому объекту, что позволяет в определенных пределах заменять экспериментальные исследования теоретическими;
- теория должна удовлетворять требованию *полноты* описания некоторой области действительности;
- должны быть объяснены *взаимосвязи* между различными компонентами в рамках самой теории; должны существовать связи между различными положениями теории, обеспечивающие переход от одних утверждений к другим;
- должно выполняться требование *внутренней непротиворечивости* теории и соответствия ее опытным данным,
- теория должна быть *эвристичной, конструктивной и простой*.

4.2. Методы и методики теоретических исследований

Большое значение в диссертации отводится *теоретическому* разделу. Теоретические исследования включают: анализ физической сущности предмета, явлений; формулирование гипотезы исследования; проведение математического исследования; анализ теоретических решений; формулирование теоретических выводов. В технических науках необходимо стремиться к математической формализации (выражению в виде формул) выдвинутых гипотез и выводов.

Задача *теоретического* исследования – определение (выявление и формулирование) законов, обуславливающих возможность существования природных объектов. Строгая теория должна, по всей вероятности, выражаться на языке абстрактных аналитических высказываний, очень часто в форме дифференциальных уравнений. Особую роль в процессе исследований играют современные методы формализации – приемы построения абстрактно-математических **моделей**, раскрывающих сущность изучаемых процессов действительности.

При адекватном научном подходе проблема **математического моделирования** технологических процессов формулируется как задача синтеза сложной системы. Образованная система будет представлять из себя математическую модель: отображением фактов, вещей и отношений в области знаний в виде более простой, более наглядной материальной структуры этой области. Это математически отображенная система взглядов, представлений, идей, действий, по существу это теория, обладая которой можно решать поставленные исследовательские задачи, используя аппарат теории прогнозирования и методы оптимизации.

Модель – это материальный или воображаемый объект, который в процессе познания замещает реальный объект, сохраняя при этом его существенные свойства. Модель как обеспечивает рост объективности знаний о природе. **Моделирование** – это процесс исследования реального объекта с помощью модели. **Математическое моделирование** – процесс установления соответствия данному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью, и исследование этой модели, позволяющее получать характеристики рассматриваемого реального объекта.

Моделировать можно не только материальные объекты, но и специализированные, например, технологические процессы. Модель повторяет не все свойства реального объекта, а только те, которые требуются для ее будущего применения. Поэтому важнейшим понятием в моделировании является понятие цели. Цель моделирования – это назначение будущей модели. Цель определяет те свойства объекта-оригинала, которые должны быть воспроизведены в модели. Таким образом, модель – это упрощенное подобие реального объекта, который отражает существенные особенности изучаемого реального объекта, отвечающие цели моделирования. К построению модели прибегают в тех случаях, когда использование объекта-оригинала по каким-либо причинам затруднено или невозможно. Для одного и того же объекта можно создать множество различных моделей. С другой стороны, одна и та же модель может представлять разные объекты. Основное назначение и преимущество модели заключается в том, что в ней сконцентрированы важные свойства реального объекта, которые подлежат изучению в данном исследовании. Исключение несущественных свойств объекта (с точки зрения исследователя) при построении модели весьма существенно, так как их наличие в реальном объекте создает так называемый «шум» или помехи, на фоне которых труднее выявить

исследуемые свойства и закономерности. Следующее преимущество модели – возможность простыми средствами изменять ее параметры, вводить некоторые воздействия с целью изучения реакции. В реальных условиях получить аналогичные сведения значительно труднее и дороже, а иногда и просто невозможно.

Существует ряд общих требований к свойствам, которым должны удовлетворять модели:

- **адекватность** – достаточно точное отображение свойств объекта;
- **конечность** – модель отображает оригинал лишь в конечном числе его отношений и свойств;
- **полнота** (информативность) – предоставление получателю всей необходимой информации об объекте в рамках гипотез, принятых при построении модели;
- **упрощенность** – модель отображает только существенные стороны объекта;
- **гибкость** – возможность воспроизведения различных ситуаций во всем диапазоне изменения условий и параметров;
- приемлемая для имеющегося времени и программных средств **трудоемкость** разработки модели.

Отразить в модели признаки оригинала можно различными способами: скопировать признаки, построив натурную (материальную) модель, например, макеты и муляжи – уменьшенные или увеличенные копии, воспроизводящие внешний вид объекта, либо его структуру, или поведение; построить модель объекта, описав его свойства на одном из языков кодирования информации – дать словесное описание, привести формулу, чертеж, рисунок и такая модель называется информационной. Замена реального объекта его формальным описанием, т.е. его информационной моделью, называется формализацией. Существуют разные формы представления информационных моделей: словесные (вербальные), графические, математические, табличные и др. **Вербальная модель** – информационная модель в мысленной или разговорной форме. **Знаковая модель** – информационная модель, выраженная знаками, т.е. средствами любого формального языка. **Математическая модель** – модель, представленная с помощью математических формул. **Логическая модель** – это модель, в которой представлены различные варианты выбора действий на основе умозаключений и анализа условий. **Специальные модели** – это, например, химические формулы, ноты и т.д. **Геометрическая модель** – модель, представленная с помощью графических форм (граф, блок-схема алгоритма решения задачи, диаграмма). **Табличная модель** – это информация о моделируемом объекте, структурированная в виде таблицы.

По характеру отображаемых свойств выделяют два типа моделей: **структурные** – отражают структуру (устройство) моделируемого объекта, существенные для целей исследования свойства и взаимосвязи компонентов этого объекта; **функциональные** – отражают внешне воспринимаемое поведение (функционирование) объекта.

С учетом фактора времени модели можно разделить на два класса: **статические модели** – это одномоментный срез информации по объекту; **динамические модели** позволяют увидеть изменение объекта во времени. Классификация по характеру изменения модели во времени охватывает динамические модели и выделяет два типа моделей: **непрерывные** – изменяют свое состояние во времени за сколь угодно малое приращение времени; **дискретные** – изменяют свое состояние во времени дискретно, через определенный временной интервал.

Классификация по признаку причинной обусловленности выполняется в зависимости от возможности или невозможности учета в рассматриваемой модели одного или нескольких случайных факторов, при этом выделяют два вида моделей: **детерминированные** – модели, в которых все воздействия и факторы определены и известны заранее; **стохастические** (вероятностные) – модели, в которых хотя бы один из факторов носит случайный характер.

По способу реализации информационные модели делятся на компьютерные и некомпьютерные. **Компьютерная модель** – модель, реализованная с помощью программных средств на компьютере. Программное обеспечение, средствами которого может осуществляться компьютерное моделирование, может быть как универсальным (например, текстовые или табличные процессоры), так и специализированным, предназначенным лишь для определенного вида моделирования.

Аналитическая модель – математическая модель, представляющая собой совокупность аналитических выражений и зависимостей, позволяющих оценивать определенные свойства моделируемого объекта. Аналитические модели процессов и явлений находят широкое применение в различных областях науки и техники. Изучая качественную сторону процессов и явлений, исследователи стремятся выразить их изменения в виде определенных соотношений или пропорций между основными величинами. Аналитические модели позволяют быстро и точно объяснить процессы, происходящие в системах и предсказать их возможное поведение в различных условиях. Однако возможности аналитических методов решения сложных математических задач весьма ограничены.

– Обычно первым этапом математического моделирования является определение целей моделирования. Основными целями моделирования могут быть: определение устройства конкретного объекта, его структуры, определение основных свойств, законов развития и взаимодействия с окружающей средой; получение навыков управления объектом и прогнозирования последствия тех или иных способов и форм воздействия на объект.

Вторым этапом моделирования является ранжирование параметров – разделение входных параметров по степени важности их влияния на выходные параметры.

Третий этап – выбор математического описания. На этом этапе необходимо перейти от абстрактной формулировки модели к формулировке, имеющей конкретное математическое наполнение. В этот момент мо-

дель представляется в виде уравнения, системы уравнений, системы неравенств и т.д.

Выбор метода исследования – следующий необходимый этап. Если выбранный метод использует компьютер, то необходимо подобрать программное средство из числа имеющихся или разработать соответствующую программу на одном из доступных языков программирования.

Описательные математические модели используются для описания объекта моделирования с помощью математических формул. Такое описание затем позволяет применить для исследования модели математические методы. **Оптимизационные модели** используются в случае, когда, моделируя те или иные процессы, можно воздействовать на них, пытаясь добиться какой-то цели. В этом случае в модель входит один или несколько параметров, значения которых можно изменять. **Игровые модели** предназначены для обоснования решений в условиях неопределенности (неполноты информации) и связанного с этим риска. Рассматриваются ситуации, в которых сталкиваются противоборствующие стороны, каждая из которых преследует свою цель. Достижение цели каждой из сторон (выигрыш) зависит от того, какие действия предпримет противник. Такие ситуации называются конфликтными. Игровые модели находят применение при обосновании управленческих решений в условиях политических, социальных, производственных, трудовых и других конфликтов, при выборе оптимальной линии поведения в них. **Имитационное моделирование** – это метод исследования, при котором изучаемый объект заменяется компьютерной математической моделью, с достаточной точностью описывающей реальный объект. С полученной моделью проводятся эксперименты с целью получения информации об объекте. Часто имитационные модели строятся как статистические модели на основе метода Монте-Карло. Решение многих практических задач требует нахождения численных значений параметров функций, которые обеспечивают получение конкретных значений функции. Эти результирующие значения функции должны удовлетворять некоторым требованиям. Как правило, это должны быть некоторые заранее заданные значения или экстремальные значения (максимальные либо минимальные). Для решения подобных задач ключевым является понятие **целевой функции** – функции, значение которой должно достигнуть искомого значения.

В диссертационных исследованиях часто используют **системный подход**. Системный подход – это методика правильного мышления. Он опирается на проверенные веками приемы диалектической логики. Его функцией выступает выявление и обострение (а не погружение в подсознание) конфликтов между потребностью новых знаний и консервативной устойчивостью старых представлений. Системный подход предлагает конкретные приемы (системные принципы) оптимального хода исследовательской мысли. Конечная цель системного подхода – структурированное представление системы в виде модели. Обычно говорят о четырех направлениях развития системных идей – это теория систем (философский аспект), системный подход (общена-

учная методология исследования), системный анализ (методика решения проблем, в технике – ТРИЗ), системология (исследование сложных математических систем) (Кноринг, Деч, 1989; Хомяков, 1996). В рамках системного подхода понятие “система” используется как логическая категория, т. е. как способ мышления объектов природы. В системном подходе подразумевается относительная (целесообразная) обособленность объекта исследования, возможность применить к нему системные принципы мышления, например возможность разделить объект на части. Отсюда вытекает первая рекомендация принципа системности – четко выделить объект исследования. Если структурный подход требует деления изучаемого объекта на части, то функциональный подход существенно дополняет его. Часто объектом исследования служит, прежде всего, процесс, явление. Частями такой системы выступают частные функции, приводящие к общему результату. Соотношение между строением и функционированием системы рассматривается принципом структурно-функциональной организации. Следовательно, вторая рекомендация принципа системности – взять объектом исследования процесс.

Границы, содержание и поведение системы определяются целью. Система – это тот специально ограниченный набор объектов (элементов) реального мира, с помощью которого достигается определенная цель. Система – это то, что выполняет функцию. Система определяется выполняемой функцией. Внешне эта функция выглядит как цель, то, “для чего” существует система (Аристотель, 1937). Функция предписывает системе определенное строение и динамику (организацию). Система состоит только из тех элементов, которые участвуют в выполняемой функции. Говоря точнее, в состав системы (как самой общей модели объекта) включаются только те части, которые, на взгляд исследователя, и осуществляют системную функцию (Опнер, 1969). Границы системы (совокупности ее частей) определяются тем, какая функция исследуется. Детализируя рассмотрение процесса познания, принцип целесообразности обнаруживает три рода системных объектов – реальные объекты (процесс существования объектов), модели (отражение реальных объектов в сознании) и познание (процесс исследования реальных явлений и построение их моделей). Они отделимы друг от друга и характеризуются своими специфическими целями.

Цель **модели** (эммерджентная функция) состоит в том, чтобы в основных чертах функционировать *подобно* своему реальному прототипу. Если модель справляется с этой задачей хотя бы некоторое время, то она входит в систему знаний как ценное обобщение, иначе – отбраковывается. В состав модели входят логические конструкции, соотнесенные с природным объектом, например, уравнения, вычисляющие те или иные переменные на базе некоторых параметров. Модель имеет несколько уровней иерархии, начиная от среды моделирования и заканчивая конкретными значениями рассчитанных переменных. Критерием качества модели служит ее адекватность реальности. Цель **моделирования** – это воплощение характеристик реального объекта в количественные характеристики идеального объекта, перенос основных черт строения и функционирования с прообраза на дубликат, модель.

Результатом моделирования должно стать понимание законов или способа функционирования реальной системы. На практике это позволяет решить проблемы (изменив режим функционирования объекта), в науке – ответить на поставленные вопросы и сформулировать новые задачи исследования. Составные компоненты процесса моделирования – это этапы построения модели, начиная с блок-схемы и заканчивая проверкой работы модели (см. ниже). Критерием моделирования выступает успешное решение проблем с помощью моделей, полноценное объяснение или предсказание изучаемого явления. Для практики моделирования принцип целесообразности имеет даже большее значение, чем принцип системности, поскольку вынуждает рефлексировать в процессе исследования, видеть познание в единстве трех компонентов – объекта, субъекта и метода, помогает выявлять скрытые цели, делает исследование (моделирование) прозрачным.

Каждый элемент – система. Элемент системы участвует в ее образовании при взаимодействии с соседними элементами; одновременно он сам состоит из взаимодействующих частей и поэтому выступает в роли системы нижележащего уровня. Понятие иерархии в первую очередь отражает простую и очевидную возможность членения любого объекта на все более мелкие детали (Рассел, 1957; Ленин, 1969; Гегель, 1974). Иерархии зиждутся на отношении включения (а не на отношении соподчинения): компоненты нижнего уровня иерархии суть части вышележащего уровня. Критерием выделения элементов одного уровня служит рассмотренный выше структурно-функциональный принцип: множество элементов относятся к одному уровню иерархии, если они непосредственно взаимодействуют и совместно выполняют общую функцию. Назвать уровень иерархии означает назвать множество элементов, множество отношений между ними, т. е. систему. Понятно, что иерархическую структуру можно выявить как у статических объектов, так и у динамических. Для моделирования принцип иерархии представляет собой еще один способ выбрать языки описания системы. Основная рекомендация принципа иерархичности состоит в осознанном (для достижения поставленной цели) выборе некоего уровня иерархии в качестве базового языка модели; это – центральный уровень модели.

Система обладает особым свойством, которое отсутствует у слагающих ее элементов. В силу универсальности системных принципов эмерджентные (эмергентные) качества присущи любой системе, в том числе и неживой, их число бесконечно. Системный подход рассматривает эмерджентное свойство как не абсолютно новое, но как существенно новое свойство. Новое свойство “целого” есть лишь свойство некоего элемента этой системы, усиленное участием всех остальных элементов системы и “продленное” за границы системы.

Свойства части системы (элемента) определяются свойствами соседних системных элементов, навязываются части, делают ее зависимой от целого. Беря часть, следует видеть тот контекст, в котором она существует, функционирует, используется. Целое появляется при “сотрудничестве”, “взаимодействии” частей. В пределах системы элементы приобретают особенные

дополнительные (эмерджентные) качества. В отличие от эмерджентности, направленной “наружу” системы, новые качества элементов ориентированы “вовнутрь” целого (Акоф, Сасиени, 1971; Гегель, 1974; Ракитов, 1977). Наиболее характерным признаком целостности динамических (в первую очередь живых) систем выступает сохранение относительного постоянства внутренней среды.

Как следует из предыдущего материала, логическое понятие “система” также есть модель реального объекта, точнее, способ представления объекта в виде модели. Первоначально остановимся на математических моделях. “Математическая модель представляет собой систему математических соотношений, формул, функций, уравнений... описывающих те или иные стороны изучаемого объекта, явления, процесса” (Антомонов, 1977, с. 10). Математической моделью системы называют математические соотношения или программы, описывающие отдельные характеристики этой системы. В выборе средств для такого описания почти не существует ограничений, хотя большинство моделей традиционно пишутся на языке дифференциальных уравнений.

Основываясь на описаниях видов моделей, есть еще одна классификация моделей: *аналитические* (непрерывные), *автоматные* (сканирование), *стохастические* и *имитационные* (дискретные, портретные). **Аналитические модели** (системы дифференциальных уравнений) служат для выражения определенных законов. Они включают время в качестве одной из переменных, что позволяет в принципе находить общее решение, т. е. оценивать состояние системы (значение ее переменных) в любой конкретный момент времени, без реконструкции ее полной динамики. Для этого, часто, требуется предварительно решить систему уравнений (найти корни – параметры). Дифференциальные уравнения, характеризующие динамику какого-либо процесса, могут стать основой для построения имитационной модели. **Автоматные модели** (дискретная смена состояния) отличаются, дискретным ходом времени и дискретными изменениями значений переменных. Весь возможный диапазон изменений переменных определен заранее и разбит на конечное (очень ограниченное) число возможных значений (состояний автомата). Никаких расчетов значений переменных не проводится, переход в новое состояние определяется по матрице перехода в зависимости от текущего состояния модели и от характера внешнего воздействия. Содержание матрицы перехода выступает в роли неизменных параметров модели. Блок-схема автоматной модели представляется обычно в виде графа, вершины которого соответствуют возможным состояниям модели, а ребра – направлению переходов, заданных матрицей смежности вершин. В то же время дискретная структура автоматных моделей может быть использована для составления имитационных моделей. **Стохастические модели** (статистические показатели, коэффициенты, уравнения регрессии, главные компоненты, многомерная статистика, анализ временных рядов) используются для описания отдельных компонентов системы и их частных взаимозависимостей, отношений, связей, корреляций, синхронности динамики. В отличие от аналитических моделей

регрессионные уравнения выступают в роли частных эмпирических описаний, и наиболее обоснованы со статистической точки зрения. В отличие от имитационных моделей регрессия не предназначена для описания структуры и динамики многокомпонентных нелинейных систем, но может эффективно описывать отдельные функции (линейные и криволинейные уравнения). Время в явном виде, как правило, вообще не фигурирует в этих моделях. В силу особенностей своей конструкции стохастические модели не рассчитаны на описание контуров обратной связи, поэтому их блок-схемы отличаются простотой, они отслеживают прямые зависимости одних переменных от других. Законы поведения случайных величин также могут быть использованы для построения имитационных моделей. **Имитационные модели** (программы на языке ЭВМ) сначала получили широкое распространение как средство для поиска численных решений дифференциальных уравнений, а затем как способ создания портретного образа исследуемой системы (Федоров, 1983, с. 18). Цель имитации состоит в том, чтобы изучить взаимодействие между частями системы и ее возможную реакцию на внешние возмущения: “по совокупности элементарных актов, протекающих в определенных условиях, выяснить в целом картину, к которой должны привести эти элементарные акты” (Ляпунов, 1968, с. 103). В силу этого имитационные модели представляют собой наиболее гибкий метод моделирования систем любой сложности, линейных и нелинейных, с обратной связью и сетями управления. Все характеристики, признаки и свойства системы получают численное представление. Среди них те показатели, которые изменяются в процессе “жизни” модели, названы *переменными*. Значения переменных вычисляются по формулам и могут изменяться вполне плавно. Другие величины, значения которых определяют режимы изменения переменных, остаются, как правило, неизменными; это *параметры* (константы). Главная особенность имитационных моделей состоит в том, что они “живут” в ЭВМ, что они в определенном смысле самодостаточны. Исходные данные необходимы им далеко не всегда и то лишь как стартовые или опорные значения. Если реальные величины переменных могут быть определены непосредственно в природе, как правило, только для некоторых моментов времени, разделенных более или менее длительной паузой, то модель может вычислить их и для любого промежуточного момента времени. Когда значения переменных невозможно определить в природе в принципе, модельный путь состоит в том, чтобы их вычислять, используя “атмосферу взаимозависимости” реальных переменных.

Основная **цель аналитического моделирования** состоит в поиске общего решения системы уравнений, независимо от величины модельных параметров. Аналитическое моделирование есть метод теоретического исследования. При имитационном моделировании, напротив, конструкция модели, по определению, должна быть не постоянной, но податлива для произвольных изменений. **Цель имитационного моделирования** состоит в поиске частного решения системы модельных уравнений, т. е. в подборе таких значений параметров, которые обеспечивают объяснение существа наблюдаемого кон-

кретного явления. Имитационное моделирование есть метод эмпирического исследования.

Перед составлением системы модельных уравнений следует тщательно описать входящие в их состав численные показатели. Все количественные характеристики модели делятся на переменные величины и константы (параметры). *Переменные* характеризуют среду, окружающую изучаемую систему, изменчивое состояние самой системы в целом и ее элементов в частности. В терминах блок-схемы переменные – это потоки, количественное проявление способа существования статических компонентов системы. Отдельный элемент может быть описан несколькими переменными. Поэтому говорят о разных языках описания системы: каждый язык относится к одному виду потоков данного уровня иерархии. Потоки преобразуются в процессе функционирования системы: либо изменяют свою величину, либо трансформируются в другие потоки. *Параметры* количественно выражают режимы (скорость, интенсивность) преобразования потоков (изменения значений переменных). В отличие от переменных величин параметры обычно задаются неизменными, во всех модельных расчетах они остаются независимыми от состояния системы (другое дело, когда они изменяются, “оптимизируются”, в процессе настройки модели). Чем больше привлекается переменных, тем ближе к оригиналу будет протекать “жизнь” модели, напротив, чем меньше переменных, тем проще оказывается объяснить причинно-следственные связи между элементами системы, и тем легче будет настроить модель. Противоречие “простота – полнота” модели (Перегудов, Тарасенко, 1989, с. 281) заставляет на разных этапах стремиться к оптимальной конструкции. В процессе настройки модели приходится улучшать модель путем добавления или исключения переменных с контролем ее адекватности системе-оригиналу (Дженнрич, 1986, с. 78). Формальным методом для этого служит оценка статистической значимости параметров, которая позволяет достаточно обоснованно изменять их состав. В арсенал эффективных приемов исправления модели входят агрегация переменных (Акоф, Сасиени, 1971, с. 105), декомпозиция исходных переменных на две или более составляющих, конструирование скрытых переменных (Страшкраба, Гнаука, 1989, с. 53). В целях упрощения описания модели часть непрерывных переменных зачастую переводят в дискретную форму. Так, преобразование плавной периодической функции в форму дискретной (прямоугольной) функции во многом упрощает анализ динамики процесса, почти не снижая его точности (Мерсер, 1964, с. 148). Гладкую кривую нормального распределения непрерывного признака переводят для упрощения расчетов в дискретную форму, основанную на интервальной шкале (Ивантер, Коросов, 1992, с. 21–22).

Не все модельные переменные играют одинаковую роль в построении модели и их обычно разделяют на три функционально различных: *независимые* (управляющие, движущие, вынуждающие, экзогенные); *зависимые* (управляемые, состояния, местоположения, эндогенные); *скрытые* переменные (неизвестные, внутренние, фиктивные, латентные). По отношению к объекту исследования некоторые переменные, характеризующие среду, бу-

дут *независимыми* (например, суточная динамика температуры), другие, характеризующие состояние объекта, фактически, причинно оказываются *зависимыми* от первых (например, уровень метаболизма животных). Значения внешних переменных в пределах имитационной системы никак не изменяются, они характеризуют состояние среды, влияющей на объект исследования, и состояние этого объекта. Эти значения получены эмпирическим путем и известны еще до начала моделирования (хотя обычно модель требует проведения дополнительных исследований). Из них формируется набор эмпирических данных. В рамках имитационной системы независимые реальные переменные служат основой для расчета зависимых *модельных* переменных. Зависимые реальные переменные служат основой для настройки параметров модели, а также для оценки близости модели к прототипу. Уравнениями имитационной модели вычисляются другие ряды чисел – **модельные** (*внутренние*, расчетные, управляемые) переменные; при этом используются значения реальных независимых переменных, а также значения других модельных переменных. Если каждой из них в действительности соответствует реальная зависимая переменная, количественные наблюдения, то эти модельные переменные следует назвать *явными*. Они используются для настройки параметров модели и для проверки ее адекватности. Помимо названных, имитационные модели содержат *скрытые* переменные (**скрытые модельные** переменные). Такое название появилось потому, что эти характеристики не регистрируются в природе и в силу этого в рамках модели скрыты от прямого контроля со стороны реальных данных. Для них не существует аналогов в рядах натуральных наблюдений из-за невозможности, сложности или высокой стоимости сбора данных (хотя предполагается, что такой характеристикой природный объект обладает). Смысл введения этих гипотетических переменных состоит в попытке оценить значения тех экологических факторов или внутренних функций систем, которые трудно изучить непосредственно. Эти переменные играют важнейшую роль в моделировании, поскольку выступают заместителями неизвестной реальности, служат способом анализа природных явлений, дают возможность глубже проникнуть в структуру исследуемой системы. Однако чаще всего интересен как раз тот случай, когда оцениваются значения переменной, внешней по отношению к изучаемому объекту, определяются уровни неизвестного фактора среды, т. е. значения, по существу, независимой переменной.

Структура модельных переменных, диктует и список модельных параметров. Определиться с составом параметров необходимо в первом приближении еще перед построением модельных формул. Модельные параметры сосредотачивают на себе весь смысл построения модели, это квинтэссенция теоретических представлений о динамике реальной системы, главная характеристика способа ее существования. Поэтому формирование блока параметров – самый ответственный этап в моделировании. Число параметров обычно меняется в процессе создания формул и при доводке модели до уровня приемлемой адекватности, однако общие ориентиры следует наметить заранее.

Кроме теоретических положений о структуре реальной системы росту сложности модели препятствует ряд формальных ограничений. Чем больше уравнений и параметров представляют систему, тем более точной, “портретной”, оказывается модель (Розенберг, 1984, с. 30, 95; Перегудов, Тарасенко, 1989, с. 281–282). Однако общее пожелание формулируется так: “поменьше параметров”. Во-первых, не может быть эффективной настройка модели, содержащей более 10 параметров; в этом случае увеличивается количество разных решений одной и той же системы уравнений, а методов формального выбора лучшего решения не существует (Страшкраба, Гнаука, 1989, с. 56). Кроме того, для обеспечения достаточной точности имитации в среднем каждое уравнение должно содержать менее 4-х параметров (Федоров, 1983, с. 21). Эти ограничения не означают, что модель должна быть “маленькой”, т. е. должна описывать ограниченное число переменных. Если каждый из модельных коэффициентов контролирует аналогичные процессы, происходящие в разных точках пространства с разными объектами или в разные моменты времени, то число переменных может достигать десятков и сотен. Если система-оригинал имеет сложную структуру, то проблему включения многих параметров обходят, используя блочный принцип составления модели. Всю систему разбивают на относительно независимые блоки, состоящие из небольшого числа уравнений, отдельно настраивают параметры, а затем связывают в общую модель, часто через интерфейсные (внешние) переменные (Левченко, 1993, с. 311; Иванищев и др., 1989, с. 53–55).

Еще один эффективный подход к описанию сложных систем состоит в том, чтобы последовательно строить преемственный ряд все более сложных моделей до момента удовлетворительного описания реальной системы (Галицкий, 1981, с. 104). При первоначально кажущейся большой сложности объект удается смоделировать, затратив меньшие усилия. Этот способ характерен для большинства представленных примеров. Чрезмерное количество параметров свидетельствует, скорее всего, о плохо продуманной структуре модели, слабо структурированной блок-схеме и смешении элементов разного уровня иерархии.

С одной стороны, значения параметров и строение модели подгоняются под выборочные данные, которые, понятно, есть лишь тень исследуемого объекта, но не он сам (Прицкер, 1987, с. 18), тогда как модель должна копировать не просто выборку, но объект исследования. С другой стороны, выборочные данные могут быть настолько фрагментарны, неполны, “загрязнены” стохастическим шумом, что настройка системы уравнений становится неразрешимой задачей (Страшкраба, Гнаука, 1989, с. 56).

Конструирование уравнений есть процесс установления соотношений между переменными и параметрами. Отдельные уравнения (математические выражения) модели соответствуют блокам блок-схемы и описывают процессы преобразования одних потоков в другие. Составление блок-схемы и воплощение ее в систему уравнений есть по существу “навязывание” представлений исследователя о происходящих процессах – структуре модели (Розенберг, 1984, с. 95). Цель моделирования в том и состоит, чтобы соотнести на-

ши предположения, выраженные в форме модели, с поведением объекта исследования. Логика оформляется количественно и сопоставляется с реальностью. Моделирование как раз и “является эффективным средством исследования структуры”, направленным на то, чтобы стали “понятны причины связи между управляемыми и неуправляемыми переменными” (Акоф, Сасиени, 1971, с. 114, 83). Имитационная модель может описывать как выборку объектов, так и временную динамику системы. В последнем случае важно определиться с порядком вычислений. Для этого организуется дискретный (чаще всего равномерный) ход времени, когда реально непрерывное течение времени разбивается в модели на множество отдельных моментов (периодов, промежутков). Реальные данные могут и не соответствовать каждому из этих шагов модели, важно другое, чтобы динамика реальной системы в целом отображалась в электронном аналоге. В течение одного промежутка времени (характерное время процесса) происходят модельные *события* – одновременное изменение всех переменных при условии постоянства внешних воздействий (Ляпунов, 1968, с. 70; Мастецкий, 1997, с. 10). Шаг за шагом система переходит из одного состояния в другое, текущее определяется предыдущим. Это значит, что в расчетах нового значения каждой переменной на i -м временном шаге используются те значения определяющих их переменных, которые они принимали на предыдущем, $i-1$ -м временном шаге: $Y_{1i} = a \cdot X_{1i-1} + \dots$; $Z_{1i} = b \cdot Y_{1i-1} + \dots$; ... Все вычисления, проводимые на данном временном шаге, оказываются независимыми друг от друга, а полученные значения – постоянными в течение этого периода. Такая пошаговая организация вычислений снимает проблему зацикливания (циклических ссылок между ячейками Excel).

Как и при аналитическом моделировании, главная проблема создания имитаций состоит в конструировании модельных формул. Цель аналитической модели – выразить закон явления. Цель имитационной модели – рассчитать параметры механизма конкретного явления. Поэтому требования к формулам имитационных моделей весьма специфичны – они обязательно ориентированы на фактический материал. Имитационная модель должна не просто математически описать объект, но описать его таким образом, чтобы вычислялись те же самые переменные, что наблюдались. В этом и заключается главное правило составления модельных формул: ***выразить известные переменные (Y_j) через неизвестные параметры (a_j).***

Формулы имитационной модели вычисляют значения модельных переменных, для которых имеются (явные переменные) или отсутствуют (скрытые переменные) аналоги в массиве исходных данных (среди зависимых переменных). Существует два принципиально разных пути модельного отображения реальности (два типа имитационных моделей): описание процесса в целом (описательная модель) и характеристика скорости процесса (динамическая модель). ***Описательная модель*** выражается одним уравнением, которое охватывает процесс целиком и позволяет непосредственно вычислить значения переменных при любых значениях независимой переменной (в любой момент времени). По своим результатам такое моделирование

подобно регрессионному анализу. *Динамическая модель* служит для описания скорости и результата процесса, она характеризует причинный механизм его протекания, поскольку дает возможность сконцентрировать внимание на исследовании каждого момента осуществления процесса. В отличие от единственного уравнения описательных моделей динамические имитационные модели представлены как минимум двумя уравнениями. Одно из них для каждого шага позволяет рассчитать только сиюминутный результат процесса. Второе служит для аккумуляции частных результатов, полученных на всех предыдущих шагах.

После того как построена математическая основа модели, приступают к программированию, переносу математических выражений в среду ЭВМ. В рамках развиваемого подхода программирование означает создание имитационной системы на листе Excel. В отличие от программирования последовательного (Basic), структурного (Fortran, Pascal, C, TurboBasic, QuickBasic), блокового (СЛАМ, Sepath в Statistica, "I think") и объектного (Visual Basic, Delphi и др.) организация имитационной системы на листе Excel есть программирование *табличное*. Оно имеет целый ряд отличительных черт. Имитационной системой называют информационную среду, в арсенал которой должны входить средства ввода и сохранения данных, программирования, отладки, настройки модели и презентации результатов (Моисеев, 1981, с. 213). Расположившиеся на листе Excel три блока имитационной модели (реальные данные, расчетные данные, значения параметров) еще не позволяют выполнить основную задачу имитационного моделирования – определить оптимально точные значения параметров, характеризующих исследуемый процесс. В идеале величина параметров должны быть такой, чтобы значения модельных переменных (Y') в точности совпали со значениями, наблюдавшимися в природе (опыте) (Y). Если значения реальных и модельных переменных различаются, а это значит, что либо текущие параметры модели не вполне точно характеризуют механизм наблюдаемого процесса, либо принятый вид модели, модельные формулы, не соответствуют специфике явления. В первом случае нужно приложить все усилия, чтобы уменьшить наблюдаемое отличие путем изменения значений параметров.

5. ВЫПОЛНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

5.1. Классификация экспериментов и элементы теории подобия

Основной целью экспериментальных исследований является выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и на этой основе – широкое и глубокое изучение темы научного исследования.

Перед организацией экспериментальных исследований разрабатываются задачи, выбираются методика и программа эксперимента. Его эффективность существенно зависит от выбора средств измерений. При решении этих задач

необходимо руководствоваться инструкциями и стандартизированными методиками.

Затем составляется рабочий план, в котором определяются объем экспериментальных работ, методы, оборудование и сроки, в течение которых должна выполняться работа.

Основой любого эксперимента является научно поставленный опыт с точно учитываемыми условиями. Существует несколько классификаций эксперимента. По структуре изучаемых объектов и явлений различают простые и сложные эксперименты; по числу варьируемых факторов – однофакторные и многофакторные; по организации проведения исследования различают **лабораторные, натурные, производственные** и т.д. Лабораторный эксперимент проводят в лабораторных условиях с применением типовых приборов, установок и т.д. Для паспорта научной специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве лабораторные эксперименты также можно разделить на два типа: по **исследованию макета или самой установки**, по **исследованию физического воздействия** (электромагнитного, электростатического или другого полей, электроактивированных растворов и т.д.) на биологические объекты. В большинстве диссертаций в эксперименте чаще всего изучается не сам объект, а его масштабированная копия – **макетный образец**. В качестве примера на рисунке 5.1 приведены макетные образцы электроозонаторов. Однако, они могут применяться и для работы в реальных условиях, но если не требуется большие мощности.



Рисунок 5.1- Макетные образцы озонаторов с измерительным оборудованием

На рисунке 5.2 представлены макеты и действующие образцы электроактиваторов водных растворов.



Рисунок 5.2- Макетные и действующие образцы электроактиваторов водных растворов

Изготовленное в натуральную величину оборудование аспирантами требует, как правило, больше места и приборов, позволяющих измерять большие мощности электрического тока. На рисунке 5ю3 изображено оборудование по исследованию регулятора производительности вентилятора и центрифуга с электроприводом для откачки меда.



Рисунок 5.3- Изображение оборудования по исследованию регулятора производительности вентилятора и центрифуга с электроприводом для откачки меда.

При выполнении исследований с макетными и действующими образцами необходимо тщательно соблюдать условия эксперимента для получения данных максимально адекватных действительности и не доверять полностью проведения экспериментов только лаборантскому составу. На рисунке 5.4 аспиранты проводят исследования со своим оборудованием.

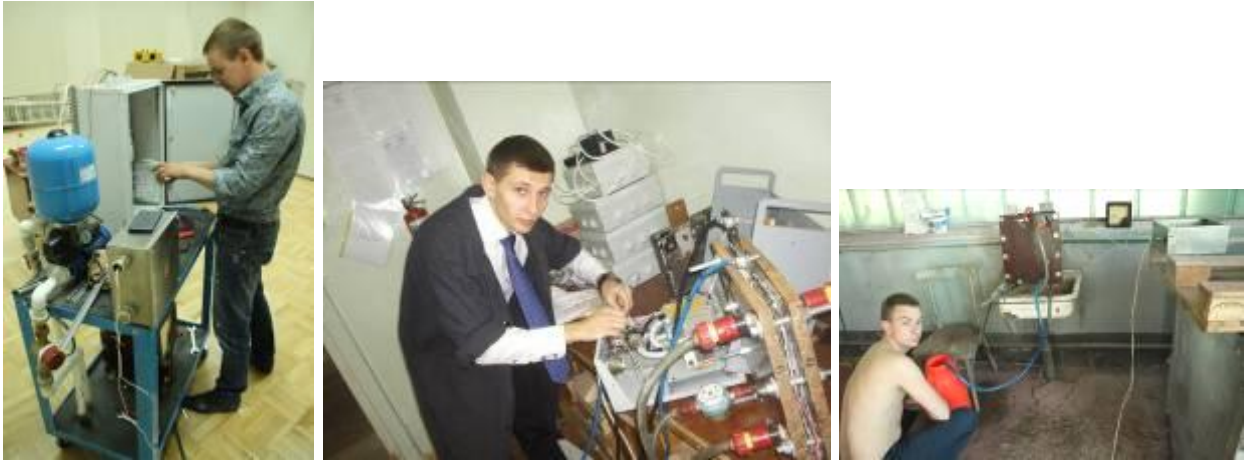


Рисунок 5.4- Проведение исследований аспирантами

Нужно также учитывать, что при проведении измерений используется как стандартные, выпускаемое промышленностью приборы, так и изготовленные комплекты измерительных систем. На рисунке 5.5 показаны измерительные приборы и стенд для испытаний и измерений параметров электрических машин.

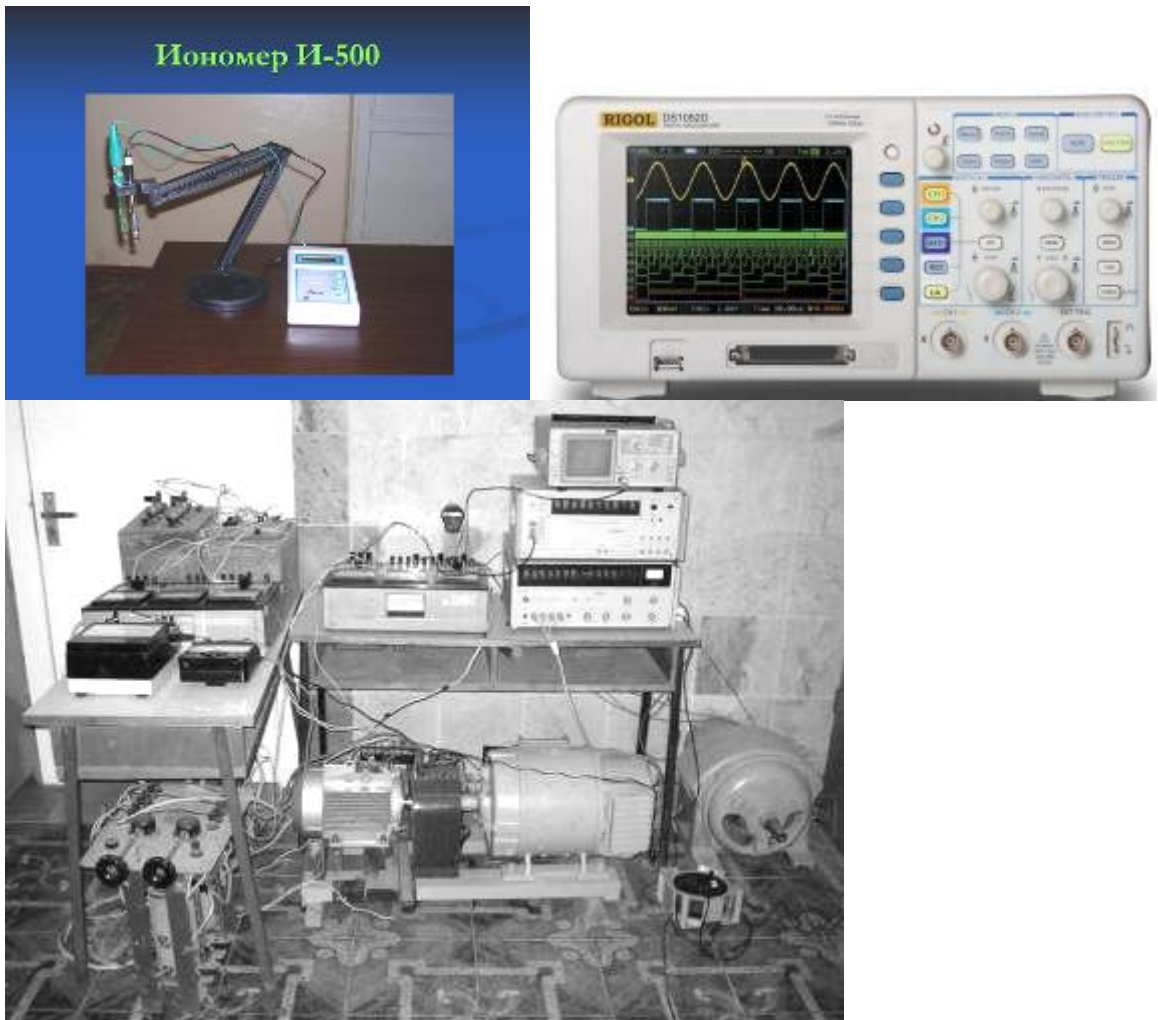


Рисунок 5.5- Измерительные приборы и стенд для испытаний и измерений параметров электрических машин.

При проведении лабораторных исследований по определению уровня реакции биологического объекта на степень электрофизического воздействия нужно помнить, что должно быть несколько параллельных проб (2-5), чтобы получить более точные результаты путем усреднения результата. При выполнении эксперимента необходимо вести лабораторный журнал, куда тщательно заносят время и условия проведения эксперимента, все полученные результаты, их математическую обработку. В начале готовят саму установку для обработки проб, например в качестве такого оборудованию может использоваться озонатор с емкостью (Рис. 5.6)

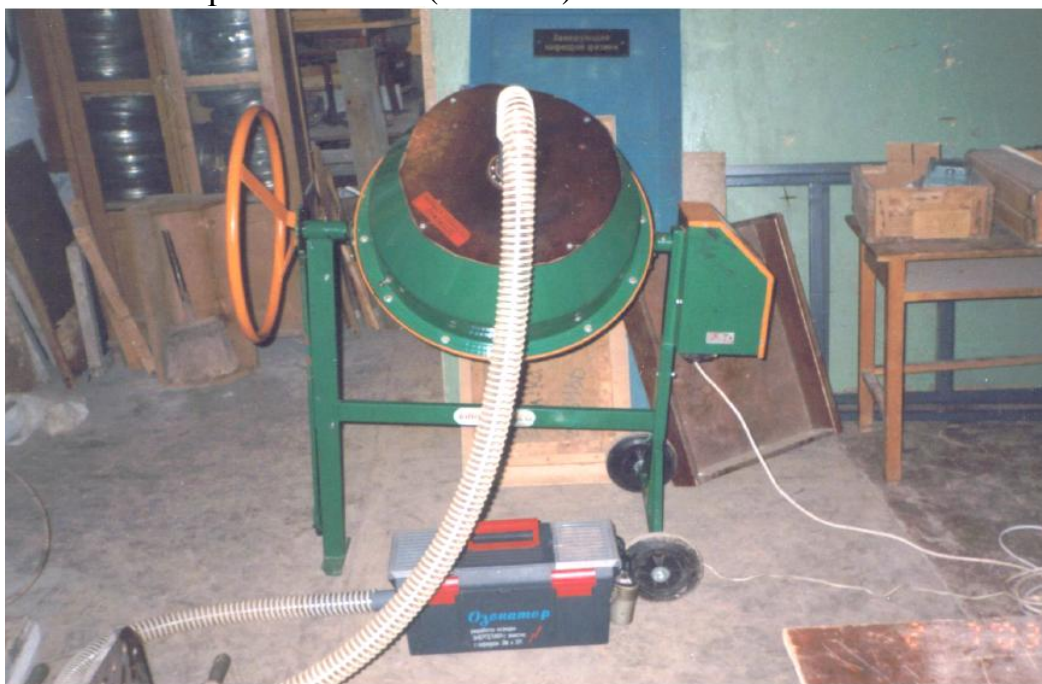


Рисунок 5.6- Установка для обработки зерна озоном.

Далее планируют эксперимент по дозам обработки и осуществляют такую обработку. После получения контрольных и обработанных проб проводят соответствующие анализы (всхожесть энергия роста, обсемененность и т.д.). Лучше эту часть перепоручить лаборатории, которая имеет государственную сертификацию и она проведет анализ по соответствующим методикам. Однако, можно проводить и самостоятельно при наличии соответствующего оборудования и изучения специальных методик. На рисунке 5.7 представлены результаты анализа по обработке зерна. В качестве примера также можно привести вид образцов подвергнутых обработке озоном для определения степени гибели бактерий (Рис. 5.8). На рисунке 5.9 приведена обработка результатов экспериментов и построены соответствующие графики. Для проверки электротехнологических воздействий на растения обычно приходится закладывать большое количество опытов с несколькими повторностями и приходится иметь определенное количество контейнеров для опытов да еще нужна площадь куда это все поставить. В таких случаях часть экспериментов приходится проводить на прилегающей территории к учебному заведению. Так например на рисунке 5.10 показаны контейнеры с опытами по воздействию анолита на растения.

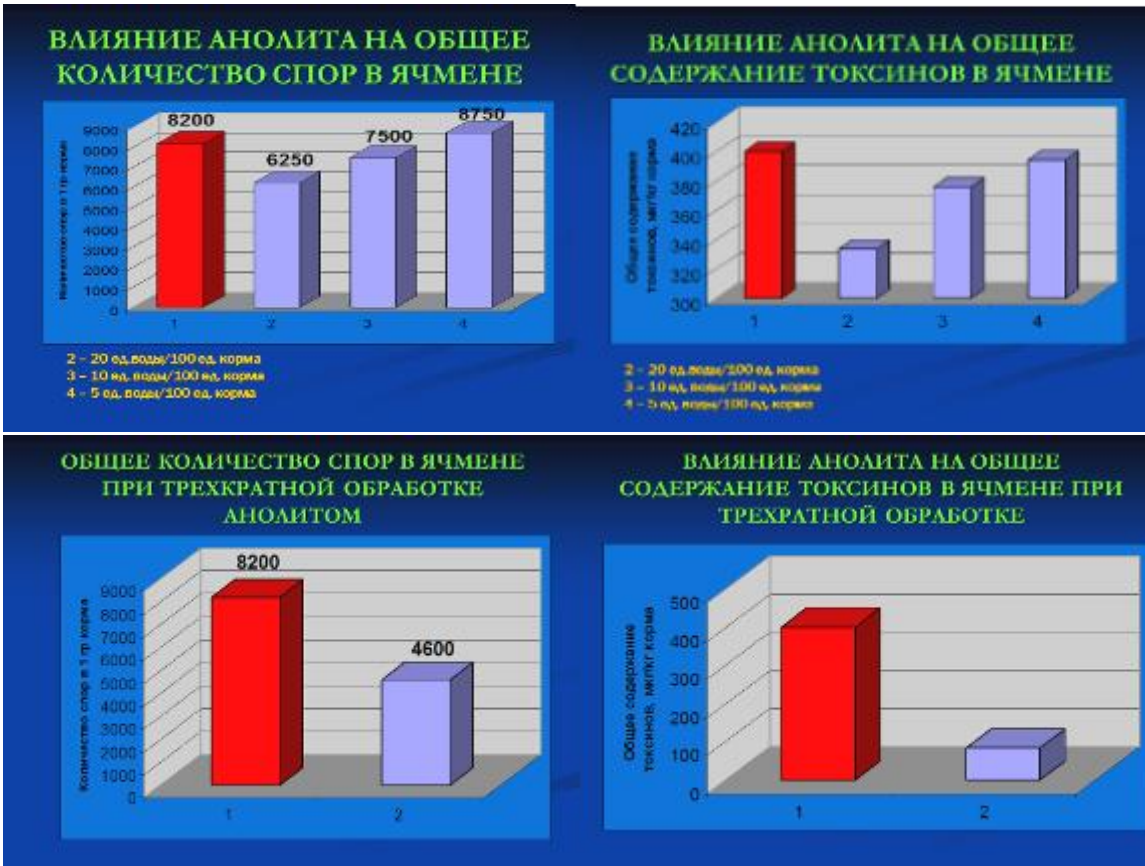


Рисунок 5.7- Результаты лабораторных экспериментов по обработке ячменя электроактивированным раствором анолита.

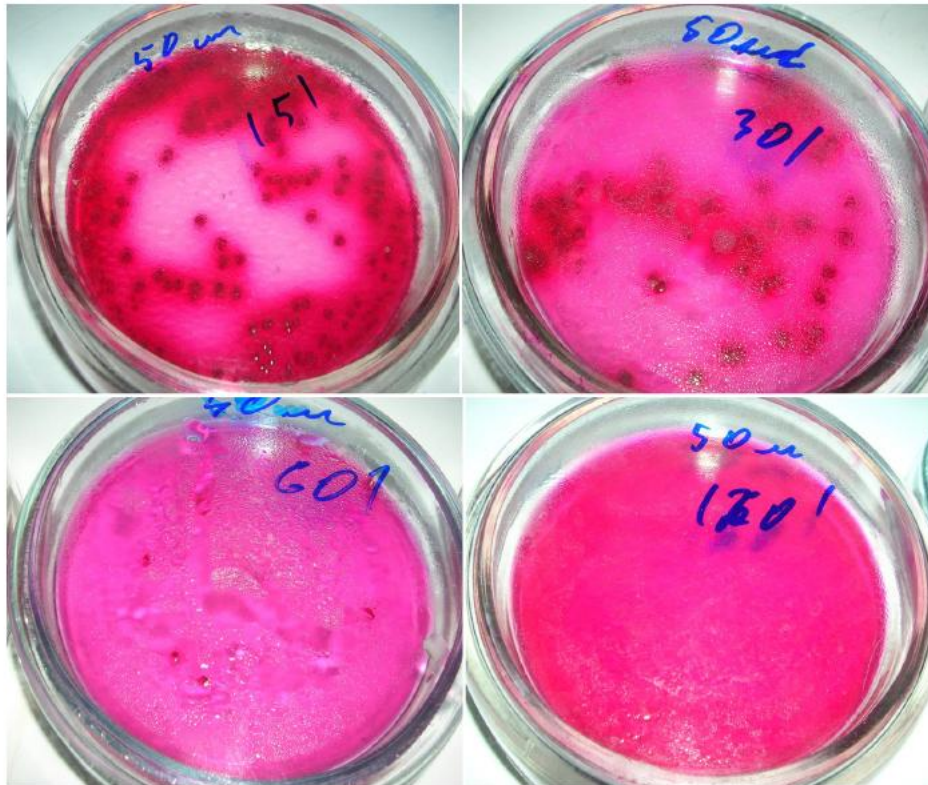


Рисунок 5.8 – Изображение чашек Петри с посевами тест-бактерий после обработки озоновоздушной смесью с концентрацией озона 50мг/м³ и экспозициями 15, 30, 60, 120 мин.

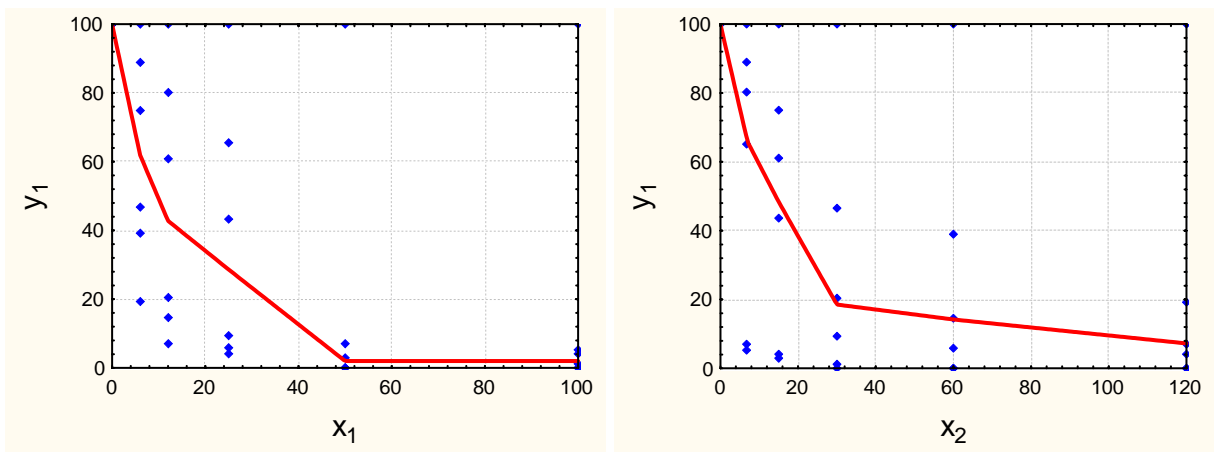


Рисунок 5.9 – Диаграммы влияния концентрации озона (1) в озонозвоздушной смеси, подаваемой в контейнер с чашками Петри, и времени воздействия и значение параметра выживаемости *Escherichia coli*.



Рисунок 5.10– Контейнеры с опытами по воздействию анолита на растения и проведение экспериментов на прилегающей территории.

Однако лабораторный эксперимент не всегда полностью моделирует реальный ход изучаемого процесса. Поэтому может возникнуть необходимость проведения натурального эксперимента. Натурный эксперимент проводят в естественных условиях и на реальных объектах (проведение эксперимента на действующем оборудовании в животноводческих помещениях, на полях сельскохозяйственных предприятиях, на предприятиях переработки сельскохозяйственной продукции и т.д.). Так например, проверить реакцию пчел на озон, определить степень развития пчелиной семьи с обработкой озоном и без нее, а также установить влияние электрообогрева на развитие семей в зимний период – все это можно увидеть только на реальном объекте (Рис.5.11). Аналогично более адекватные результаты получаются при контрольных посевах на реальных полях, где всегда можно сравнить обработку с контролем (Рис.5.12).



Рисунок 5.11- Обработка пчелиных семей озоном, установка нагревательных элементов в ульи и соответствующее измерительное оборудование



Рисунок 5.12- Обработка растений гербицидом на основе анолита

Соблюдение техники безопасности при выполнении лабораторного эксперимента (Общие требования безопасности). К работе в лаборатории допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасным методам работы в лаборатории и пожарной безопасности. Любые работы в лаборатории надо выполнять точно, аккуратно, не допуская поспешности и беспорядочности. На рабочем столе могут находиться только необходимые в данный момент приборы и оборудование. К работе в лаборатории можно приступать только в том случае, если все её этапы понятны и не вызывают никаких сомнений. При возникновении каких-либо неясностей следует обратиться к руководителю (преподавателю). Работы, связанные с повышенной опасностью, необходимо проводить под непосредственным наблюдением лаборанта или руководителя.

Аспиранты и другие лица, работающие в лаборатории, должны знать, где находится аптечка, и владеть приёмами оказания первой (доврачебной) помощи при несчастных случаях.

По стадии научных исследований эксперименты делятся на лабораторные и производственные. Лабораторные эксперименты служат для изучения общих закономерностей различных явлений и процессов, для проверки научных гипотез и теорий. Производственный эксперимент проводят при создании нового изделия или процесса по данным лабораторных испытаний, при оптимизации существующего процесса, при проведении контрольно-выборочных испытаний качества выпускаемой продукции. Лабораторные опыты проводят с применением типовых приборов, специальных моделирующих установок, стендов, оборудования и т.д. Эти исследования позволяют наиболее полно и доброкачественно, с требуемой повторяемостью изучить влияние одних характеристик при варьировании других. Лабораторные опыты в случае достаточно полного научного обоснования эксперимента (математическое планирование) позволяют получить хорошую научную информацию с минимальными затратами. Однако, такие эксперименты не всегда полностью моделируют реальный ход изучаемого процесса, поэтому возникает потребность в проведении производственного эксперимента. Производственные экспериментальные исследования имеют целью изучить процесс в реальных условиях с учетом воздействия различных случайных факторов производственной среды. Пассивные производственные эксперименты заключаются в сборе данных и анализе случайных отклонений от заданных параметров процесса. В активных экспериментах изменения параметров процесса заранее планируют и задают.

Иногда возникает необходимость провести поисковые экспериментальные исследования. Они необходимы в том случае, если затруднительно классифицировать все факторы, влияющие на изучаемое явление вследствие отсутствия достаточных предварительных данных. На основе предварительного эксперимента строится программа исследований в полном объеме.

Теория эксперимента включает три основных направления. Первое – подобие и моделирование. Отвечает на вопросы, какие величины следует измерять во время эксперимента и в каком виде обрабатывать результаты, чтобы

выводы оказались справедливыми не для данного частного случая, но и для группы объектов или явлений. Второе – математическое планирование эксперимента. Включает совокупность процедур для построения искомых зависимостей с минимальными затратами. Третье – статистическая обработка данных эксперимента. Позволяет на основе данных, имеющих погрешности получить достоверные результаты.

Все лабораторные эксперименты нужно проводить с использованием современных приборов с возможностью подключения ПЭВМ. Эксперименты лабораторного типа можно разбить на два типа: опыты, связанные с изготовлением нового оборудования и проверки его функционирования в различных режимах работы; опыты по доказательству положительного эффекта от различных электрофизических воздействий на биологические объекты.

Изготовление нового оборудования приводит к появлению материальной модели объекта исследований. Материальные модели условно разделяются на натурные и физические. Натурная модель - это сам объект исследования. На натурной модели можно проводить лабораторные и производственные эксперименты. Если целью диссертационного исследования состоит изготовление реального образца, то все эксперименты проводятся на нем, например, создание асинхронного генератора мощностью до 2 кВт, изготовление устройства защиты электродвигателя, создание озонатора небольшой мощности и т.д. В таких исследованиях часть проблем, связанных с адаптацией реальному оборудованию исчезает.

Физическая модель характеризуется тем, что физическая природа протекающих в ней процессов аналогична природе процессов объекта-оригинала. Если физическая модель подобна оригиналу, то поставленный на ней эксперимент через масштабные коэффициенты может быть пересчитан на натуру. Полученная при этом информация будет соответствовать результатам натурального эксперимента. В качестве примеров таких исследований можно привести следующие: разработка асинхронного генератора мощностью 100 кВт и выше, создание трансформаторов 200 кВт и выше и др. Исследование на физических моделях, например, позволяет ускорить или замедлить процессы, которые в реальных условиях протекают со скоростью, затрудняющей наблюдения, сократить затраты на изготовление реальных образцов. Иногда вообще не реально провести какие-то эксперименты на действующем оборудовании (насосы 1 мВт, производственные объекты с непрерывным циклом работы и т.д.). Сознательное использование моделей позволяет с меньшими затратами получить более строгие результаты и избежать ряда погрешностей.

Важнейшим требованием, предъявляемым к моделям, является их подобие объектам-оригиналам. Два элемента подобны, если характеристики одного могут быть получены путем пересчета характеристик другого. Различают абсолютное и практическое подобие. Первое требует тождества всех процессов в объектах в пространстве и во времени. Второе же требует подобия только тех процессов, которые существенны для данного исследования.

Теория подобия нашла широкое применение, как средство, значительно уменьшающее трудовые и материальные затраты, сокращающее сроки про-

ектирования и внедрение объектов в производство, позволяющее выбирать оптимальные (рациональные) значения геометрических, силовых и других параметров машин.

Более ста пятидесяти лет назад возникла новое направление научного знания – учение о подобии. В 1686 г. И. Ньютоном было высказано гениальное предвидение, а в 1848 г. Ж.Бертраном была сформулирована первая теорема подобия для механических систем о существовании инвариантов подобия. Исходя из математического выражения второго закона Ньютона, Бертран показал, что у подобных явлений есть комплекс, имеющий одно и то же значение в сходственных точках подобных явлений. Этот комплекс называется инвариантом, или критерием механического подобия. В общем случае различают три вида подобия: геометрическое, кинематическое и динамическое. Наиболее простым является подобие геометрическое, требующее, чтобы линейные размеры природы и модели находились в постоянном соотношении, другими словами, модель повторяет природу в каком-то масштабе.

Это требование можно записать в виде

$$\frac{L_n}{L_m} = k_L$$

где k_L - масштабный множитель.

Для площадей (S) и объемов (V):

$$\frac{S_n}{S_m} = k_L^2 \quad \frac{V_n}{V_m} = k_L^3$$

Применительно к физическим явлениям элементарные представления геометрического подобия расширяются и распространяются на все величины, характеризующие данный процесс. Если учесть, что они могут изменяться как во времени, так и в пространстве, образуя поля, то возникает понятие о временном подобии и подобии полей, называемое кинематическим подобием. В механике жидкости оно сводится к подобию полей скоростей в потоках, движущихся в геометрически подобных каналах. Так как механическое движение происходит под действием сил, вводится понятие динамического подобия, которое требует, чтобы в соответствующих точках природы и модели силы находились в постоянном соотношении.

Рассмотрим простейший пример. Известно, что движение любой механической системы подчиняется закону Ньютона:

$$F = m \frac{dv}{dt}$$

По закону Ньютона для двух подобных систем можно записать

$$F_1 = m_1 \frac{dv_1}{dt_1} \quad F_2 = m_2 \frac{dv_2}{dt_{21}}$$

Разделив первое уравнение на второе получим:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2} \frac{dv_1}{dv_2} \frac{dt_2}{dt_1} \text{ или } \frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2} \frac{v_1}{v_2} \frac{t_2}{t_1}$$

Зная, что $m = \rho V \equiv \rho L^3$ имеем

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_1 L_1^3 v_1 t_2}{\rho_2 L_2^3 v_2 t_1}$$

По смыслу L/t есть скорость, поэтому

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_1 L_1^2 v_1^2}{\rho_2 L_2^2 v_2^2}$$

Либо

$$\frac{F_1}{\rho_1 L_1^2 v_1^2} = \frac{F_2}{\rho_2 L_2^2 v_2^2}$$

Очевидно, что полученные комплексы безразмерны. Таким образом, для двух подобных систем сохраняется числовое равенство безразмерных комплексов

$\frac{F}{\rho L^2 v^2}$. Кратко это условие можно записать так:

$\frac{F}{\rho L^2 v^2} = idem$. В честь Ньютона этот комплекс обозначается двумя первыми буквами его фамилии:

$$\frac{F}{\rho L^2 v^2} = Ne$$

Данную запись называют числом подобия Ньютона, а выражение $Ne=idem$ - основным законом динамического подобия механических систем (законом Ньютона). Величины L и v , входящие в выражения называются определяющим линейным размером и определяющей скоростью. При проведении опытов они выбираются экспериментатором произвольно, исходя из удобства их измерения.

Полученные результаты заслуживают того, чтобы остановиться и сделать кое-какие полезные выводы. Во-первых, они позволяют ответить на один из поставленных выше вопросов: как спроектировать и построить модель. Ответ очевиден: так, чтобы она была геометрически подобна натуре. Во-вторых, из сказанного следует, что для обеспечения динамического подобия не требуется, чтобы все величины, определяющие характер процесса в натурном объек-

те, были численно равны аналогичным величинам в модели. Достаточным является равенство безразмерных комплексов, составленных из этих величин для природы и модели, называемых числами подобия.

Какие преимущества дает такой подход в практическом плане? Из математической статистики известно, что число опытов, которое необходимо поставить для того, чтобы получить закономерность, достоверно описывающую какое-то физическое явление, определяется из соотношения:

$$N = n^k$$

где n - число экспериментальных точек, которое необходимо снять для обеспечения представительности опыта ($n_{min} = 5$); k - число величин, подлежащих варьированию в опытах.

Таким образом, минимальное число опытов

$$N = 5^k$$

Если в опытах варьируется число Ньютона (например, за счет изменения скорости), то $k = 1$ и $N = 5$, но если изучать влияние каждой из величин (ρ , u , L), то $k = 3$ и число опытов $N = 125$. Следовательно, использование числа подобия в качестве своеобразной обобщенной переменной позволяет уменьшить число необходимых опытов в 25 раз, а если для надежности принять $n = 10$, то в 100 раз.

В-третьих, можно ответить на вопрос о том, какие величины следует измерять в опытах и как переносить результаты на натуральный объект. Так как при проведении опытов необходимо обеспечить равенство чисел подобия природы и модели, то ясно, что измерению подлежат лишь те величины, которые входят в эти числа. По результатам измерений можно вычислить числа подобия модели и, исходя из равенства их числам подобия природы, произвести пересчет.

Остается открытым вопрос, который, по существу, является центральным. Как же найти числа подобия, характеризующие изучаемый процесс либо явление? Очевидно, что только ответ на него открывает путь для практической реализации теории подобия. Ответ на этот вопрос дают основные теоремы подобия. В природе существуют только те подобные явления, у которых критерии одинаковы. Это и есть первая теорема подобия, которая носит имена Ньютона и Бертрана. Для явлений, подобных в том или ином смысле, существуют одинаковые критерии подобия. Тотчас после вывода началось практическое применение первой теоремы для обработки опытных данных в так называемых критериях подобия. Рейнольдс выразил закон движения жидкости по трубам одной общей формулой, названной впоследствии критерием Рейнольдса. Оказалось возможным объединить таким путем все численные данные опытов по гидравлическому сопротивлению, проведенными различными исследователями на воде, воздухе, паре, различных маслах и т.д. Фруд, изучая мореходные качества судов на моделях, представил результаты опытов в виде критериального уравнения, которые можно было распространить на суда, подобные по своей геометрической конфигурации испытанным моделям. Выдающийся русский ученый Н.Е. Жуковский положил теорию по-

добия в основу критериальной обработки опытов над моделями самолетов, продуваемых в аэродинамической трубе, для того, чтобы результаты опытов можно было перевести на подобные моделям самолеты. Если бы уравнение физического процесса можно было составить из инвариантов подобия, то это было бы общее уравнение, одинаковое для всех подобных явлений.

Вторая теорема подобия устанавливает возможность такого преобразования физических уравнений и носит имя американского ученого Букингэма. Полное уравнение физического процесса, может быть представлено зависимостью между критериями подобия, т.е. зависимостью между безразмерными величинами, определенным образом полученных из уравнения процесса.

Первая и вторая теоремы были выведены из предположения, что подобие явлений уже установленный факт. Обе теоремы устанавливают свойства подобных явлений, но они не указывают способа для определения подобия этих явлений. Возникает вопрос: по каким признакам можно определить подобие явлений. Ответ дает третья теорема подобия, которая носит имена М.В.Кирпичева и А.А.Гухмана: необходимыми и достаточными условиями для создания подобия является пропорциональность сходственных параметров, входящих в условия однозначности, и равенство критериев подобия сопоставляемых явлений. К условиям однозначности относятся следующие, не зависящие от механизма самого явления:

- геометрические свойства системы, в которой протекает процесс;
- физические параметры среды и тел, образующих систему;
- начальное состояние системы (начальные условия);
- условия на границах системы (граничные или краевые условия);
- взаимодействие объекта и внешней среды.

Процессы в объекте исследования описываются в общем случае системой дифференциальных уравнений связи между факторами и параметром. Необходимым условием подобия двух объектов является одинаковый вид системы уравнений. Только в этом случае характер процессов в объектах может быть одинаковым и их можно отнести к одному классу. Подобие кроме сходства систем уравнений предъявляет к объектам требования однозначности.

Критерии подобия – безразмерные комбинации, которые составлены из физических величин, описывающих процессы в исследуемых объектах. Принято обозначать критерии подобия буквой π . В соответствии с теорией подобия при экспериментах необходимо измерять все величины, входящие в критерий. Обработать результаты следует в виде зависимостей между критериями подобия. Полученные таким образом зависимости будут справедливы не только для данного эксперимента, но и для всех подобных объектов.

Вторую теорему подобия часто называют π – теоремой. Однако π – теорема является более информативной и имеет прикладной характер. В соответствии с π – теоремой, если процесс в объекте характеризуется m фундаментальными физическими величинами, для выражения размерностей которых используется k основных единиц, то этот процесс можно описать $m-k$ безразмерными комбинациями, составленными из этих величин.

Из теоремы следуют два важных практических вывода.

Первый – уравнения, описывающие физические процессы, могут быть выражены уравнениями связи между безразмерными комбинациями – критериями подобия. Последние уравнения будут справедливы для всех подобных объектов.

Второй - число независимых критериев равно $m-k$. Оно меньше числа размерных физических переменных на число основных единиц. Т.е. речь идет об уменьшении числа переменных, которыми описывают процесс. Это в свою очередь ведет к уменьшению объема экспериментальных исследований и делает результаты более наглядными.

Часто критерии подобия называют именами ученых, которые их определили. Количество критериев подобия постоянно увеличивается. Необходимо перечислить универсальные критерии подобия, которые играют важную роль в инженерной практике.

1. Геометрические критерии – выражаются отношениями однородных величин, характеризующих размеры объекта:

$$\frac{l}{d} = \frac{l^2}{d^2} = \frac{l^3}{d^3}$$

Эти критерии определяют отношение линейных размеров, площадей и объемов объектов.

2. Механическое подобие – критерий Ньютона, определяется следующим образом:

$$Ne = \frac{Ft}{mv} = \frac{Fl}{mv^2}$$

Из этой формулы следует, что в случае механического подобия систем произведение силы на длину, деленное на массу и квадрат скорости для любой пары сходственных точек реального объекта и его модели имеет одно и тоже численное значение.

3. Гидродинамические критерии подобия характеризуют параметры течения жидкости или газа, а также условия обтекания объекта внешним потоком жидкости или газа.

3.1. Число Рейнольдса. При движении жидкости в потоке возникает сила трения:

$$F_{тр} = \mu S \frac{dv}{dy},$$

где μ - коэффициент динамической вязкости жидкости; $S = y^2$ - площадь трения; $\frac{dv}{dy}$ - градиент скорости по поперечному сечению.

Если подставить в критерий Ньютона, то получим:

$$Ne = \frac{\mu}{\rho v^2} \frac{dv}{dy}.$$

После интегрирования получим критерий подобия в виде

$$Ne = \frac{\mu}{\rho \nu y}.$$

Полученный комплекс называется числом Рейнольдса:

$$Re = Ne^{-1} = \frac{\rho \nu y}{\mu}.$$

В качестве y обычно используется диаметр трубопровода или канала. Критерий Рейнольдса показывает отношение между силами инерции и силами трения в потоке жидкости или газа. Известно также, что данный критерий характеризует условие перехода режима течения жидкости от ламинарного к турбулентному.

3.2. Число Эйлера – характеризует соотношение сил давления и сил инерции в подобных потоках. Для описания потока под действием перепада давления между точками можно заменить силу F силой гидростатического давления ΔP , действующей на площадь $S=l^2$. Если подставить в критерий Ньютона следующие выражения $F = \Delta P l^2$, $m = \rho l^3$, то получим:

$$Ev = \frac{\Delta P}{\rho v^2}$$

3.3. Число Фруда – характеризует подобие процессов, происходящих под действием силы тяжести и сил инерции. Если подставить в критерий Ньютона в параметр силы выражение для силы тяжести $F=mg$, то получим следующую формулу:

$$Ne = \frac{gl}{v^2}.$$

Соответственно комплекс:

$$Ne^{-1} = \frac{v^2}{gl} = Fr,$$

Называется числом Фруда

3.4. Число Маха - учитывает влияние сжимаемости жидкости на характер ее движения:

$$M = \frac{v}{c},$$

где c – скорость звука в рассматриваемой жидкости.

3.5. Число Кнудсена - характеризует влияние разреженности газа на характер его течения:

$$Kn = \frac{l}{l_0},$$

где l – длина свободного пробега молекул, l_0 – характерный размер в поле течения.

3.6. Число Струхала – характеризует соотношение между силой инерции $\frac{\rho v^2}{l}$ и величиной $\frac{\rho v}{\tau}$, учитывающей влияние нестационарности процесса на скорость движения жидкости:

$$Str = \frac{v\tau}{l},$$

где l – характерный размер, τ – характерный интервал времени.

4. Тепловые критерии подобия.

4.1. Число Нуссельта (безразмерный коэффициент теплопередачи) – характеризует соотношение между конвективным переносом теплоты от жидкости к поверхности тела и переносом теплоты теплопроводностью через пограничный слой жидкости:

$$Nu = \frac{\alpha l}{\lambda},$$

где α – коэффициент теплоотдачи, l – характерный размер, λ – коэффициент теплопроводности жидкости.

В инженерных задачах конвективного теплообмена критерий Нуссельта является искомым параметром.

4.2. Число Пекле – характеризует соотношение между конвективным и молекулярным переносом теплоты в потоке:

$$Pe = \frac{vl}{\chi},$$

где χ – коэффициент температуропроводности; $\chi = \frac{\lambda}{\rho c}$; c – удельная теплоемкость жидкости.

4.3. Число Прандтля – характеризует свойства теплоносителя и является критерием подобия температурного и скоростного полей:

$$Pr = \frac{\mu c}{\lambda} = \frac{v}{\chi},$$

где μ – коэффициент динамической вязкости среды, ν – коэффициент кинематической вязкости, $\nu = \mu/\rho$. Число Прандтала является комбинацией чисел Рейнольдса и Пекле:

$$Pr = \frac{Pe}{Re}.$$

4.4 Число Стентона – характеризует соотношение между интенсивностью конвективной теплоотдачи и удельным теплосодержанием потока:

$$St = \frac{\alpha}{\rho v c},$$

Число Стентона может использоваться вместо числа Нуссельта и он представляет собой комбинацию чисел Нуссельта, Рейнольдса и Прандтала:

$$St = \frac{Nu}{Re Pr}$$

4.5 Число Био (критерий теплового подобия) – характеризует меру отношения внутреннего термического сопротивления l/λ_{cm} к внешнему термическому сопротивлению $1/\alpha$:

$$Bi = \frac{\alpha l}{\lambda_{cm}}.$$

По своей структуре число Био походит на число Нуссельта, но отличается физическим смыслом.

4.6 Число Фурье – является критерием тепловой гомохронности и характеризует связь между темпом изменения условий в окружающей среде и темпом перестройки температурного поля внутри тела:

$$Fo = \frac{\chi}{\tau^2}.$$

5. Диффузионные критерии подобия.

5.1. Число Шервуда (диффузионное число Нуссельта) – характеризует соотношение между интенсивностью конвективного массообмена и молекулярной диффузией в пограничном слое потока:

$$Sh = Nu_D = \frac{\alpha_D l}{D},$$

где α_D – коэффициент массотдачи, D – коэффициент диффузии.

Данный критерий используется при изучении диффузии в вынужденном потоке и является безразмерным коэффициентом массотдачи.

5.2. Число Льюиса-Семенова – характеризует соотношение диффузионных и тепловых молекулярных переносов:

$$Le = \frac{D}{\chi}$$

6. Кинетические критерии подобия.

6.1. *Первое число Дамкелера* – характеризует соотношение между скоростью протекания химической реакции и гидродинамической скоростью потока:

$$Da_1 = \frac{kl_0}{\nu}$$

где ν – гидродинамическая скорость потока, k – константа скорости химической реакции, l_0 – характерный размер.

6.2. *Второе число Дамкелера* – характеризует соотношение между тепловым эффектом химической реакции и энтальпией компонентов:

$$Da_2 = \frac{Q}{c_p T}$$

где Q – тепловой эффект химической реакции; c_p – удельная изобарическая теплоемкость; T – температура.

6.3. *Критерий Аррениуса* – характеризует чувствительность скорости протекания химической реакции к изменению температуры:

$$Arn = \frac{E}{RT}$$

где E – энергия активации, R – универсальная газовая постоянная.

Опыты по доказательству положительного эффекта от различных электрофизических воздействий на биологические объекты лучше проводить с использованием теории планирования эксперимента.

5.2 Показатели качества проведения экспериментов

Цель планирования эксперимента – нахождение таких условий и правил проведения опытов при которых удастся получить надежную и достоверную информацию об объекте с наименьшей затратой труда, а также представить эту информацию в компактной и удобной форме с количественной оценкой точности. Часто, приступая к изучению какого-либо процесса экспериментатор не имеет исчерпывающих сведений о механизме процесса. В таком случае можно только указать параметры определяющие условия протекания процесса, и, возможно требования к его результатам, а систему можно представить в виде черного ящика (Рис. 5.13).



Рисунок 5.13 – Представление объекта исследования в виде черного ящика

Если интересующее нас свойство (y) исследуемого объекта зависит от нескольких (n) независимых переменных (x_1, x_2, \dots, x_n), а мы хотим выяснить характер этой зависимости - $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, о которой мы имеем лишь общее представление. Величина y – называется «отклик», а сама зависимость $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – «функция отклика». Отклик должен быть определен количественно. Однако могут встречаться и качественные признаки y . В этом случае возможно применение рангового подхода. Пример рангового подхода - оценка на экзамене, когда одним числом оценивается сложный комплекс полученных сведений о знаниях студента. Отклик y , также называют зависимой переменной. Независимые переменные x_1, x_2, \dots, x_n – иначе факторы, также должны иметь количественную оценку. Если используются качественные факторы, то каждому их уровню должно быть присвоено какое-либо число. Важно выбирать в качестве факторов лишь независимые переменные, т.е. только те которые можно изменять, не затрагивая другие факторы. Факторы должны быть однозначными. Для построения эффективной математической модели целесообразно провести предварительный анализ значимости факторов (степени влияния на функцию), их ранжирование и исключить малозначащие факторы. Диапазоны изменения факторов задают область определения y . Если принять, что каждому фактору соответствует координатная ось, то полученное пространство называется факторным пространством. При $n=2$ область определения y представляется собой прямоугольник (Рис. 5.14), при $n=3$ – куб, при $n > 3$ - гиперкуб.

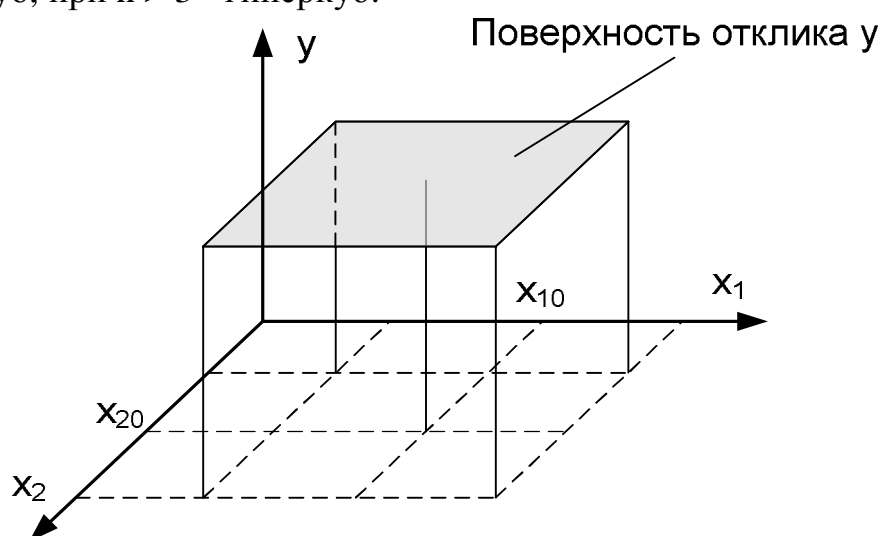


Рисунок 5.14 - Факторное пространство при двухфакторном эксперименте

Построение плана эксперимента сводится к выбору экспериментальных точек, симметричных относительно основного уровня. При установлении основного уровня приходится рассматривать различные ситуации. Ситуации задаются информацией о наилучших точках и определяют решения. Для каждого фактора определяются два уровня, на которых он варьируется в эксперименте. Уровни факторов изображаются двумя точками на координатной оси, симметричными относительно основного уровня. Один из уровней - верхний, другой - нижний. Интервалом варьирования факторов называется некоторое число (свое для каждого фактора), прибавление которого к основному уровню дает верхний, а вычитание - нижний уровень.

Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней, называется полным факторным экспериментом. Условия эксперимента представляют в виде таблицы - матрицы планирования, где строки соответствуют различным опытам, а столбцы - значениям факторов. Для упрощения записи условий эксперимента и обработки экспериментальных данных масштабы по осям задают так, чтобы верхний уровень соответствовал +1, нижний -1, основной - нулю.

В таблице 5.1 показан классический пример матрицы планирования для двухфакторного эксперимента имеющего 3 уровня варьирования факторов (-1, 0 и +1). Число опытов n в эксперименте находится по формуле: $n=N^{\Phi}$, где Φ – число факторов; N - количество уровней.

Полные факторные эксперименты обладают одним значительным недостатком – количество опытов стремительно растет с увеличением числа изучаемых параметров. Такие планы в той или иной степени могут ограничить исследования. Кроме того, количество опытов зачастую прямо пропорционально стоимости эксперимента. Чтобы сократить количество опытов применяют дробные факторные планы. Дробным факторным экспериментом называется система экспериментов, представляющих собой часть полного факторного эксперимента, позволяющая рассчитывать коэффициенты уравнения регрессии и сократить объем экспериментальных данных. Такие эксперименты обладают меньшей информативностью, но позволяют значительно сократить количество опытов.

Таблица 5.1 – Матрица планирования двухфакторного эксперимента

№ опыта	X ₁	X ₂
1	-1	-1
2	-1	0
3	-1	1
4	0	-1
5	0	0
6	0	1
7	1	-1
8	1	0
9	1	1

Методы планирования эксперимента позволяют минимизировать число необходимых испытаний, установить рациональный порядок и условия проведения исследований в зависимости от их вида и требуемой точности результатов. Если же по каким-либо причинам число испытаний уже ограничено, то методы дают оценку точности, с которой в этом случае будут получены результаты. Методы учитывают случайный характер рассеяния свойств испытываемых объектов и характеристик используемого оборудования. Они базируются на методах теории вероятности и математической статистики. Планирование эксперимента включает ряд следующих этапов.

1. Установление цели эксперимента (определение характеристик, свойств и т. п.) и его вида (определяющие, контрольные, сравнительные, исследовательские).

2. Уточнение условий проведения эксперимента (имеющееся или доступное оборудование, сроки работ, финансовые ресурсы, численность и кадровый состав работников и т. п.). Выбор вида испытаний (нормальные, ускоренные, сокращенные в условиях лаборатории, на стенде, полигонные, натурные или эксплуатационные).

3. Выявление и выбор входных и выходных параметров на основе сбора и анализа предварительной (априорной) информации. Входные параметры (факторы) могут быть детерминированными, то есть регистрируемыми и управляемыми (зависимыми от наблюдателя), и случайными, то есть регистрируемыми, но неуправляемыми. Наряду с ними на состояние исследуемого объекта могут оказывать влияние нерегистрируемые и неуправляемые параметры, которые вносят систематическую или случайную погрешность в результаты измерений, например: ошибки измерительного оборудования, изменение свойств исследуемого объекта в период эксперимента, например, из-за старения материала или его износа, воздействие персонала и т. д.

4. Установление потребной точности результатов измерений (выходных параметров), области возможного изменения входных параметров, уточнение видов воздействий. Выбирается вид образцов или исследуемых объектов, учитывая степень их соответствия реальному изделию по состоянию, устройству, форме, размерам и другим характеристикам. На назначение степени точности влияют условия изготовления и эксплуатации объекта, при создании которого будут использоваться эти экспериментальные данные. Условия изготовления, то есть возможности производства, ограничивают наивысшую реально достижимую точность. Условия эксплуатации, то есть условия обеспечения нормальной работы объекта, определяют минимальные требования к точности.

Точность экспериментальных данных также существенно зависит от объёма (числа) испытаний — чем испытаний больше, тем (при тех же условиях) выше достоверность результатов.

Для ряда случаев (при небольшом числе факторов и известном законе их распределения) можно заранее рассчитать минимально необходимое чис-

ло испытаний, проведение которых позволит получить результаты с требуемой точностью.

5. Составление плана и проведение эксперимента — количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных. Порядок проведения испытаний важен, если входные параметры (факторы) при исследовании одного и того же объекта в течение одного опыта принимают разные значения. Например, при испытании на усталость при ступенчатом изменении уровня нагрузки предел выносливости зависит от последовательности нагружения, так как по-разному идет накопление повреждений, и, следовательно, будет разная величина предела выносливости. В ряде случаев, когда систематически действующие параметры сложно учесть и проконтролировать, их преобразуют в случайные, специально предусматривая случайный порядок проведения испытаний (рандомизация эксперимента). Это позволяет применять к анализу результатов методы математической теории статистики.

Порядок испытаний также важен в процессе поисковых исследований: в зависимости от выбранной последовательности действий при экспериментальном поиске оптимального соотношения параметров объекта или какого-то процесса может потребоваться больше или меньше опытов. Эти экспериментальные задачи подобны математическим задачам численного поиска оптимальных решений. Наиболее хорошо разработаны методы одномерного поиска (однофакторные однокритериальные задачи), такие как метод Фибоначчи, метод золотого сечения.

6. Статистическая обработка результатов эксперимента, построение математической модели поведения исследуемых характеристик.

Необходимость обработки вызвана тем, что выборочный анализ отдельных данных, вне связи с остальными результатами, или же некорректная их обработка могут не только снизить ценность практических рекомендаций, но и привести к ошибочным выводам. Обработка результатов включает:

- определение доверительного интервала среднего значения и дисперсии (или среднего квадратичного отклонения) величин выходных параметров (экспериментальных данных) для заданной статистической надежности;
- проверка на отсутствие ошибочных значений (выбросов), с целью исключения сомнительных результатов из дальнейшего анализа. Проводится на соответствие одному из специальных критериев, выбор которого зависит от закона распределения случайной величины и вида выброса;
- проверка соответствия опытных данных ранее априорно введенному закону распределения. В зависимости от этого подтверждаются выбранный план эксперимента и методы обработки результатов, уточняется выбор математической модели.

Построение математической модели выполняется в случаях, когда должны быть получены количественные характеристики взаимосвязанных входных и выходных исследуемых параметров. Это — задачи аппроксимации, то есть выбора математической зависимости, наилучшим образом соответствующей экспериментальным данным. Для этих целей применя-

ют регрессионные модели, которые основаны на разложении искомой функции в ряд с удержанием одного (линейная зависимость, линия регрессии) или нескольких (нелинейные зависимости) членов разложения (ряды Фурье, Тейлора). Одним из методов подбора линии регрессии является широко распространенный метод наименьших квадратов.

Для оценки степени взаимосвязанности факторов или выходных параметров проводят корреляционный анализ результатов испытаний.

При обработке или использовании экспериментальных данных, представленных в табличном виде, возникает потребность получения промежуточных значений. Для этого применяют методы линейной и нелинейной (полиномиальной) интерполяции (определение промежуточных значений) и экстраполяции (определение значений, лежащих вне интервала изменения данных).

7. Объяснение полученных результатов и формулирование рекомендаций по их использованию, уточнению методики проведения эксперимента.

Снижение трудоемкости и сокращение сроков испытаний достигается применением автоматизированных экспериментальных комплексов. Такой комплекс включает испытательные стенды с автоматизированной установкой режимов (позволяет имитировать реальные режимы работы), автоматически обрабатывает результаты, ведет статистический анализ и документирует исследования. Но велика и ответственность инженера в этих исследованиях: четкие поставленные цели испытаний и правильно принятое решение позволяют точно найти слабое место изделия, сократить затраты на доводку и итерационность процесса проектирования.

Корреляционный анализ - метод, позволяющий обнаружить зависимость между несколькими случайными величинами. Корреляционная связь проявляется в среднем, для массовых наблюдений, когда заданным значениям зависимой переменной соответствует некоторый ряд вероятностных значений независимой переменной. Связь называется корреляционной, если каждому значению факторного признака соответствует вполне определенное неслучайное значение результативного признака.

Регрессионный анализ — статистический метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных x_1, x_2, \dots, x_n на зависимую переменную y . Регрессионный анализ функции отклика предназначен для получения ее математической модели в виде уравнения регрессии. Для двух факторов уравнение регрессии будет представлено полиномом второй степени:

$$y_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1x_2 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2$$

где $b_0 \dots b_5$ – коэффициенты модели.

При использовании методов планирования эксперимента необходимо найти ответы на 4 вопроса:

- Какие сочетания факторов и сколько таких сочетаний необходимо взять для определения функции отклика?

- Как найти коэффициенты $b_0 \dots b_5$?
- Как оценить точность представления функции отклика?
- Как использовать полученное представление для поиска оптимальных значений y ?

Дисперсионный анализ – анализ изменчивости признака под влиянием каких-либо контролируемых переменных факторов (в зарубежной литературе именуется ANOVA – «Analysis of Variance»).

Обобщенно задача дисперсионного анализа состоит в том, чтобы из общей вариативности признака выделить три частные вариативности:

- Вариативность, обусловленную действием каждой из исследуемых независимых переменных.
- Вариативность, обусловленную взаимодействием исследуемых независимых переменных.
- Вариативность случайную, обусловленную всеми неучтенными обстоятельствами.

При выполнении измерений экспериментатор пытается определить значение той или иной величины. Как только начинаются измерения, он сталкивается со следующей ситуацией: если использовать достаточно точные приборы, то можно увидеть, что повторное измерение одной и той же величины приводит иногда к результатам, слегка отличающимся от результатов первоначального измерения. Это явление характерно как для простых, так и для сложных измерений. Условия проведения эксперимента все время меняются, и в условиях реального эксперимента от них избавиться невозможно. Мы обречены выполнять измерения величин, которые никогда не остаются постоянными. Поэтому постановка вопроса о значении некоторой величины может быть некорректной, нужна постановка такого вопроса, который отражал бы это свойство изменчивости. Решение состоит в том, чтобы характеризовать физическую величину не одним значением, а вероятностью найти в эксперименте то или иное значение. Для этого вводится функция, называемая распределением вероятности обнаружения физической величины, которая показывает, какие значения чаще встречаются в эксперименте. Функция распределения в большинстве экспериментов является достаточно простой и имеет две характеристики. Первая – среднее значение физической величины, вторая – показывает область вокруг этой средней величины, в которой сосредоточено большинство результатов эксперимента. Она характеризует ширину этого распределения и называется погрешностью. Эта ширина имеет строгую интерпретацию в терминах теории вероятностей, т.е. можно указать, с какой вероятностью мы должны обнаружить истинное значение в заданной области вокруг измеренного среднего значения. Назовем эту погрешность естественной. Для экспериментатора построение функции распределения требует проведения многократных (бесконечного числа) измерений, что бывает дорого и никому не нужно. Поэтому приходится ограничиваться конечным числом измерений, что приносит дополнительную погрешность. Возникает и другая проблема: в каждом эксперименте присутствует измерительный прибор, ко-

торый вносит изменения в начальную функцию распределения, приводя к дополнительной (приборной) погрешности.

Разделение погрешности на естественную и приборную достаточно условное, оно позволяет лучше понять природу погрешности. Экспериментатор должен всегда задавать себе два вопроса: как измерить физическую величину, т.е. как определить ее характеристики – среднюю и ширину, и до какой степени удастся разумно уменьшить погрешность эксперимента? Поэтому важно понимать взаимосвязь между тремя составляющими погрешности:

- естественную погрешность можно уменьшить, изменяя условия проведения эксперимента,
- погрешность, связанную с конечностью числа измерений – увеличивая их число,
- приборную – используя более точные методы и инструменты измерений.

Вместе с тем невозможно уменьшить погрешность до нуля. Для нее существует нижний предел, оценка которого – принципиальный физический вопрос. Поэтому нашей задачей является определить те экспериментальные методы, которые адекватны желаемой и достижимой точности. В зависимости от желаемой точности могут возникнуть различные ситуации:

- если мы хотим получить порядок измеряемой величины, то и погрешность должна оцениваться грубо;
- если мы хотим получить точность порядка нескольких процентов, тогда необходимо и более аккуратно определять погрешности;
- если необходимо получить точность, сравнимую с точностью эталонных измерений, то проблема определения погрешности может стать более важной и сложной, чем проблема измерения самой величины.

Кроме указанных в эксперименте могут иметь место и другие источники ошибок, которые вызывают так называемые систематические ошибки. Выявление их и анализ намного сложнее, чем случайных. Можно указать три основных источника систематических ошибок: методика, выбранная для проведения эксперимента, плохая работа измерительных приборов, и, наконец, ошибки самого экспериментатора.

Поскольку отклик из-за влияния неконтролируемых факторов является случайной величиной, то при обработке результатов эксперимента широко используется аппарат теории вероятности и математической статистики, поэтому необходимо напомнить необходимые понятия и определения этого раздела математики.

Математическая статистика – раздел математики, изучающий методы сбора, систематизации и обработки результатов наблюдений. Математическая статистика решает следующие задачи:

- порядочение данных, представление их в удобном для анализа виде;
- оценка интересующих нас характеристик наблюдаемой случайной величины;

- проверка статистических гипотез, т.е. решение вопроса согласования оценивания с опытными данными (например, проверка гипотезы о том, что наблюдаемая случайная величина подчиняется нормальному закону).

Важнейшей задачей статистики является разработка методов, позволяющих по результатам исследования выборки сделать выводы о параметрах распределения всей совокупности. На практике исследователь обладает лишь ограниченным объемом значений случайной величины, представляющим собой некоторую выборку из генеральной совокупности. Под генеральной совокупностью понимаем все допустимые значения случайной величины. При анализе непрерывной случайной величины (например, температура, давление) под наблюдаемыми значениями случайной величины понимают такие дискретные значения, разделенные определенным интервалом времени, при котором произведенные замеры можно считать независимыми. Выборка называется репрезентативной, если она дает достаточно полное представление о генеральной совокупности. В математической статистике доказано (теорема Гливленко), что при достаточно большой выборке функцию распределения вероятностей генеральной совокупности можно заменять функцией распределения выборки. Числовые характеристики, определенные при ограниченном объеме информации, называются оценками. Другими словами, на практике мы всегда имеем дело с оценками числовых характеристик случайных величин. Пусть \tilde{a} является оценкой параметра a .

К оценкам числовых характеристик предъявляются следующие требования:

1. Состоятельность – при увеличении числа опытов оценка сходится по вероятности к оцениваемому параметру, т.е. выполняется условие

$$P(|\tilde{a}_n - a| \leq \varepsilon) = 1 \text{ при увеличении объема выборки } n.$$

2. Несмещенность – математическое ожидание оценки равно оцениваемому параметру, т.е. при увеличении объема выборки ее математическое ожидание стремится к оцениваемому параметру:

$$M(\tilde{a}_n) = a \text{ при увеличении } n.$$

3. Эффективность – несмещенная оценка должна обладать минимальной дисперсией по сравнению с другими оценками, т.е.

$$D(\tilde{a}_n) = D_{\min}$$

Каждый результат измерения – случайная величина. Отклонение реального результата от истинного называется ошибкой наблюдения. Ошибка наблюдения также является случайной величиной. Она является результатом воздействия неучтенных факторов. Если обозначить истинный результат через a , ошибку $-\Delta X$, результат измерения X , то

$$X - a = \Delta X$$

Различают ошибки трех видов:

- грубые ошибки, которые возникают вследствие нарушения основных условий измерения; результат, содержащий грубую ошибку, резко отличается

ся по величине от остальных измерений; на этом основаны некоторые критерии по исключению грубых ошибок;

- систематические ошибки постоянны во всей серии измерений или изменяются по определенному закону; выявление их требует специальных исследований, но как только систематические ошибки обнаружены, они могут быть устранены путем введения соответствующих поправок в результаты измерения;

- случайные ошибки – это те ошибки измерения, которые остаются после устранения всех выявленных грубых и систематических ошибок; они вызываются большим количеством факторов, эффекты воздействия которых столь незначительны, что их нельзя выделить в отдельности (на данном уровне используемой техники измерения). При этом распределение случайных ошибок симметрично относительно нуля: ошибки, противоположные по знаку, но равные по абсолютной величине, встречаются одинаково часто. Из симметрии распределения ошибок следует, что истинный результат наблюдения есть математическое ожидание соответствующей случайной величины.

Для независимых случайных величин свойством аддитивности обладают дисперсии, а не среднеквадратические ошибки. Если $X_1, X_2 \dots X_n$ - независимые случайные величины; $a_1, a_2 \dots a_n$ - неслучайные величины и

$$Z = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots a_n X_n$$

То выборочная дисперсия величины Z определяется следующим образом:

$$S_z^2 = a_1^2 S_{X_1}^2 + a_2^2 S_{X_2}^2 + \dots a_n^2 S_{X_n}^2$$

Если положить $a_1 = a_2 = \dots a_n$, то

$$Z = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \bar{X}$$

В этом случае

$$S_{\bar{X}}^2 = \frac{S_{X_1}^2 + S_{X_2}^2 + \dots S_{X_n}^2}{n^2} = \frac{\bar{S}_X^2}{n}$$

Если $X_1, X_2 \dots X_n$ интерпретировать как n независимых наблюдений одной и той же случайной величины X , то $S_{X_1}^2 = S_{X_2}^2 = S_{X_n}^2$,

тогда получим

$$S_{\bar{X}}^2 = \frac{S_X^2}{n}$$

Из полученного выражения следует один очень важный практический вывод: при оценке точности двух методов измерений следует учитывать длительность анализа. Применяя менее точные методы можно сделать большее число опытов и получить более точные результаты, чем при использовании трудоемкого точного метода. Можно сделать вывод о возможности уменьшить погрешность окончательного результата при увеличении количества n

отдельных измерений. Однако также следует помнить, что повышение точности никогда не дается бесплатно. Так, чтобы узнать дополнительную цифру в X , т.е. повысить точность в 10 раз, количество измерений необходимо увеличить в 100 раз!

Измерения делятся на прямые и косвенные. В первом случае непосредственно измеряется определяемая величина, при косвенных измерениях она определяется как функция от непосредственно измеряемых величин. Пусть между случайными величинами z и x_1, x_2, \dots, x_n существует известная функциональная зависимость:

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Истинное значение величины z может не совпадать с математическим ожиданием M_z , а определяется тем же законом:

$$a_z = f(m_{x_1}, m_{x_2}, \dots, m_{x_n})$$

Величина a_z называется средним косвенного измерения. Дисперсия косвенного измерения определяется так же, как обычная дисперсия, только отклонения берутся от среднего косвенного измерения a_z . Ее можно найти, зная дисперсии отдельных наблюдений и вид соответствующей функции. На практике определяют выборочные дисперсии $S_{X_i}^2$ и по ним выборочную дисперсию косвенного измерения S_Z^2 , которая служит оценкой генеральной дисперсии. Чтобы найти S_Z^2 , разложим функцию $Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ в ряд Тейлора, ограничившись членами первого порядка:

$$z \approx f(m_{x_1}, m_{x_2}, \dots, m_{x_n}) + \frac{\partial f}{\partial x_1}(x_1 - m_{x_1}) + \frac{\partial f}{\partial x_2}(x_2 - m_{x_2}) + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n}(x_n - m_{x_n})$$

И определим S_Z^2 по закону сложения дисперсий:

$$S_Z^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 S_{X_i}^2$$

Полученное выражение называют законом накопления ошибок.

Точечные оценки имеют тот недостаток, что по ним нельзя судить о точности полученных оценок. Поэтому возникает задача определения на основании выборочных значений такого интервала, который покрывал бы неизвестное значение параметра с заданной вероятностью. В отличие от точечной оценки, интервальная оценка позволяет получить вероятностную характеристику точности оцениваемого параметра. Выборочные параметры являются случайными величинами, их отклонения от генеральных (т.е. погрешности их определения) также будут случайными. Оценка этих отклонений носит вероятностный характер – можно лишь указать вероятность той или

иной погрешности. Для этого в математической статистике пользуются доверительными интервалами и доверительными вероятностями. Доверительный интервал – интервал, который с заданной вероятностью накроет неизвестное значение оцениваемого параметра распределения.

Доверительная вероятность – вероятность того, что доверительный интервал накроет действительное значение параметра, оцениваемого по выборочным данным. Оценивание с помощью доверительного интервала – способ оценки, при котором с заданной доверительной вероятностью устанавливают границы доверительного интервала.

Пусть для генерального параметра a получена из опыта несмещенная оценка a^* . Нужно оценить возможную при этом ошибку. Назначим достаточно большую вероятность β – такую, что событие с этой вероятностью можно считать практически достоверным, и найдем такое значение ε для которого

$$P(a^* - a \leq \varepsilon) = \beta$$

При этом диапазон практически возможных значений ошибки, возникающей при замене a на a^* , будет $\pm \varepsilon$, большие по абсолютной величине ошибки будут появляться только с малой вероятностью $\alpha = 1 - \beta$ называемой уровнем значимости или риском. Уровень значимости часто выражают в процентах. Иначе полученную формулу можно интерпретировать как вероятность того, что истинное значение параметра a лежит в пределах

$$a^* - \varepsilon \leq a \leq a^* + \varepsilon$$

Вероятность β называется доверительной вероятностью, доверительным уровнем или надежностью, т.к. она характеризует надежность полученной оценки. Интервал $I_\beta = a^* \pm \varepsilon$ называется доверительным интервалом.

Границы интервала $a' = a^* - \varepsilon$ и $a'' = a^* + \varepsilon$ доверительными границами. Доверительный интервал при данной доверительной вероятности определяет точность оценки параметра. При этом отметим следующее. Ранее мы рассматривали вероятность попадания случайной величины на заданный (неслучайный) интервал. В данном случае дело обстоит иначе: величина a не случайна, зато случаен интервал I_β . Случайно его положение на числовой прямой, определяемое его центром a , случайна и длина интервала 2ε , так как величина ε вычисляется, как правило, по опытным данным, т.е. по результатам эксперимента. Поэтому в рассматриваемом случае удобно толковать интервал I как вероятность того, что случайный интервал I_β накроет величину a .

Величина доверительного интервала зависит от доверительной вероятности, с которой гарантируется нахождение параметра внутри доверительного интервала: чем больше величина β , тем больше и ε (т.е. с чем большей вероятностью мы хотим гарантировать полученный результат, тем в большем интервале он должен находиться).

Увеличение числа опытов проявляется в сокращении доверительного интервала при постоянной доверительной вероятности или в повышении доверительной вероятности при сохранении доверительного интервала.

Обычно на практике фиксируется на определенном уровне значение доверительной вероятности (0.9, 0.95, 0.99, 0.999). Исходя из этого значения, определяют доверительный интервал результата I_β .

Если известен закон распределения оценки a^* , то задача определения доверительного интервала решается довольно просто. Рассмотрим построение доверительного интервала для математического ожидания нормально распределенной случайной величины с известным генеральным стандартом σ_x . Понятие генерального стандарта тесно связано с понятием точности прибора. Класс точности прибора – это выраженная в процентах относительная предельная погрешность измерения величины, равной пределу измерения прибора. В измерительной технике в большинстве отраслей промышленности под предельной погрешностью понимается величина, равная двум среднеквадратическим отклонениям.

Пусть имеется выборка объема n значений случайной величины. Оценкой m_x является среднее выборки:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Для построения доверительного интервала необходимо знать распределение этой оценки. Для выборок из генеральной совокупности, распределенной нормально можно показать, что x также имеет нормальное распределение с математическим ожиданием m_x и средним квадратическим отклонением σ_x . Тогда

$$P(|\bar{X} - m_x| \leq \varepsilon) = \beta = 2\Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma_{\bar{X}}}\right)$$

Задавшись доверительной вероятностью, определим по таблице значение функции Лапласа $k_{\sigma=\varepsilon/\beta/\sigma_x}$. Тогда доверительный интервал для математического ожидания будет иметь вид

$$\bar{X} - k_\beta \sigma_{\bar{X}} \leq m_x \leq \bar{X} + k_\beta \sigma_{\bar{X}} \Rightarrow \bar{X} - k_\beta \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \leq m_x \leq \bar{X} + k_\beta \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

Из оценки видно, что уменьшение доверительного интервала обратно пропорционально квадратному корню из числа наблюдений. Следовательно, если надо уменьшить возможную ошибку в два раза надо увеличить число наблюдений в 4 раза. Если закон распределения оценки не известен, то в математической статистике применяют обычно два метода:

1) приближенный – при n более 50 заменяют неизвестные параметры их оценками;

2) от случайной величины a^* переходят к другой случайной величине, закон распределения которой не зависит от оцениваемого параметра a , а зависит только от объема выборки n и от вида распределения величины X . Такого рода величины наиболее подробно изучены для нормального закона.

На практике, как правило, число измерений конечно и не превышает 10...30. При малом числе измерений фактическая дисперсия σ_x^2 неизвестна, поэтому для построения доверительного интервала математического ожидания используют выборочную дисперсию S_x^2 и приведенную случайную величину:

$$t = \frac{\bar{x} - m_x}{S_x / \sqrt{n}}$$

t – случайная величина, имеющая распределение, отличное от нормального, зависящее от числа степеней свободы (t – распределение или распределение Стьюдента). При больших значениях n распределение Стьюдента приближается к стандартному нормальному распределению. И, по аналогии, получаем построение доверительного интервала

$$\bar{x} - \frac{tS_x}{\sqrt{n}} \leq m_x \leq \bar{x} + \frac{tS_x}{\sqrt{n}}$$

Определить необходимое количество опытов n можно определить заранее в том случае, когда известно действительное значение среднеквадратического отклонения и экспериментальные данные подчиняются нормальному закону распределения. Действительно, при этих допущениях число измерений можно определить из системы неравенств:

$$\bar{X} - k_\beta \sigma_{\bar{X}} \leq m_x \leq \bar{X} + k_\beta \sigma_{\bar{X}} \Rightarrow \bar{X} - k_\beta \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \leq m_x \leq \bar{X} + k_\beta \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

Анализируя формулу доверительного интервала, можно сделать выводы:

а) увеличение объема выборки n приводит к уменьшению длины доверительного интервала;

б) увеличение доверительной вероятности β приводит к увеличению длины доверительного интервала, т.е. к уменьшению точности $\varepsilon = k_\beta \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$;

в) если задать точность ε и доверительную вероятность β , то из

соотношения $\varepsilon = k_\beta \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$ можно найти минимальный объем выборки,

который обеспечивает заданную точность. Однако, в эксперименте значение σ_x оценивают, исходя из конечного числа измерений, количество которых обычно не превышает 5-10. Поэтому точность оценивания σ_x невелика. Это вносит дополнительную неопределенность в окончательный результат. Что-

бы ее учесть, необходимо расширить границы доверительного интервала, заданного для точно известной величины σ_x . Понятно, что меньшему количеству отдельных измерений должен соответствовать более широкий доверительный интервал. Поэтому на практике используется формула

$$\bar{x} - \frac{tS_x}{\sqrt{n}} \leq m_x \leq \bar{x} + \frac{tS_x}{\sqrt{n}}$$

Где t - квантиль распределения Стьюдента, определяемый уровнем значимости и количеством степеней свободы.

При проведении и анализе результатов экспериментальных исследований часто приходится сравнивать две партии изделий, показания двух или нескольких приборов, анализировать результаты работы однотипных установок, сравнивать результаты проб материалов. Приведем примеры подобных ситуаций.

1. Необходимо сравнить показания двух приборов, измеряющих одну и ту же величину, когда этими средствами получено два ряда наблюдений данной величины. Одинакова ли точность измерения одного и того же технологического параметра разными приборами.

2. Требуется поверить рабочее средство измерения (т.е. проверить, выходит ли погрешность прибора за пределы регламентированных значений) с помощью образцового средства измерения. Равно ли математическое ожидание показаний прибора действительному значению измеряемого параметра?

3. Два агрегата выпускают одну и ту же продукцию. Необходимо сделать вывод о том, какой из них лучше или хуже в каком-либо смысле. Решение подобных задач осуществляется с использованием аппарата проверки статистических гипотез.

Проверка однородности дисперсий. Такую операцию приходится выполнять, когда сопоставляются результаты нескольких выборок. Величина рассеяния характеризует такие исключительно важные показатели, как точность машин, приборов, стабильность технологических процессов, качество готовой продукции и т.д. Поэтому, например, о преимуществах той или иной технологии или о качестве выпускаемой продукции можно сделать вывод в результате сравнения дисперсий тех параметров, которые их характеризуют.

Для решения задач такого типа требуется установить, являются ли выборочные дисперсии $S_1^2 \neq S_2^2$ со степенями свободы m_1 и m_2 значимо отличающимися или же они характеризуют выборки, взятые из одной и той же генеральной совокупности или из генеральных совокупностей с равными дисперсиями. В этом случае нулевая гипотеза формулируется так: между двумя дисперсиями различия нет при заданном уровне значимости α . Для проверки этой гипотезы используется критерий Фишера, зависящий от числа степеней свободы m_1 и m_2 .

Поскольку для проверки нуль-гипотезы $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ т.е. требуется проверить, что две выработки принадлежат одной и той же генеральной совокуп-

ности, то выражение можно представить как отношение выборочных дисперсий

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ где } S_1^2 \geq S_2^2$$

Очевидно, что F всегда больше единицы. Выбирается уровень значимости α . Нулевую гипотезу принимают, если критерий Фишера меньше критического (определяемого по таблицам квантилей F-распределения Фишера для определенного числа степеней свободы)

Проверка однородности нескольких дисперсий. Критерий Фишера используется для сравнения только двух дисперсий, однако на практике приходится сравнивать между собой три и более дисперсий. При сопоставлении дисперсий ряда выборок нулевая гипотеза заключается в том, что k совокупностей, из которых взяты выборки, имеют равные дисперсии. То есть проверке подлежит предположение, что все эмпирические дисперсии $S_1^2, S_2^2, \dots, S_k^2$ относятся к выборкам из совокупности с одной и той же генеральной дисперсией σ^2 .

Пусть среди выборочных дисперсий обнаружена такая, которая значительно больше всех остальных S_{max}^2 . Задача заключается в том, чтобы выяснить, можно ли считать отличие выделенной дисперсии S_{max}^2 существенными. При равном объеме выборок n_1, n_2, \dots, n_k - для всех k выборок может быть использован критерий Кохрена. Статистика критерия Кохрена G рассчитывается как

$$G = \frac{S_{max}^2}{\sum_{i=1}^k S_i^2}$$

Далее для выбранного уровня значимости α определяется табличное значение этого критерия, который зависит от числа степеней свободы $m = n - 1$ и числа сравниваемых дисперсий k : $G_{\alpha; m; k}$. Критическая область строится как $G \geq G_{\alpha; m; k}$. При $G \leq G_{\alpha; m; k}$ - нулевая гипотеза принимается, т.е. отличие выделенной дисперсии считается несущественной.

В случае подтверждения однородности дисперсий можно сделать оценку обобщенной дисперсии σ^2 :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{k}$$

Критерий Кохрена используется только в тех случаях, когда все сравниваемые дисперсии имеют одинаковое число степеней свободы (одинаковые объемы выборок). Если же число измерений в различных сериях неодинаково, то для проверки однородности дисперсий обычно выбирается критерий

Бартлета. Введем обозначения для общего числа степеней свободы:

$$f=f_1+f_2+\dots+f_n \text{ и средневзвешенной дисперсии: } S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2 f_i}{f}.$$

Бартлет показал, что в условиях нулевой гипотезы отношение \mathbf{B}/\mathbf{C} , распределено приближенно как χ^2 с $n-1$ степенями свободы, если все $f_i \geq 2$.

$$\mathbf{B} = 2.303 \left(f \lg(S_y^2) \right) - \sum_{i=1}^n f_i \lg(S_i^2)$$

$$\mathbf{C} = 1 + \frac{1}{3(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{f_i} - \frac{1}{f} \right)$$

Гипотеза равенства генеральной дисперсии принимается, если $\mathbf{B}/\mathbf{C} \leq \chi^2$ при выбранном уровне значимости α . В этом случае различие между выборочными дисперсиями можно считать незначимым, а сами выборочные дисперсии однородными.

Так как $\mathbf{C} \geq 1$ если $\mathbf{B} \leq \chi_{\alpha}^2$ то нулевую гипотезу следует принять. Если $\mathbf{B} \geq \chi_{\alpha}^2$, то критерий Бартлета вычисляют полностью.

Для решения вопроса о соответствии произведенной продукции определенным требованиям (например, ГОСТ или ТУ), или выявлении преимуществ новой разработки по сравнению с существующими аналогами, возникает необходимость по выборочным средним значениям исследуемых случайных величин делать вывод о соответствующих им генеральных значениях математических ожиданий. При этом может возникнуть задача сравнения неизвестного математического ожидания M_1 , с конкретным числовым значением M (например, с известным математическим ожиданием) или задача сравнения двух математических ожиданий M_1 и M_2 , оцененным по двум выборочным средним \bar{x}_1 и \bar{x}_2 .

В первом случае в качестве нулевой гипотезы выдвигается предположение о том, что оцененное математическое ожидание M_1 равно известному математическому ожиданию M ($H_0: M_1 = M$). Первоначально примем $H_0: M_1 \neq M$.

Если генеральная дисперсия σ^2 неизвестна и для нее сделана оценка S^2 , то используется t -критерий (распределения Стьюдента). Данная статистика

имеет вид: $t = \frac{\bar{x} - M}{S} \sqrt{n}$. Как и при построении доверительного интервала

для математического ожидания, выбирается уровень значимости α . Для числа степеней свободы $m = n-1$ (с которым сделана оценка дисперсии) устанавливаются границы критической области по табличным значениям квантилей t -распределения. Нулевую гипотезу принимают, т.е. полагают, что $M_1 = M$ при выполнении неравенства: $|t| \leq t_{\alpha, m}$.

В второй задаче, где сравниваются два неизвестных математических ожидания M_1 и M_2 , прежде всего необходимо убедиться, что исследуемые выборки независимы между собой. После чего, для двух нормально распределенных генеральных совокупностей с неизвестными параметрами M_1, σ_1 и M_2, σ_2 , которые характеризуются независимыми выборками объемом, соответственно, n_1, n_2 , для сравнения выборочных средних \bar{x}_1 и \bar{x}_2 выдвигается нулевая гипотеза о равенстве математических ожиданий: $H_0: M_1 = M_2$. Первоначально можем сформулировать $H_0: M_1 \neq M_2$. Как и в предыдущей задаче, используем t -критерий. Вид t -статистики зависит от того, равны $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$, либо не равны $\sigma_1 \neq \sigma_2$ между собой генеральные дисперсии (для ответа на этот вопрос можно воспользоваться критерием Фишера).

В первом случае (когда дисперсии не имеют значимого отличия) статистика принимает вид для двухвыборочного критерия с равными дисперсиями

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

где S – обобщенное среднее квадратичное отклонение.

Во втором случае, когда дисперсии значимо отличаются друг от друга, статистика имеет вид для двухвыборочного критерия с неравными дисперсиями:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

В зависимости от условия решаемой задачи выбирается необходимый уровень значимости α . Границы критической области устанавливаются по табличным значениям квантилей t -распределения. При этом число степеней свободы рассчитывается как $m = n_1 + n_2 - 2$

Нулевую гипотезу принимают при выполнении неравенства:

$$|t| \leq t_{\alpha, m}$$

Проверка адекватности модели. Регрессионная модель называется адекватной, если предсказываемые по ней значения y согласуются с результатами наблюдений. Так, построив линейную модель, мы хотим убедиться, что никакая другая модель не даст значительного улучшения в описании предсказания значений y . В основе процедуры проверки адекватности модели лежат предположения, что случайные ошибки наблюдений являются независимыми, нормально распределенными случайными величинами с нулевыми средними значениями и одинаковыми дисперсиями.

Сформулируем нуль-гипотезу H_0 : Уравнение регрессии адекватно. Альтернативная гипотеза H_1 : Уравнение регрессии неадекватно.

Для проверки этих гипотез принято использовать F -критерий Фишера. При этом общую дисперсию (дисперсию выходного параметра) S_y^2 сравнивают с остаточной дисперсией $S_{y\text{ост}}^2$.

Определяется экспериментальное значение F - критерия:

$$F = \frac{S_y^2}{S_{y\text{ост}}^2}$$

Данный критерий показывает, во сколько раз уравнение регрессии предсказывает результаты опытов лучше, чем среднее $y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = C = \text{Const}$. Если

$F \geq F_{\alpha, m_1, m_2}$ то уравнение регрессии адекватно. Чем больше значение F превышает F_{α, m_1, m_2} для выбранного α и числа степеней свободы $m_1 = n - 1$ $m_2 = n - l$ тем эффективнее уравнение регрессии.

Рассмотрим случай, когда для повышения надежности и достоверности осуществляется не одно, а m параллельных опытов (примем, что это число одинаковым для каждого фактора). Тогда общее число экспериментальных значений величины y составит $N = n \cdot m$.

В этом случае оценка адекватности модели производится следующим образом.

1. Определяется среднее из серии параллельных опытов:

$$\bar{y}_i = \sum_{j=1}^m \frac{y_j}{m}$$

2. Рассчитываются значения параметра \mathcal{Y}_i по уравнению регрессии

3. Рассчитывается дисперсия адекватности: $S_{ad}^2 = \frac{m-n}{l} \sum_{i=1}^n [\bar{y}_i - \mathcal{Y}_i]^2$

4. Определяются выборочные дисперсии для параллельных опытов

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^m [\bar{y}_j - \bar{y}_i]}{m-1}$$

6. Определяется дисперсия воспроизводимости

$$S_{\text{воспр}}^2 = \sum_{i=1}^m \frac{S_i^2}{n}$$

При этом число степеней свободы этой дисперсии равно $M = n(m-1)$.

6. Определяется экспериментальное значение критерия Фишера:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_{\text{воспр}}^2}$$

7. Определяется теоретическое значение критерия Фишера F_{α, m_1, m_2} , где $m_1 = n - l$; $m_2 = n(m - 1)$

8. Проверяется условие: если $F \leq F_{\alpha, m1, m2}$, то уравнение регрессии адекватно, в противном случае – нет.

Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Надежность оценок b_i уравнения регрессии можно охарактеризовать их доверительными интервалами Δb_i в которых с заданной вероятностью находится истинное значение этого параметра.

Наиболее просто построить доверительные интервалы для коэффициентов линейного уравнения регрессии, т.е. коэффициенты b_i .

Для линейного уравнения среднеквадратическое отклонение i -ого коэффициента уравнения регрессии S_{b_i} можно определить по закону накопления ошибок:

$$S_{b_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial b_j}{\partial y_i} \right)^2 S_j^2}$$

При условии, что $S_{y1}^2 = S_{y2}^2 = S_{yn}^2 = S_{\text{воснр}}^2$, получим для простейшего уравнения регрессии $y = b_0 + b_1 x$:

$$S_{b_0} = \sqrt{\frac{S_{\text{воснр}}^2 \sum_{i=1}^n x_i^2}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}}$$

$$S_{b_1} = \sqrt{\frac{S_{\text{воснр}}^2 n}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}}$$

Проверка значимости коэффициентов выполняется по критерию Стьюдента. При этом в качестве нуль-гипотезы проверяется: i -ый коэффициент уравнения регрессии отличен от нуля.

Построим доверительный интервал для коэффициентов уравнения регрессии

$$\Delta b_i = t_{\alpha, n-l} S_{b_i}$$

При этом число степеней свободы в критерии Стьюдента определяется по соотношению $n-l$. Потеря $l=k+1$ степеней свободы обусловлена тем, что все коэффициенты рассчитываются зависимо друг от друга. Тогда доверительный интервал для каждого из коэффициентов уравнения регрессии составит $b_i - \Delta b_i; b_i + \Delta b_i$. Чем уже доверительный интервал, тем с большей уверенностью можно говорить о значимости этого коэффициента.

Основное правило при построении доверительного интервала для коэффициентов: если абсолютная величина коэффициента регрессии больше, чем его доверительный интервал, то этот коэффициент значим. Незначимые коэффициенты исключаются из уравнения регрессии, а остальные коэффициенты пересчитываются заново, так как они зависимы и в формулы для их расчета входят разноименные переменные.

5.3 Использование прикладных программ в экспериментальных исследованиях

В настоящее время наблюдаются высокие темпы развития компьютерных технологий и создаваемые программные средства обработки информации, в том числе и статистической, совершенствуются практически с каждым месяцем, приобретая все новые и новые возможности. Сегодня стало возможно реализовывать методы расчета, которые раньше считались очень трудоемкими в вычислениях. На рынке программного обеспечения существуют достаточно сложные пакеты прикладных программ, профессионально ориентированные на обработку статистической информации и позволяющие выявлять закономерности на фоне случайностей, делать обоснованные выводы и прогнозы, оценивать вероятности их выполнения.

Компьютерные системы для анализа данных – статистические пакеты – являются, по сравнению с другими наукоемкими программами, наиболее широко применяемыми в инженерной практике и исследовательской работе в разнообразных областях деятельности. Вспомогательные программы расширяют возможности статистических пакетов и реализуют, в частности, оптимизационные алгоритмы, вычислительные процедуры, основанные на нейросетях и генетических алгоритмах, задачи статистического моделирования на ЭВМ, которые являются полезными составными элементами компьютерных имитационных экспериментов, используемых при анализе сложных реальных систем.

На базе электронных таблиц можно провести статистическую обработку данных для большинства инженерных задач. Функции, реализующие статистические методы обработки и анализа данных, в Microsoft Excel реализованы в виде специального программного расширения - надстройки **Пакет анализа**, которая входит в поставку данного программного продукта и может устанавливаться по желанию пользователя. Установка надстройки Пакет анализа производится из меню **Сервис/Надстройки**.

Ниже в таблице 5.2 приведены основные функции пакета анализа.

Таблица 5.2- Основные функции пакета анализа

Функции	Описание
ВЕРОЯТНОСТЬ	Вычисляет вероятность того, что значение из интервала находится внутри заданных пределов. Если верхний предел не задан, то возвращается вероятность того, что значения в аргументе x ин-

	тервал равняются значению аргумента нижний предел. ВЕРОЯТНОСТЬ(x интервал; интервал вероятностей; нижний предел; верхний предел).
ДИСП, ДИСПР	Вычисляет дисперсию для генеральной совокупности ДИСПР(число1; число2; ...)
ДОВЕРИТ	Вычисляет доверительный интервал для среднего генеральной совокупности ДОВЕРИТ(альфа; станд_откл; размер)
КВАДРОТКЛ	Вычисляет сумму квадратов отклонений точек данных от их среднего КВАДРОТКЛ(число1; число2;...)
КВПИРСОН	Вычисляет квадрат коэффициента корреляции Пирсона для точек данных в аргументах известные значения y и известные значения x КВПИРСОН (известные значения y; известные значения x)
КОРРЕЛ	Вычисляет коэффициент корреляции между интервалами ячеек массив1 и массив2 КОРРЕЛ(массив1; массив2)
ЛГРФПРИБЛ	<p>В регрессионном анализе вычисляет экспоненциальную кривую, аппроксимирующую данные, и возвращает массив значений, описывающий эту кривую. Поскольку данная функция вычисляет массив значений, она должна вводиться как формула для работы с массивами. Уравнение кривой следующее: $y = b \cdot m^x$ или $y = (b - (m_1^{x1}) - (m_2^{x2}) - \dots - (m_n^{xn}))$ (при наличии нескольких значений x), где зависимые значения y являются функцией независимых значений x. Значения m являются основанием для возведения в степень x, а значения b постоянны, y, x и m могут быть векторами.</p> <p>Функция ЛГРФПРИБЛ вычисляет массив {m_n; m_{n-1}; ... J_{m1}; b}. ЛГРФПРИБЛ(известные значения y; известные значения x; конст; статистика)</p>
ЛИНЕЙН	Рассчитывает статистику для ряда с применением метода Наименьших квадратов, чтобы вычислить прямую линию, которая наилучшим образом аппроксимирует имеющиеся данные. Функция рассчитывает массив, который описывает полученную прямую. Поскольку возвращается массив значений, функция должна задаваться в виде формулы массива. ЛИНЕЙН (известные значения y; известные значения x; конст; статистика)
МАКС	Рассчитывает наибольшее значение из набора значений МАКС(число1;число2; ...)
МЕДИАНА	Рассчитывает медиану заданных чисел МЕДИАНА (число1;число2; ...)
МИН	Рассчитывает наименьшее значение в списке аргументов МИН (число1;число2; ...)
МОДА	Рассчитывает наиболее часто встречающееся или повторяющееся значение в массиве или интервале данных МОДА (число1; число2; ...)
НАКЛОН	Рассчитывает наклон линии линейной регрессии для точек данных в аргументах известные значения y и известные значения x. Наклон определяется как частное от деления расстояния по вертикали на расстояние по горизонтали между двумя любыми точками прямой, то есть наклон - это скорость изменения значений вдоль прямой НАКЛОН (известные значения y; известные значения x)
НОРМАЛИЗА-	Рассчитывает нормализованное значение для распределения, характеризуемого средним и стандартным отклонением НОРМА-

ЦИЯ	ЛИЗАЦИЯ (; среднее; стандартное откл)
НОРМОБР	Рассчитывает обратное нормальное распределение для указанного среднего и стандартного отклонения НОРМОБР(вероятность; среднее; стандартное откл)
НОРМРАСП	Рассчитывает значение нормальной функции распределения для указанного среднего и стандартного отклонения НОРМРАСП^; среднее; стандартное откл; интегральная)
НОРМСТОБР	Рассчитывает обратное значение стандартного нормального распределения и НОРМСТОБР (вероятность)
НОРМСТРАСП	Рассчитывает стандартное нормальное интегральное распределение. Это распределение имеет среднее, равное нулю, и стандартное отклонение, равное единице. Эта функция используется вместо таблицы для стандартной нормальной кривой НОРМСТРАСП^)
ОТРЕЗОК	Рассчитывает точку пересечения линии с осью у, используя известные значения х и известные значения у ОТРЕЗОК(известные значения х; известные значения у)
ПИРСОН	Рассчитывает коэффициент корреляции Пирсона г (выборочный коэффициент корреляции), безразмерный индекс в интервале от -1,0 до 1,0 включительно ПИРСОН (массив1; массив2)
СРГЕОМ	Рассчитывает среднее геометрическое значений массива или интервала положительных чисел СРГЕОМ(число1; число2; ...)
СРЗНАЧ	Рассчитывает среднее арифметическое своих аргументов СРЗНАЧ (число1; число2; ...)
СРОТКЛ	Среднее абсолютных значений отклонений точек данных от среднего СРОТКЛ (число1; число2; ...)
СТАНДОТ-КЛОН	Оценивает стандартное отклонение по выборке СТАНДОТ-КЛОН (число1; число2; ...)
СТАНДОТ-КЛОНП	Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности СТАНДОТКЛОНП (число1; число2; ...)
СТЬЮДРАСП	Рассчитывает t-распределение Стьюдента СТЬЮДРАСП(х; степени свободы; хвосты)
СТЬЮДРАСПОБ	Рассчитывает обратное распределение Стьюдента для заданного числа степеней свободы СТЬЮДРАСПОБР(вероятность; степени свободы)
ТЕНДЕНЦИЯ	Определяет предсказанные значения в соответствии с линейным трендом для заданного массива (методом наименьших квадратов) ТЕНДЕНЦИЯ (известные значения у; известные значения х; новые значения х; конст)
ТТЕСТ	Определяет вероятность, соответствующую критерию Стьюдента ТТЕСТ(массив1; массив2; хвосты; тип)
ФИШЕР	Рассчитывает преобразование Фишера для аргумента х ФИШЕР(х)
ФИШЕРОБР	Рассчитывает обратное преобразование Фишера ФИШЕРОБР(у)
ХИ2ОБР	Рассчитывает значение обратное к односторонней вероятности распределения χ^2 (хи-квадрат) ХИ2ОБР (вероятность; степени свободы)
ХИ2РАСП	Рассчитывает одностороннюю вероятность (Р) распределения χ^2 (хи-квадрат, распределения Пирсона) ХИ2РАСП(х; степени свободы)

ЧАСТОТА	Рассчитывает частоту появления значений в интервале значений и возвращает массив цифр ЧАСТОТА (массив данных; массив карманов)
ЭКЦЕСС	Рассчитывает эксцесс множества данных ЭКЦЕСС(число1; число2; ...)
ФРАСП	Рассчитывает F-распределение вероятности (распределение Фишера) ФРАСП(х;степени_свободы1;степени_свободы2)
ФРАСПОБР	Рассчитывает обратное значение для F-распределения вероятностей (критерий Фишера) ФРАСПОБР (вероятность;степени_свободы1;степени_свободы2)

В Microsoft Excel имеется надстройка *«Поиск решения»*, которая представляет собой набор управляемых пользователем алгоритмов решения оптимизационных задач. При поиске решения целенаправленному изменению подвергаются, как правило, не один, а несколько параметров. Кроме того, на диапазоны изменения параметров могут быть наложены ограничения. Значения целевой функции получаются в результате вычисления по формуле, расположенной в целевой ячейке, которая обязательно должна быть связана с изменяемыми параметрами.

Кроме **Поиска решения** могут использоваться и другие надстройки, количество которых все время увеличивается. Наиболее популярные необходимо рассмотреть.

При проведении имитационного моделирования часто начинают писать самостоятельно программы для проведения таких экспериментов. **Имитационное моделирование** – это метод исследования, при котором изучаемый объект заменяется компьютерной математической моделью, с достаточной точностью описывающей реальный объект. С полученной моделью проводятся эксперименты с целью получения информации об объекте. Часто имитационные модели строятся как статистические модели на основе метода Монте-Карло. Метод Монте-Карло (метод статистических испытаний) – один из методов имитационного моделирования, применяемый при решении задач, связанных с изучением случайных процессов. Смысл метода состоит в том, что исследуемый процесс моделируется путем многократных повторений его случайных реализаций. Механизм случайного выбора реализуется методом генерации случайных чисел на компьютере, для чего применяются специальные программы, которые называются генераторами случайных чисел. При этом статистические характеристики генерируемой случайной величины должны совпадать с соответствующими характеристиками исследуемой случайной величины. Для облегчения проведения имитационного моделирования существует **Надстройка «Статистическое моделирование Монте-Карло»**, разработчиками которой являются Варюхин С.Е. и Зайцев М.Г. Варюхин привел следующий пример для облегчения применения этой надстройки.

Задача. Магазин "На кругу" среди прочего электроинструмента продает шуруповерты от НІТАСНІ - товар пользующийся повышенным спросом. В день магазин продает около 20 шуруповертов этого производителя - разных моделей, но близких по цене (3500 руб.) и характеристикам. Судя по статистике продаж стандартное отклонение дневного спроса

составляет 5 ед. Магазин заказывает шурупверты у авторизованного дилера раз в две недели. Поставщик привозит шурупверты (и другой электроинструмент этой марки) через 3 дня после заказа. В среднем размер заказа составляет 160 штук, т.е. безопасный резерв предусмотрен в количестве 20 штук. Менеджер руководствуется спущенной из центрального офиса компании методикой, по которой следует для расчета заказа из 360 вычесть текущий запас инструмента. Вместе с тем неясно, оптимален ли принятый безопасный резерв шурупвертов. Учитывая, что закупочная цена шурупвертов 2000 руб., на каждом упущенном клиенте магазин теряет 1500 руб. Издержки хранения безопасного резерва составляют 60% закупочной цены. По этим данным оцените оптимальный размер безопасного резерва и предложите оптимальную схему расчета заказа.

Решение.

В модели фиксированного периода заказа заказ рассчитывается по формуле:

$$Q = d*(L+T) - I + z*s*(L+T)^{0.5}$$

Здесь T – период между заказами (в нашем случае 14 дней), L – срок доставки (3 дня), а d – средний спрос. Таким образом, средняя потребность в товаре на срок $L+T$ дней равна $d*(L+T) = 340$ штук.

Безопасный резерв, в свою очередь, равен $z*s*(L+T)^{0.5}$, где s – стандартное отклонение дневного спроса, а z – безопасный резерв в относительных единицах. Величина z зависит от риска дефицита.

И, наконец, I – остаток склада на день заказа.

Таким образом, логика заказа в настоящее время такова: к средней потребности на 17 дней (340 шт) добавляется безопасный резерв для 17 дней (20 шт), а затем вычитается остаток склада, равный в среднем, очевидно, 200 шт, откуда и получается средний заказ - 160 шт.

В задаче не объясняется, каким образом был определен необходимый размер безопасного резерва, а точнее – приемлемый риск дефицита. Мы можем исходить из того, что определенная логика в этом выборе была. Наша же задача состоит в том, чтобы рассчитать оптимальный риск дефицита.

Очевидно, что для уменьшения числа потерянных клиентов следует снижать риск дефицита и соответственно увеличивать безопасный резерв. Однако увеличивая безопасный резерв, мы увеличиваем издержки хранения. При некоторой величине безопасного резерва должен наблюдаться минимум суммарных издержек: хранения безопасного резерва и потерь денег от упущенных клиентов. Нужно только построить модель, удобную для расчета всех интересующих нас величин.

Для начала соберем данные задачи в одну таблицу (Рис. 1) (см. файл [MC_examples_FTPm.xls](#)).

	A	B	C	D	E	F
1	Fixed-Time Period model - оптимальный заказ					
2						
3	Спрос средний =	шт.	20	Закупочная цена =	у.е.	2000
4	Стандартное отклонение спроса =	шт.	5	Прибыльность =	у.е.	1500
5	L=	дн.	3	Удельная изд. хранения =	%	60%
6	T=	дн.	14	L+T=	дн.	17
7	I =	шт.	200.0	d*(L+T)=	шт.	340

Рис. 1

Фактически нам нужно смоделировать расход товара со склада.

Для этого удобно воспользоваться специальной функцией **=fmc_ExhaustTime(R; d; s)** из набора датчиков надстройки **MCFunctions**.

Эта функция моделирует случайное время исчерпания заданного запаса **R** при нормальном спросе с заданными средним значением **d** и стандартном отклонением **s**.

Запас в нашем случае равен потребности в товаре на срок 17 дней + безопасный резерв, т.е. 360 штук ($R = d*(L+T) + z*s*(L+T)^{0.5}$). Запишем его в ячейку **C8**.

Тогда в ячейке **C9** можно записать функцию для моделирования случайного времени исчерпания запаса 360 штук (Рис. 2).

	A	B	C	D	E	F
1	Fixed-Time Period model - оптимальный заказ					
2						
3	Спрос средний =	шт.	20	Закупочная цена =	у.е.	2000
4	Стандартное отклонение спроса =	шт.	5	Прибыльность =	у.е.	1500
5	L=	дн.	3	Удельная изд. хранения =	%	60%
6	T=	дн.	14	L+T=	дн.	17
7	I =	шт.	200.0	d*(L+T)=	шт.	340
8	Потребность в товаре + БР =	шт.	360.00			
9	Время исчерпания запаса =	дн.	=fmc_ExhaustTime(C8;C3;C4)			

Рис. 2

Смоделированное время исчерпания запаса позволяет рассчитать риск дефицита и число потерянных клиентов.

Для расчета риска дефицита будем определять, хватило товара до прибытия новой поставки через **17** дней, или нет. Для этого используем функцию **=ЕСЛИ()**.

Если товара хватило, пусть значение функции равняется **0**. Если возник дефицит, значение функции равно **1** (см. Рис. 3).

	A	B	C	D	E	F
1	Fixed-Time Period model - оптимальный заказ					
2						
3	Спрос средний =	шт.	20	Закупочная цена =	у.е.	2000
4	Стандартное отклонение спроса =	шт.	5	Прибыльность =	у.е.	1500
5	L=	дн.	3	Удельная изд. хранения =	%	60%
6	T=	дн.	14	L+T=	дн.	17
7	I =	шт.	200.0	d*(L+T)=	шт.	340
8	Потребность в товаре + БР =	шт.	360.00			
9	Время исчерпания запаса =	дн.	=fmc_ExhaustTime(C8;C3;C4)			
10	Риск дефицита =	%	=ЕСЛИ(C9<F6;1;0)			

Рис. 3

Совершенно очевидно, что среднее значение ячейки **C10** будет равно вероятности (рisku) дефицита. Запустим статистическое моделирование, задав в качестве целевой

ячейки **C10**.

Метод Монте-Карло.	
<i>Целевая ячейка - C10 (C)</i>	
Среднее значение	16.23%
Станд. отклонение	0.37
Станд. отклонение оценки среднего значения	0.0037
Максимум	1.00
Минимум	0.00

Рис. 4

Получается, что в принятой модели заказа дефицит случается с вероятностью **16%**. Т.е. при **26** циклах заказа в год ($365/14$) примерно **4** раза возникает нехватка товара.

По времени исчерпания заказа не сложно оценить и величину возможного дефицита или, иначе, число потерянных клиентов.

	A	B	C	D	E	F
1	Fixed-Time Period model - оптимальный заказ					
2						
3	Спрос средний =	шт.	20	Закупочная цена =	у.е.	2000
4	Стандартное отклонение спроса =	шт.	5	Прибыльность =	у.е.	1500
5	L=	дн.	3	Удельная изд. хранения =	%	60%
6	T=	дн.	14	L+T=	дн.	17
7	I =	шт.	200.0	d*(L+T)=	шт.	340
8	Потребность в товаре + БР =	шт.	360.00			
9	Время исчерпания запаса =	дн.	=fmc_ExhaustTime(C8:C3;C4)			
10	Риск дефицита =	%	=ЕСЛИ(C9<F6;1;0)			
11	Количество потерянных клиентов =	шт.	=ЕСЛИ(C10>0;(F6-C9)*C3;0)			
12	Уровень обслуживания =	%	=1-C11/C3/C6			

Рис. 5

Для этого нужно вычислить, сколько времени осталось до поступления новой партии товара, если он исчерпался раньше этого срока. Остаток времени равен просто **F6-C9**. Если же этот остаток времени умножить на средний спрос, то мы получим, сколько именно товара не хватило: **(F6-C9)*C3**.

В ячейке **C11** записана формула для расчета числа упущенных клиентов (Рис. 5).

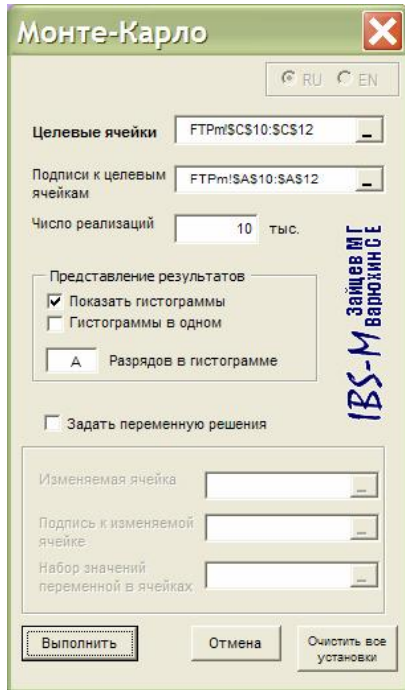
Если провести моделирование, среднее значение ячейки **C11** покажет среднее число клиентов, потерянное за цикл заказа – **14** дней, с учетом того, что иногда дефицит случается, иногда нет. Т.е. нулевые потери тоже включаются в расчет среднего.

Раз нам известно количество потерянных клиентов, полезно, заодно, оценить и уровень обслуживания (сервисный уровень, **service level**). Уровень обслуживания – это процент обслуженных клиентов, среди всех спросивших товар, с учетом вариаций спроса.

Доля не обслуженных клиентов равна отношению количества потерянных клиен-

тов за период между заказами к среднему спросу за эти **14** дней: $C11/(C3 * C6)$. Соответственно, сервисный уровень будет равен $1 - C11/(C3 * C6)$.

Напомним, что в таблице (Рис. 5) ячейки **C10** и **C12**, выделенные зеленым цветом, содержат выражения, необходимые для расчета риска дефицита и сервисного уровня с помощью статистического моделирования. Но мгновенные их значения не показывают, ни риска дефицита, ни сервисного уровня.



Вызовем снова надстройку Монте-Карло (**Сервис\Моделирование Монте-Карло**) и отметим целевые ячейки – C10:C12.

Результат моделирования показан на Рис. 6.

Заметим кстати, что моделирование проходит существенно медленнее, чем при использовании функции для моделирования нормального распределения. Это происходит из-за того, что использованная нами функция $=fmc_ExhaustTime(R; d; s)$ из набора датчиков надстройки **MCFunctions** напрямую моделирует случайный спрос за 17 дней, а это не так быстро.

Очевидно поэтому, что при бóльших средних сроках моделирование проводится медленнее, чем при меньших.

В данном случае магазин теряет примерно **1.7** клиента за 2 недели или примерно **44** покупки за год.

Метод Монте-Карло.

Целевые ячейки =>	C10 (Риск дефицита =)	C11 (Количество потерянных клиентов =)	C12 (Уровень обслуживания =)
Среднее значение	16.31%	1.70	99.39%
Станд. отклонение	0.369	5.190	0.019
Станд. отклонение оценки среднего значения	0.37%	0.0519	0.019%
Максимум	1.00	46.00	1.00
Минимум	0.00	0.00	0.84

Рис. 6

Это количество потерянных клиентов при данном уровне спроса соответствует сервисному уровню **99.39%**.

Теперь мы имеем все данные, необходимые для того, чтобы выяснить величину оптимального безопасного резерва, а так же оптимальных риска дефицита и уровня обслужи-

живания.

Вычислим величину безопасного резерва в ячейке **F8**. Безопасный резерв равен **C8-F7**, т.е. из планируемой максимальной потребности **C8** вычитаем средние продажи за эти же 17 дней **F7**.

Если за один цикл заказа мы теряем **C11** клиентов, то за год будет потеряно **C11*365/14** клиентов. Это и записано в ячейке **F9**.

Издержки хранения в расчете на год рассчитываем, умножая величину безопасного резерва **F8** на закупочную цену **F3** и на удельную издержку хранения **F5** (ячейка **F10**).

Суммарные издержки потери клиентов подсчитаны в ячейке **F11**. При этом, как мы обсуждали ранее, считаем потери на одном клиенте равными 1500 руб.

И наконец, в ячейке **F12** (Рис. 7) записаны полные потери – от упущенных клиентов и хранения безопасного резерва. Осталось только выполнить статистическое моделирование.

	A	B	C	D	E	F
1	Fixed-Time Period model - оптимальный заказ					
2						
3	Спрос средний =	шт.	20	Закупочная цена =	у.е.	2000
4	Стандартное отклонение спроса =	шт.	5	Прибыльность =	у.е.	1500
5	L=	дн.	3	Удельная изд. хранения =	%	60%
6	T=	дн.	14	L+T=	дн.	17
7	I =	шт.	200.0	d*(L+T)=	шт.	340
8	Потребность в товаре + БР =	шт.	360.00	Безопасный резерв =	шт.	=C8-F7
9	Время исчерпания запаса =	дн.	18.90	Потеряно клиентов =	шт.	=C11*365/C6
10	Риск дефицита =	%	0	Издержки хранения =	у.е.	=F5*F3*F8
11	Количество потерянных клиентов =	шт.	0.000	Потери прибыли =	у.е.	=F9*F4
12	Уровень обслуживания =	%	100.00%	Полные потери =	у.е.	=F10+F11

Рис. 7

На следующем рисунке (Рис. 8) приведен результат расчета всех величин для одного из случаев дефицита.

	A	B	C	D	E	F
1	Fixed-Time Period model - оптимальный заказ					
2						
3	Спрос средний =	шт.	20	Закупочная цена =	у.е.	2000
4	Стандартное отклонение спроса =	шт.	5	Прибыльность =	у.е.	1500
5	L=	дн.	3	Удельная изд. хранения =	%	60%
6	T=	дн.	14	L+T=	дн.	17
7	I =	шт.	200.0	d*(L+T)=	шт.	340
8	Потребность в товаре + БР =	шт.	360.00	Безопасный резерв =	шт.	20.00
9	Время исчерпания запаса =	дн.	16.90	Потеряно клиентов =	шт.	52.14
10	Риск дефицита =	%	1	Издержки хранения =	у.е.	24 000р.
11	Количество потерянных клиентов =	шт.	2.000	Потери прибыли =	у.е.	78 214р.
12	Уровень обслуживания =	%	99.29%	Полные потери =	у.е.	102 214р.

Рис. 8

Для проведения нового моделирования изменим целевые ячейки: выберем полные потери F12, риск дефицита C10 и уровень обслуживания C12.

Результат моделирования показан на рисунке (Рис. 9).

Метод Монте-Карло.			
Целевые ячейки =>	F12 (Полные потери =)	C10 (Риск дефицита =)	C12 (Уровень обслуживания =)
Среднее значение	92 662р.	16.64%	99.37%
Станд. отклонение	206410.660	0.372	0.019
Станд. отклонение оценки среднего значения	652.7	0.118%	0.0060%
Максимум	2292214.29	1.00	1.00
Минимум	24000.00	0.00	0.79

Рис. 9

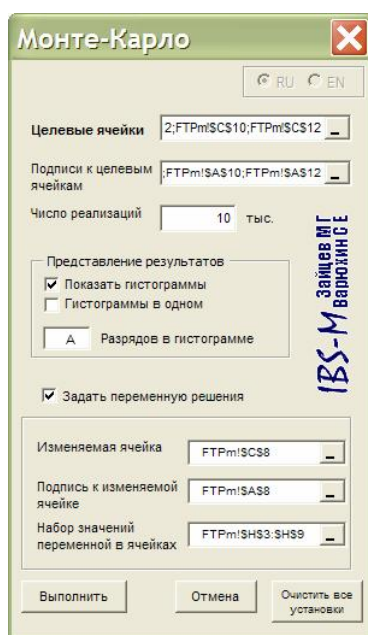
Итак, полные потери составляют 92662 руб. Много это или мало?

Ответить на этот вопрос можно, только сравнив эти потери с потерями при другой схеме заказа. Абсолютная их величина не значит практически ничего.

Мы нашли также, что уровень обслуживания, соответствующий риску дефицита 16.6% примерно равен 99.4%.

Приведенные результаты относятся к используемой в настоящее время модели управления. Наша задача – предложить лучшую схему, если это возможно.

Для этого необходимо поварьировать максимальную потребность C8 и определить, при каком значении ячейки C8 наблюдается минимум потерь.



Вызовем снова надстройку Моделирование Монте-Карло и добавим опцию **Задать переменную решения**.

В активированных полях укажем, что изменяемая ячейка – C8, подпись к ней, естественно, B8, а набор значений изменяемой ячейки возьмем из ячеек H3:H9.

Конечно, мы не можем наверняка предугадать интервал, в котором находится оптимальное значение максимальной потребности. Но даже опыт «на удачу» может привести на правильные соображения о таком интервале.

Минимальное значение, которое имеет смысл пробовать – это 340 ед, так как это средняя потребность за срок 17 дней. Если ориентироваться на это число риск дефицита составит 50% (по смыслу среднего значения). Практически такая схема заказа тоже имеет право на существование, но это случай, когда клиент не теряется (ваша монополия и отложенный спрос). Максимальное значение определить априори сложнее, но мы попробуем

женный спрос). Максимальное значение определить априори сложнее, но мы попробуем использовать величину безопасного резерва, равную 3σ – при этом риск дефицита уменьшается до $\sim 0.15\%$, что с практической точки зрения можно считать нулем (Рис. 10).

Стандартное отклонение за день равно 5, значит за стандартное отклонение за 17 дней равно $5 \cdot 17^{0.5} = \sim 20.6$. Отсюда безопасный резерв для трех сигм равен ~ 62 ($20.6 \cdot 3$).

С учетом этого безопасного резерва максимальное значение для варьирования максимальной потребности примем равным **400** ($340+60$). Шаг вариации сделаем равным 10.

Вообще-то, можно было бы использовать какую-нибудь из хитрых стандартных методик для поиска минимума: дихотомию или золотое сечение, что сильно уменьшило бы число моделирований, но это актуально только при очень большом времени расчета. В данном случае это не так.

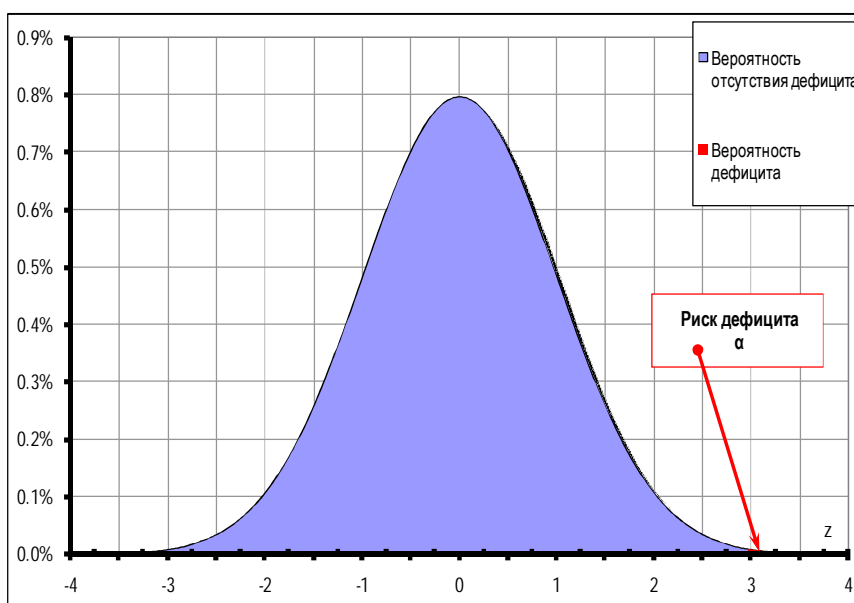


Рис. 10

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Fixed-Time Period model - оптимальный заказ									
2										
3	Спрос средний =	шт.	20	Закупочная цена =	у.е.	3500		340	368	
4	Стандартное отклонение спроса =	шт.	5	Прибыльность =	у.е.	1500		350	370	
5	L=	дн.	3	Удельная изд. хранения =	%	60%		360	372	
6	T=	дн.	14	L+T=	дн.	17		370	374	
7	I =	шт.	200.0	$d^*(L+T)=$	шт.	340		380	376	
8	Потребность в товаре + БР =	шт.	360.00	Безопасный резерв =	шт.	20.00		390	378	
9	Время исчерпания запаса =	дн.	18.10	Потеряно клиентов =	шт.	0		400	380	
10	Риск дефицита =	%	0	Издержки хранения =	у.е.	42000				
11	Количество потерянных клиентов =	шт.	0.000	Потери прибыли =	у.е.	0				
12	Уровень обслуживания =	%	100.00%	Полные потери =	у.е.	42000.0				

Рис. 11

Результаты моделирования показаны на Рис. 12.

		Метод Монте-Карло.							Накопленная статистика = 10 тыс.	
									Время счета = 129.8 сек.	
Целевая ячейка - F12 (Полные потери =)										
Значение параметра C8 (Потребность в товаре + БР =)										
=		340	350	360	370	380	390	400		
Среднее значение		301 336	162 672	88 394	59 511	55 094	61 674	72 227		
Станд. отклонение		435 479	311 116	197 114	113 845	58 367	26 563	7 857		
Станд. отклонение оценки среднего значения		4 355	3 111	1 971	1 138	584	266	79		
Целевая ячейка - C10 (Риск дефицита =)										
Значение параметра C8 (Потребность в товаре + БР =)										
=		340	350	360	370	380	390	400		
Среднее значение		49.53%	30.78%	16.19%	6.98%	2.35%	0.70%	0.13%		
Станд. отклонение		0.50	0.46	0.37	0.25	0.15	0.08	0.04		
Станд. отклонение оценки среднего значения		0.0050	0.0046	0.0037	0.0025	0.0015	0.0008	0.0004		
Целевая ячейка - C12 (Уровень обслуживания =)										
Значение параметра C8 (Потребность в товаре + БР =)										
=		340	350	360	370	380	390	400		
Среднее значение		97.25%	98.62%	99.41%	99.79%	99.94%	99.98%	100.00%		
Станд. отклонение		0.040	0.028	0.018	0.010	0.005	0.002	0.001		
Станд. отклонение оценки среднего значения		3.977E-04	2.841E-04	1.800E-04	1.040E-04	5.330E-05	2.426E-05	7.175E-06		

Рис. 12

Как мы видим наименьшее значение издержек – 55094 руб – соответствует максимальной потребности 380 единиц. Впрочем, писать это число с точностью до единиц бессмысленно, так как доверительный интервал для этой величины равен ± 1168 ($584 \cdot 2$).

При необходимости можно уточнить расчет, варьируя C8 с меньшим шагом (столбец l, Рис. 11).

Результат этого моделирования показан на Рис. 13.

В данном случае уточненный расчет показывает, что минимум полных издержек действительно наблюдается при значении параметра 380.

Получается, что оптимальный размер безопасного резерва равен 40 шуруповертов (380-340). Оптимальный риск дефицита приблизительно 2.6%, а уровень обслуживания 99.935%.

Таким образом, можно предложить менеджеру подправленный алгоритм заказа: в день заказа подсчитать остатки склада и вычесть их из максимальной потребности 380 ед. Результат и будет являться наилучшим размером заказа дилеру.

В заключение можно снова заметить, что подобные расчеты можно было провести и без использования статистического моделирования. Однако необходимый для этого математический аппарат довольно сложен, и, что гораздо хуже, не прозрачен. Даже простая формула расчета размера заказа $Q = d*(L+T) - I + z*s*(L+T)^{0.5}$ не является, к сожалению, интуитивно понятной. Наш опыт показывает, что большинство слушателей относительно этой формулы «терзают смутные сомнения».

Метод Монте-Карло.		Накопленная статистика = 10 тыс.							
		Время счета = 170.8 сек.							
Целевая ячейка - F12 (Полные потери =)									
Значение параметра C8 (Потребность в товаре + БР =)									
=	372	374	376	378	380	382	384	386	388
Среднее значение	58 212	56 818	56 043	55 525	55 110	56 266	57 696	58 813	60 072
Станд. отклонение	101 237	91 241	80 498	67 862	56 447	53 127	44 991	40 556	31 867
Станд. отклонение оценки среднего значения	1 012	912	805	679	564	531	450	406	319
Целевая ячейка - C10 (Риск дефицита =)									
Значение параметра C8 (Потребность в товаре + БР =)									
=	372	374	376	378	380	382	384	386	388
Среднее значение	6.27%	4.84%	4.06%	3.37%	2.59%	2.06%	1.88%	1.34%	1.02%
Станд. отклонение	0.24	0.21	0.20	0.18	0.16	0.14	0.14	0.11	0.10
Станд. отклонение оценки среднего значения	0.0024	0.0021	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0014	0.0011	0.0010
Целевая ячейка - C12 (Уровень обслуживания =)									
Значение параметра C8 (Потребность в товаре + БР =)									
=	372	374	376	378	380	382	384	386	388
Среднее значение	99.819%	99.854%	99.883%	99.909%	99.935%	99.946%	99.955%	99.967%	99.977%
Станд. отклонение	0.0092	0.0083	0.0074	0.0062	0.0052	0.0049	0.0041	0.0037	0.0029
Станд. отклонение оценки среднего значения	9.245E-05	8.333E-05	7.351E-05	6.197E-05	5.155E-05	4.852E-05	4.109E-05	3.704E-05	2.910E-05

Рис. 13

В этом случае статистическое моделирование помогает продемонстрировать работоспособность формулы и «прощупать» поведение системы управления запасами при изменении параметров.

Большинство задач, решаемых с помощью электронной таблицы, предполагают нахождение искомого результата по известным исходным данным. Но в Excel есть инструменты, позволяющие решить и обратную задачу: подобрать исходные данные для получения желаемого результата.

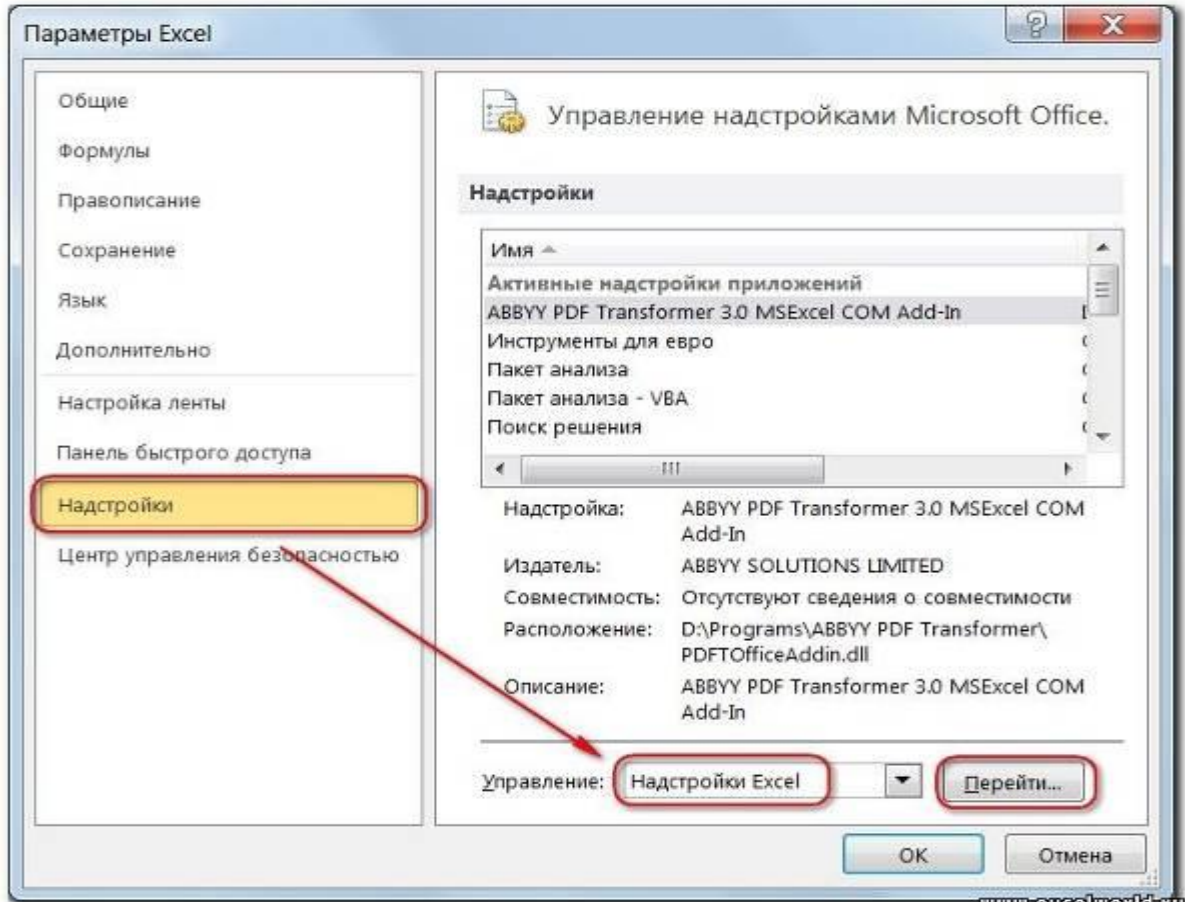
Одним из таких инструментов является **Поиск решения**, который особенно удобен для решения так называемых "задач оптимизации".

Если Вы раньше не использовали **Поиск решения**, то Вам потребуется уста-

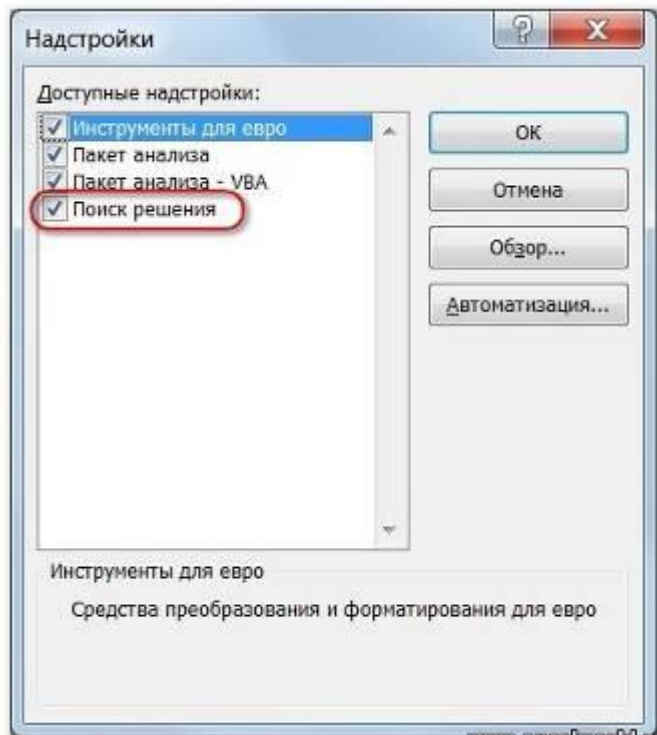
новить соответствующую надстройку.

Сделать это можно так:

для версий старше Excel 2007 через команду меню **Сервис --> Надстройки**;
начиная с Excel 2007 через диалоговое окно **Параметры Excel**

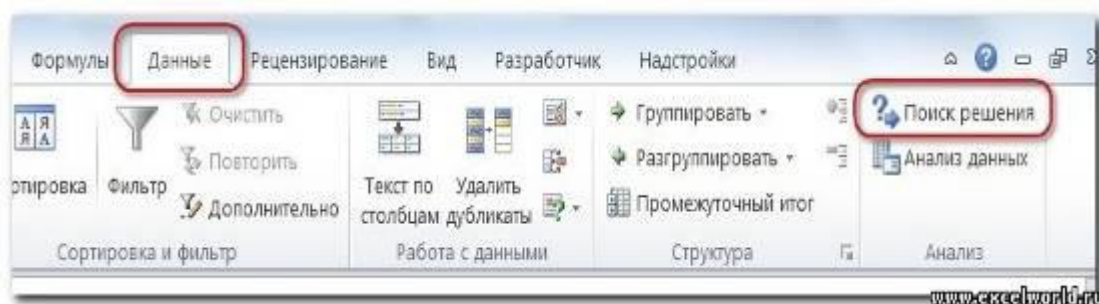


www.excelworld.ru

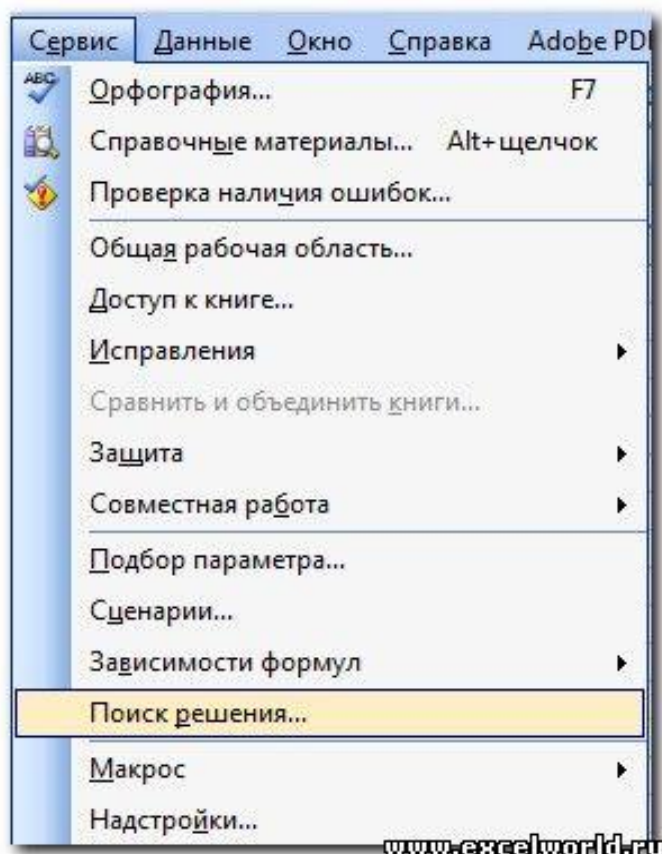


www.excelworld.ru

Начиная с версии Excel 2007 кнопка для запуска **Поиска решения** появится на вкладке **Данные**.



В версиях до Excel 2007 аналогичная команда появится в меню **Сервис**



Разберём порядок работы **Поиска решения** на простом примере.

Пример 1. Распределение премии

Предположим, что Вы начальник производственного отдела и Вам предстоит по-честному распределить премию в сумме 100 000 руб. между сотрудниками отдела пропорционально их должностным окладам. Другими словами Вам требуется подобрать коэффициент пропорциональности для вычисления размера премии по окладу.

Первым делом создаём таблицу с исходными данными и формулами, с помощью которых должен быть получен результат. В нашем случае результат - это суммарная величина премии. Очень важно, чтобы целевая ячейка (С8) посредством формул была связана с искомой изменяемой ячейкой (Е2). В примере они связаны через промежуточные формулы, вычисляющие размер премии для каждого сотрудника (С2:С7).

	A	B	C	D	E	F	G	H
			$=\$E\$2*B2$					
1	Фамилия	Оклад, руб.	Премия, руб.		Коэффициент			
2	Топорнов А.Б.	80 000,00	0,00					
3	Берёзкин В.Г.	60 000,00	0,00					
4	Дубова Д.Е.	56 000,00	0,00					
5	Рябинин И.К.	48 000,00	0,00					
6	Вязов Л.М.	52 000,00	0,00					
7	Ивочкина Н.О.	36 000,00	0,00					
8	Итого (целевая функция)		0					
9								
10								
11								
12								

Теперь запускаем **Поиск решения** и в открывшемся диалоговом окне устанавливаем необходимые параметры. Внешний вид диалоговых окон в разных версиях несколько различается:

Начиная с Excel 2010

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию: $\$C\8

До: Максимум Минимум Значения: 100000

Изменяя ячейки переменных: $\$E\2

В соответствии с ограничениями:

$\$E\$2 \geq 0$

Можно указать ограничение явно, используя кнопку ДОБАВИТЬ

или поставить соответствующий флажок

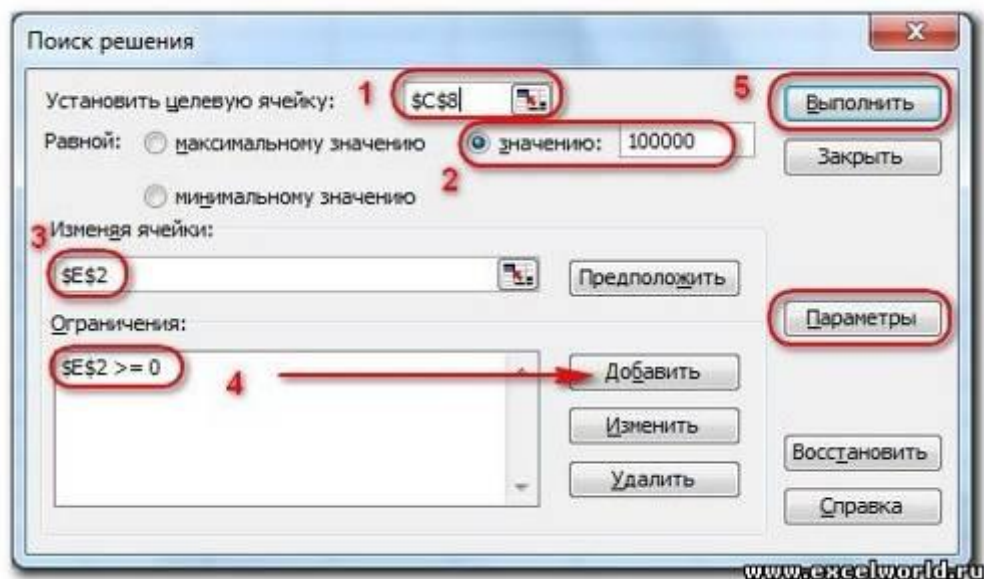
Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения: Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Найти решение

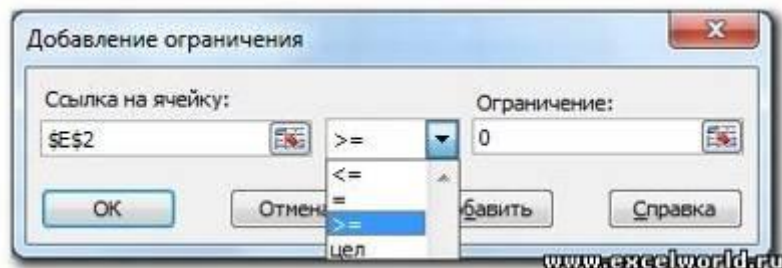


Целевая ячейка, в которой должен получиться желаемый результат. Целевая ячейка может быть только одна

Варианты оптимизации: максимальное возможное значение, минимальное возможное значение или конкретное значение. Если требуется получить конкретное значение, то его следует указать в поле ввода

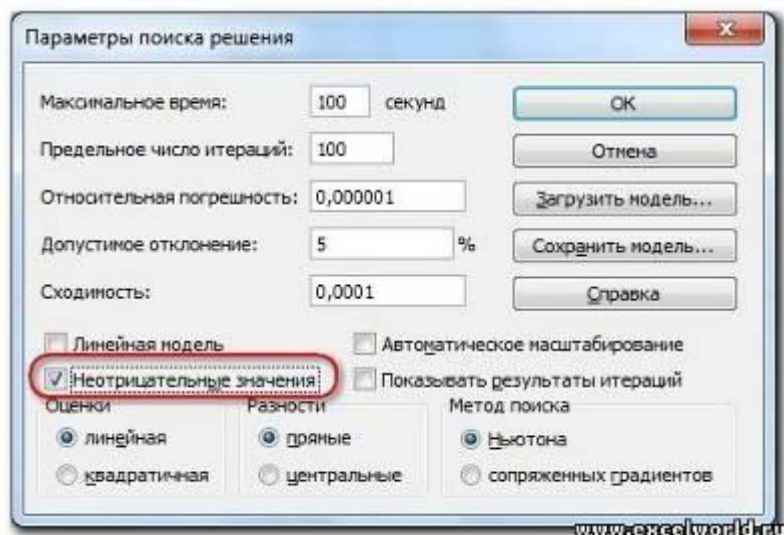
Изменяемых ячеек может быть несколько: отдельные ячейки или диапазоны. Собственно, именно в них Excel перебирает варианты с тем, чтобы получить в целевой ячейке заданное значение

Ограничения задаются с помощью кнопки **Добавить**. Задание ограничений, пожалуй, не менее важный и сложный этап, чем построение формул. Именно ограничения обеспечивают получение правильного результата. Ограничения можно задавать как для отдельных ячеек, так и для диапазонов. Помимо всем понятных знаков =, >=, <=, при задании ограничений можно использовать варианты **цел** (целое), **бин** (бинарное или двоичное, т.е. 0 или 1), **раз** (все разные - только начиная с версии Excel 2010).



В данном примере ограничение только одно: коэффициент должен быть положительным. Это ограничение можно задать по-разному: либо установить явно, воспользовавшись кнопкой **Добавить**, либо поставить флажок **Сделать переменные без ограничений неотрицательными**.

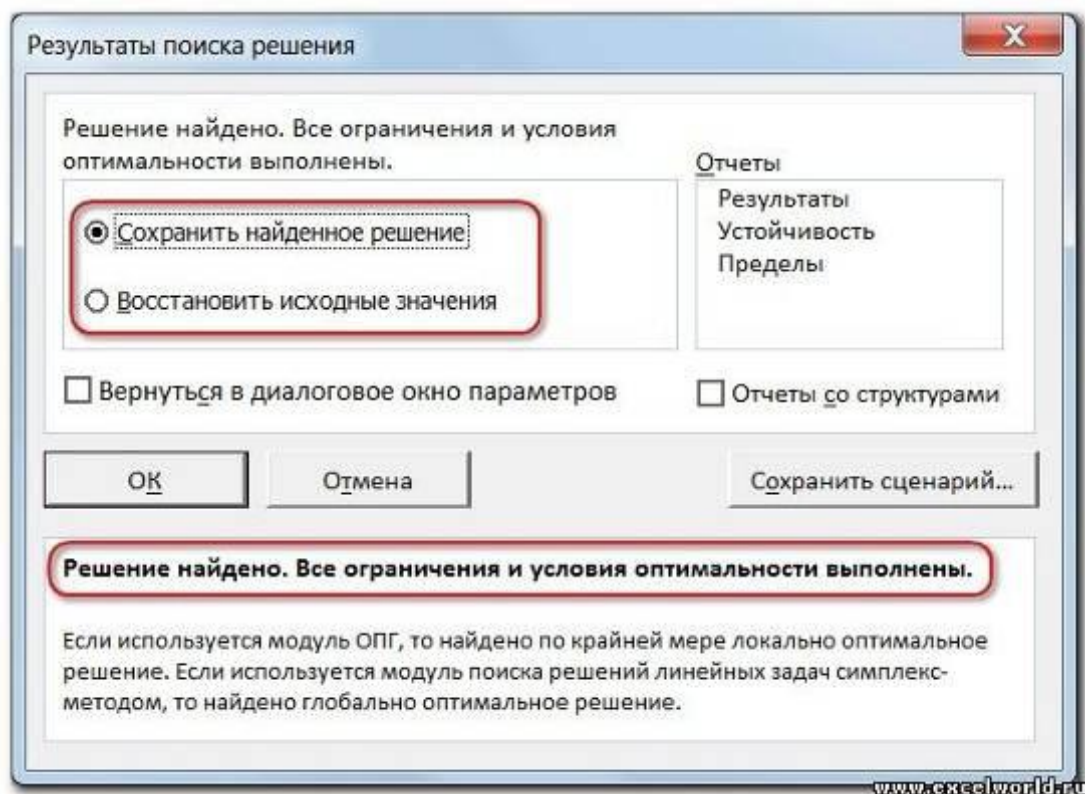
Для версий до Excel 2010 этот флажок можно найти в диалоговом окне **Параметры Поиска решения**, которое открывается при нажатии на кнопку **Параметры**



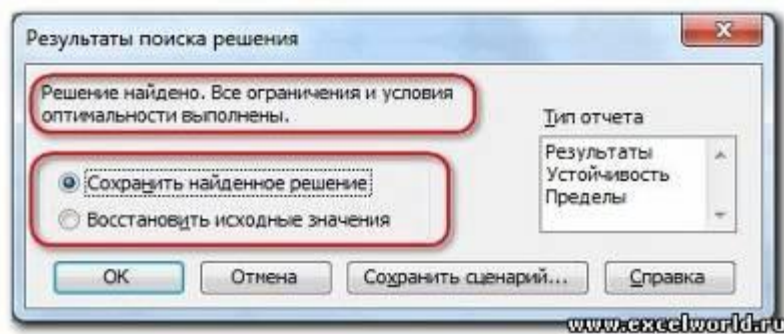
Кнопка, включающая итеративные вычисления с заданными параметрами.

После нажатия кнопки **Найти решение (Выполнить)** Вы уже можете видеть в таблице полученный результат. При этом на экране появляется диалоговое окно **Результаты поиска решения**.

Начиная с Excel 2010



До Excel 2010



Если результат, который Вы видите в таблице Вас устраивает, то в диалоговом окне **Результаты поиска решения** нажимаете **ОК** и фиксируете результат в таблице. Если же результат Вас не устроил, то нажимаете **Отмена** и возвращаетесь к предыдущему состоянию таблицы.

Решение данной задачи выглядит так

	A	B	C	D	E	F
1	Фамилия	Оклад, руб.	Премия, руб.		Кoeffициент	
2	Топорков А.Б.	80 000,00	24 096,39		0,301204819	
3	Берёзкин В.Г.	60 000,00	18 072,29			
4	Дубова Д.Е.	56 000,00	16 867,47			
5	Рябинин И.И.	48 000,00	14 457,83			
6	Вязов Л.М.	52 000,00	15 662,65			
7	Ивочкина Н.О.	36 000,00	10 843,37			
8	Итого (целевая функция)		100000			
9						
10						

Важно: при любых изменениях исходных данных для получения нового результата **Поиск решения** придется запускать снова.

Разберём еще одну задачу оптимизации (получение максимальной прибыли)

Пример 2. Мебельное производство (максимизация прибыли)

Фирма производит две модели А и В сборных книжных полок.

Их производство ограничено наличием сырья (высококачественных досок) и временем машинной обработки.

Для каждого изделия модели А требуется 3 м² досок, а для изделия модели В - 4 м². Фирма может получить от своих поставщиков до 1700 м² досок в неделю.

Для каждого изделия модели А требуется 12 мин машинного времени, а для изделия модели В - 30 мин. в неделю можно использовать 160 ч машинного времени.

Сколько изделий каждой модели следует выпускать фирме в неделю для достижения максимальной прибыли, если каждое изделие модели А приносит 60 руб. прибыли, а каждое изделие модели В - 120 руб. прибыли?

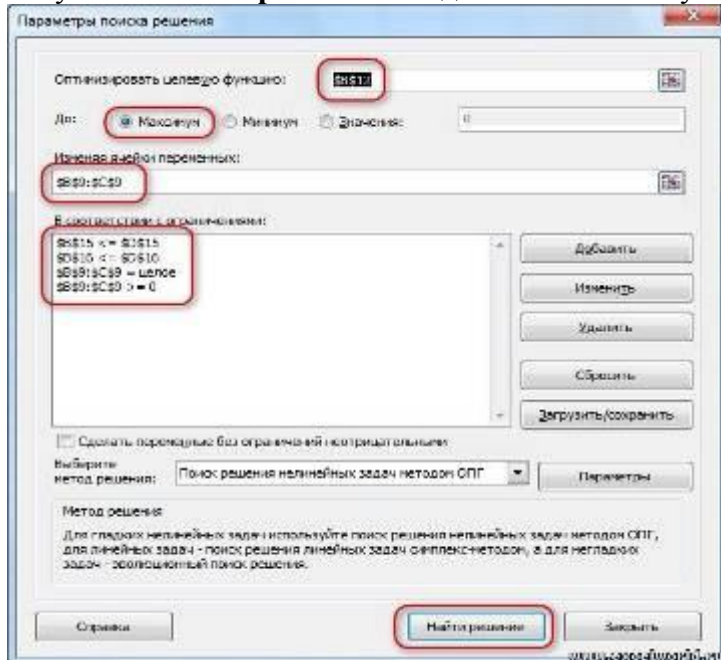
Порядок действий нам уже известен.

Сначала создаем таблицы с исходными данными и формулами. Расположение ячеек на листе может быть абсолютно произвольным, таким как удобно автору. Например, как на

рисунке

B15		fx = СУММПРОИЗВ(B3:C3;\$B\$9:\$C\$9)			
A	B	C	D	E	F
1	Исходные данные				
2	Модель A	Модель B			
3	требуется досок, м ²	3	4		Здесь константы - исходные данные (минуты переведены в часы)
4	требуется маш. времени, ч	0,2	0,5		
5	прибыль, руб.	60	120		
6					
7	Искомые значения				
8	Кол-во A	Кол-во B			Это искомые переменные (изначально пустые)
9					
10					
11	Целевая функция				Целевая ячейка с формулой, подсчитывающей прибыль = СУММПРОИЗВ(B5:C5;B9:C9)
12	0	шах			
13					
14	Ограничения				
15	Всего досок	0	<=	1700	Эти ячейки будут использоваться для задания ограничений
16	Всего маш. времени, ч	0	<=	160	
17					
18					
19	Формулы для подсчета суммарного количества досок и машинного времени для дальнейшего задания ограничений				
20					
21					
22					

Запускаем **Поиск решения** и в диалоговом окне устанавливаем необходимые параметры



Целевая ячейка B12 содержит формулу для расчёта прибыли

Параметр оптимизации - максимум

Изменяемые ячейки B9:C9

Ограничения: найденные значения должны быть целыми, неотрицательными; общее количество машинного времени не должно превышать 160 ч (ссылка на ячейку D16); общее количество сырья не должно превышать 1700 м² (ссылка на ячейку D15).

Здесь вместо ссылок на ячейки D15 и D16 можно было указать числа, но при использовании ссылок какие-либо изменения ограничений можно производить прямо в таблице

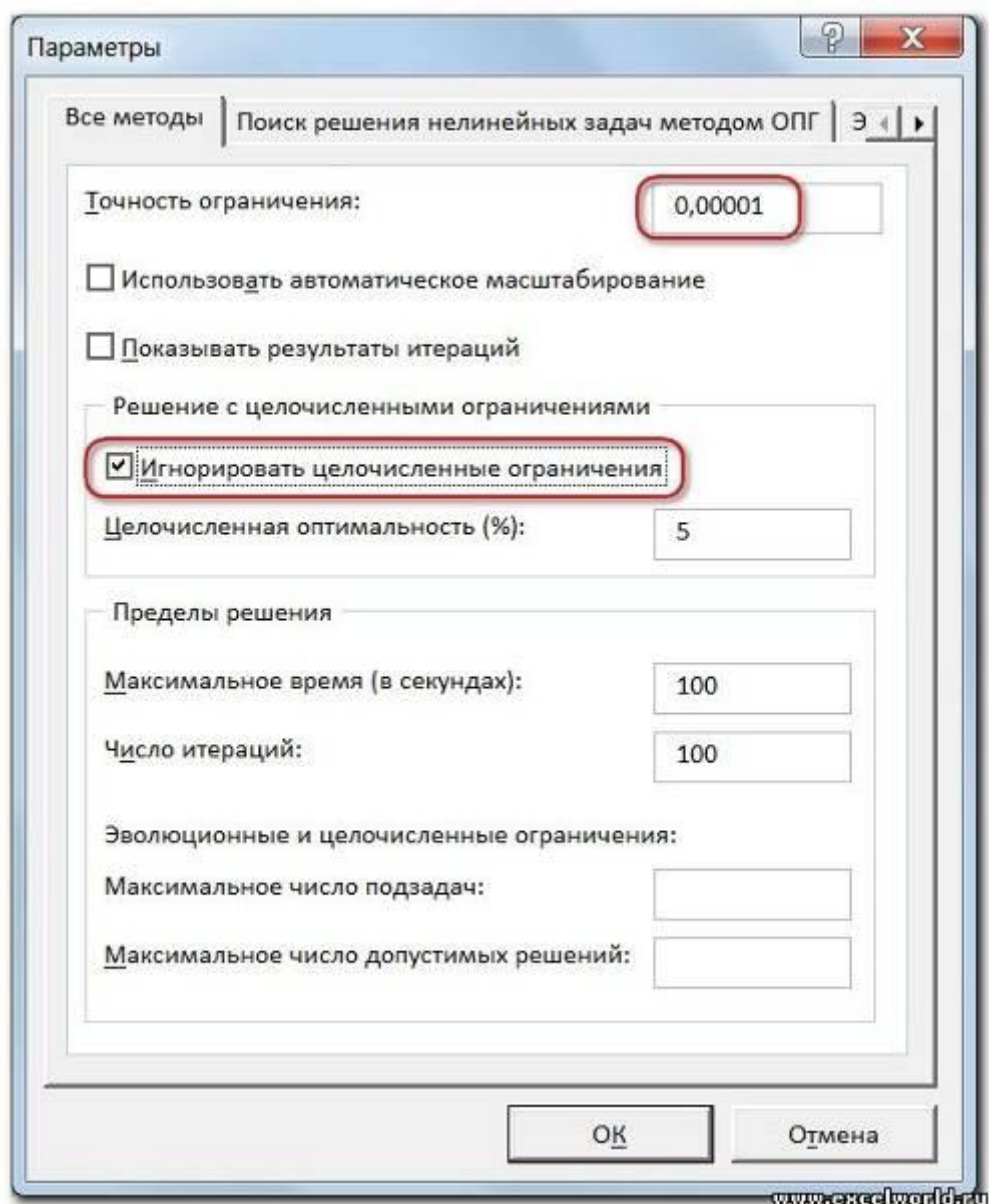
Нажимаем кнопку **Найти решение (Выполнить)** и после подтверждения получаем результат

B12		fx =СУММПРОИЗВ(B5:C5;B9:C9)		
	A	B	C	D
1		Исходные данные		
2		Модель А	Модель В	
3	требуется досок, м ²	3	4	
4	требуется маш. времени, ч	0,2	0,5	
5	прибыль, руб.	60	120	
6				
7		Искомые значения		
8		Кол-во А	Кол-во В	
9		300	200	
10				
11		Целевая функция		
12		42000	max	
13				
14		Ограничения		
15	Всего досок	1700	<=	1700
16	Всего маш. времени, ч	160	<=	160
17				

Но даже если Вы правильно создали формулы и задали ограничения, результат может оказаться неожиданным. Например, при решении данной задачи Вы можете увидеть такой результат:

B12		fx =СУММПРОИЗВ(B5:C5;B9:C9)		
	A	B	C	D
1		Исходные данные		
2		Модель А	Модель В	
3	требуется досок, м ²	3	4	
4	требуется маш. времени, ч	0,2	0,5	
5	прибыль, руб.	60	120	
6				
7		Искомые значения		
8		Кол-во А	Кол-во В	
9		300,000003	199,999998	
10				
11		Целевая функция		
12		41999,9999	max	
13				
14		Ограничения		
15	Всего досок	1700	<=	1700
16	Всего маш. времени, ч	160	<=	160
17				

И это несмотря на то, что было задано ограничение **целое**. В таких случаях можно попробовать настроить параметры **Поиска решения**. Для этого в окне **Поиск решения** нажимаем кнопку **Параметры** и попадаем в одноимённое диалоговое окно



Первый из выделенных параметров отвечает за точность вычислений. Уменьшая его, можно добиться более точного результата, в нашем случае - целых значений. Второй из выделенных параметров (доступен, начиная с версии Excel 2010) даёт ответ на вопрос: как вообще могли получиться дробные результаты при ограничении **целое**? Оказывается **Поиск решения** это ограничение просто проигнорировал в соответствии с установленным флажком.

Пример 3. Транспортная задача (минимизация затрат)

На заказ строительной компании песок перевозиться от трех поставщиков (карьеров) пяти потребителям (строительным площадкам). Стоимость на доставку включается в себестоимость объекта, поэтому строительная компания заинтересована обеспечить потребности

своих стройплощадок в песке самым дешевым способом.

Дано: запасы песка на карьерах; потребности в песке стройплощадок; затраты на транспортировку между каждой парой «поставщик-потребитель».

Нужно найти схему оптимальных перевозок для удовлетворения нужд (откуда и куда), при которой общие затраты на транспортировку были бы минимальными.

Пример расположения ячеек с исходными данными и ограничениями, искомыми ячейками и целевой ячейки показан на рисунке

Исходные данные						
	Стройплощадки					Запасы
	№1	№2	№3	№4	№5	
карьер 1	3	4	8	5	2	496
карьер 2	4	1	5	6	4	100
карьер 3	8	8	9	4	5	52
Потребности	42	20	100	75	60	

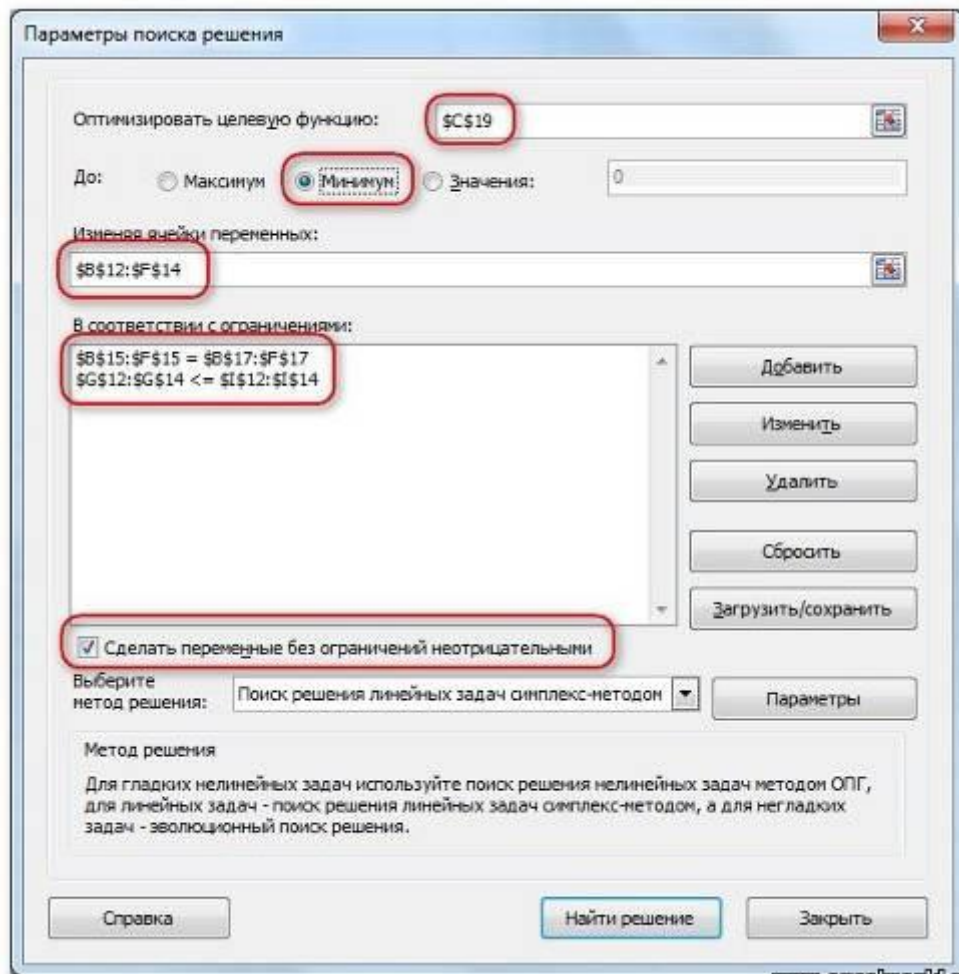
Искомые значения							Ограничения	Запасы
	Стройплощадки					Всего		
	№1	№2	№3	№4	№5			
карьер 1						0	<=	496
карьер 2						0	<=	100
карьер 3						0	<=	52
Всего	0	0	0	0	0	0		
Ограничения	=	=	=	=	=			
Потребности	42	20	100	75	60			

Суммарные затраты	0	min
-------------------	---	-----

Целевая ячейка с формулой, подсчитывающей затраты на транспортировку
 =СУММПРОИЗВ(B4:F6;B12:F14)

В серых ячейках формулы суммы по строкам и столбцам, а в целевой ячейке формула для подсчёта общих затрат на транспортировку.

Запускаем Поиск решения и устанавливаем необходимые параметры (см. рисунок)



www.excelworld.ru

Нажимаем **Найти решение (Выполнить)** и получаем результат, изображенный ниже

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Исходные данные									
2		Стройплощадки								
3		№1	№2	№3	№4	№5	Запасы			
4	карьер 1	3	4	8	5	2	496			
5	карьер 2	4	1	5	6	4	100			
6	карьер 3	8	8	9	4	5	52			
7	Потребности	42	20	100	75	60				
8										
9	Искомые значения									
10		Стройплощадки								
11		№1	№2	№3	№4	№5	Всего	Ограничения	Запасы	
12	карьер 1	42	0	20	23	60	145	<=	496	
13	карьер 2	0	20	80	0	0	100	<=	100	
14	карьер 3	0	0	0	52	0	52	<=	52	
15	Всего	42	20	100	75	60				
16	Ограничения	=	=	=	=	=				
17	Потребности	42	20	100	75	60				
18										
19	Суммарные затраты		1149	min						
20										

www.excelworld.ru

Иногда транспортные задачи усложняются с помощью дополнительных ограничений. На-

пример, по каким-то причинам невозможно возить песок с карьера 2 на стройплощадку №3. Добавляем ещё одно ограничение $D_{13}=0$. И после запуска Поиска решения получаем другой результат

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Исходные данные										
2		Стройплощадки									
3		№1	№2	№3	№4	№5	Запасы				
4	карьер 1	3	4	8	5	2	496				
5	карьер 2	4	1	5	6	4	100				
6	карьер 3	8	8	9	4	5	52				
7	Потребности	42	20	100	75	60					
8											
9	Искомые значения										
10		Стройплощадки									
11		№1	№2	№3	№4	№5	Всего	Ограничения	Запасы		
12	карьер 1	42	0	100	23	60	225	<=	496		
13	карьер 2	0	20	0	0	0	20	<=	100		
14	карьер 3	0	0	0	52	0	52	<=	52		
15	Всего	42	20	100	75	60					
16	Ограничения	=	=	=	=	=					
17	Потребности	42	20	100	75	60					
18											
19	Суммарные затраты		1389	min							
20											
21											

www.excelworld.ru

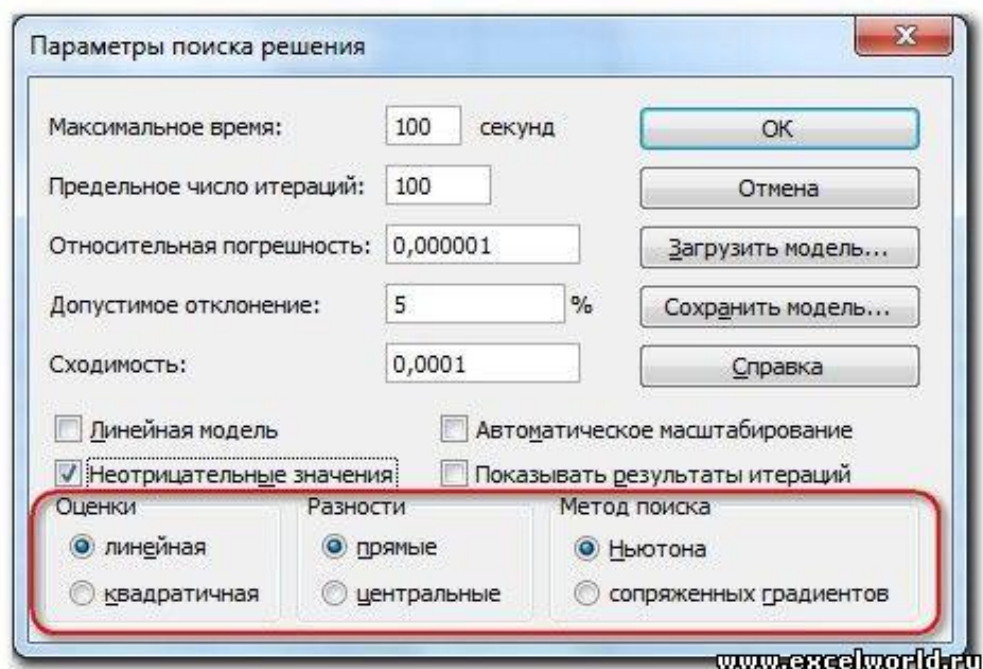
И последнее, на что следует обратить внимание, это выбор метода решения. Если задача достаточно сложная, то для достижения результата может потребоваться подобрать метод решения

Начиная с Excel 2010

Сделать переменные без ограничений неотрицательными
 Выберите метод решения: Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ
 Метод решения
 Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

www.excelworld.ru

До Excel 2010



6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РАЗРАБОТОК В ПРОИЗВОДСТВО

6.1 Техничко-экономические показатели эффективности разработок

Техничко-экономическая оценка является обязательной составной частью диссертаций всех технических и экономических специальностей. Основной задачей технико-экономического обоснования является определение величины экономического эффекта от использования в общественном производстве основных и сопутствующих результатов, получаемых при решении поставленных задач.

Оценка эффективности принимаемых научно-технических решений должна быть комплексной и учитывать все экономические, социальные, экологические и другие аспекты использования полученных результатов.

В первой главе диссертации целесообразно рассмотреть значение исследуемых вопросов для народного хозяйства, отрасли или предприятия, современное состояние рассматриваемой проблемы, сущность предлагаемых технических решений. В экономическом разделе принимаемые решения базируются на использовании функционально-стоимостного анализа. Специальный раздел «Определение экономической эффективности от внедрения разработки» является завершающим. В нем выполняются расчеты, выбирается предпочтительное решение при наличии нескольких возможных альтернативных вариантов.

Основные результаты технико-экономической оценки выносятся на специальный демонстрационный плакат. Помимо экономических показателей (чистый дисконтированный доход, норма доходности и срок окупаемости) на

плакате необходимо привести технические показатели, которые существенно влияют на экономическую часть (характеристики надежности, массогабаритные показатели, КПД, показатели унификации и проч.) из тех, что рассчитывались в данном разделе. Методика расчета показателей надежности должна быть общепринятой. Результаты технико-экономической оценки должны быть отражены и в заключении.

При проведении технико-экономических расчетов рекомендуется использовать действующие оптовые, розничные цены и тарифы на продукцию, работы и услуги, а также годовые коэффициенты индексации цен. Экономическую оценку целесообразно проводить в рублях, используя реальные цены на момент проведения расчетов. Результаты расчетов лучше проводить в виде интервалов, ширину которых определяют колебания цен на существующем рынке или производить округление до целых значений сотен и тысяч рублей, что позволит учесть изменение цен в зависимости от поставщика.

Основные теоретические положения и методические подходы оценки экономической эффективности инвестиционных проектов (ИП) рассмотрены в «Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов по их отбору для финансирования».

Показатели экономической эффективности проекта в целом характеризуют с экономической точки зрения технические, технологические и организационные решения, принимаемые в анализе. Эффективность ИП должна определяться на основе денежного потока, представляющего собой зависимость от времени денежных поступлений и платежей для всего расчетного периода.

При проведении экономических обоснований за расчетный период принимается временной интервал от начала действия проекта до его окончания. Расчетный период целесообразно разбить на шаги $(0, 1, \dots, m, \dots, n)$, используемые для оценки финансовых показателей. Разбивка обычно ведется для временного интервала год (квартал, месяц). Время в расчетном периоде измеряется в годах или долях года и отсчитывается от фиксированного момента времени $t_0 = 0$, принимаемого за базовый. Обычно в качестве базового выбирается начало нулевого шага, а момент начала шага m обозначается t_m . При сравнении нескольких проектов базовый момент рекомендуется выбирать одним и тем же.

Значение денежного потока обозначается $\Phi(t)$, если оно относится к моменту времени t или $\Phi(m)$, если оно относится к m -му шагу. На каждом шаге значение денежного потока характеризуется: притоком, равным размеру денежных поступлений (результатов в стоимостном выражении) и оттоком, равным платежам на этом шаге. К притокам обычно относится выручка от реализации продукции, а также другие поступления. К оттокам – производственные издержки, налоги и покупка дополнительных материалов и оборудования.

При оценке ИП приведение разновременных (относящихся к разным шагам расчета) значений денежного потока к ценности на начальный период $t_0 = 0$ осуществляется путем дисконтирования. При этом, в принципе, момент приведения может и не совпадать с базовым.

Термин «дисконтирование» широко употребляется в финансовой практике. Под ним можно понимать способ нахождения суммы P на некоторый момент времени t при условии, что в будущем при начислении на нее процентов, она могла бы составить наращенную сумму S . Величину P , найденную дисконтированием наращенной величины S называют приведенной величиной. С помощью дисконтирования в финансовых вычислениях учитывается фактор времени, который связан с инфляционными процессами, уровнями банковских ставок по кредитам, стоимости ценных бумаг.

Для приведения разновременных затрат, результатов и эффектов используется норма дисконта (E), равная норме дохода на капитал и выраженная в долях единицы или процентах в год.

Технически приведение денежного потока к базисному (обычно начальному) моменту времени осуществляется путем умножения его на коэффициент дисконтирования α_m , определяемого для постоянной нормы дисконта E :

$$\alpha_m = \frac{1}{(1 + E)^m},$$

где m – номер шага расчета ($m = 1, 2, \dots, n$).

Если же норма дисконта меняется во времени и на шаге m равна E_m , то коэффициент дисконтирования определяется по формуле:

$$\alpha_0 = 1;$$

$$\alpha_m = \frac{1}{\prod_{k=1}^m (1 + E_k)}; \text{ при } t > 0.$$

В рыночной экономике при использовании собственного капитала нормы дисконта определяются исходя из депозитного процента по вкладам, а на практике она выше этого процента за счет инфляции и риска, связанного с инвестициями. В случае, когда весь капитал заемный, норма дисконта представляет собой соответствующую процентную ставку, определяемую условиями процентных выплат и погашений по займам.

В мировой практике наибольшее распространение получил метод оценки экономической эффективности ИП с использованием следующих четырех показателей: чистого дисконтированного дохода, индекса доходности, внутренней нормы доходности и срока окупаемости капитальных вложений.

Наиболее общим и правильным является использование всех четырех взаимосвязанных показателей. При этом чистый дисконтированный доход – один из важнейших показателей и критериев эффективности, который в ряде случаев выступает как самостоятельная и единственная характеристика.

Ч и с т ы й д и с к о н т и р о в а н н ы й д о х о д (ЧДД) характеризует превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта с учетом неравномерности эффектов (затрат, результатов), относящихся к различным моментам времени.

Основой для исчисления чистого дисконтированного дохода является «План денежных потоков», который строится путем анализа денежных притоков и оттоков. ЧДД рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{m=0}^n \Phi_m \alpha_m ,$$

где Φ_m - денежные потоки на отдельных шагах расчета.

Для признания проекта эффективным, с точки зрения инвестора, необходимо, чтобы чистый дисконтированный доход проекта был положительным. При проведении сравнительной оценки предпочтение следует отдать проекту с большим значением ЧДД (при выполнении условия его положительности). Очевидно, что при $\text{ЧДД} > 0$ проект следует принять, при $\text{ЧДД} < 0$ отвергнуть, а при $\text{ЧДД} = 0$ проект не прибылен, но и не убыточен.

Необходимо отметить, что ЧДД отражает прогнозную оценку изменения экономического потенциала предприятия в случае принятия рассматриваемого проекта. Этот показатель аддитивен во временном аспекте. Это очень важное свойство, выделяющее этот критерий из всех остальных и позволяющих использовать его в качестве основного при анализе оптимальности инвестиционного проекта. ЧДД – динамический показатель и его функциональная характеристика во времени - нелинейная.

Среди ученых нет единого мнения по вопросу методики определения ЧДД. Одни из них считают, что нужно ориентироваться на чистую прибыль (прибыль до налогообложения за вычетом налога на прибыль), получаемую при реализации проекта, другие считают, что необходимо учитывать при расчете амортизационные отчисления в виде притока денежных средств, т.е. не учитывать их в издержках, третьи – говорят о расчетах только доходов, без вычетов налогов. Однако, все это не оказывает существенного влияния на сущность этого показателя.

Аналитическое выражение для определения ЧДД на основе чистой прибыли имеет следующий вид:

$$\text{ЧДД} = -K + \frac{\Pi_1}{(1+E)} + \frac{\Pi_2}{(1+E)^2} + \frac{\Pi_3}{(1+E)^3} + \dots + \frac{\Pi_n}{(1+E)^n} ,$$

где K – инвестиции, необходимые для реализации проекта; $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ – чистая прибыль, получаемая по отдельным годам от реализации проекта; E – норматив приведения затрат к единому моменту времени (норма дисконта).

Указанная позиция объясняется тем, что амортизационные отчисления – это средства, необходимые для осуществления процесса восстановления основных производственных фондов. Они остаются в распоряжении предприятия, т.е. это приток денежных средств, а не отток.

В диссертации величину ЧДД рекомендуется определять по следующей формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{m=0}^n \frac{\Pi_m}{(1+E)^m} - \sum_{m=0}^n \frac{K_m}{(1+E)^m} ,$$

где Π_m – чистая прибыль, получаемая на m – том шаге; E – норма дисконта; K_m – капитальные вложения на m – том шаге.

При расчете денежного потока в рублях в условиях нестабильной экономики нужно учитывать инфляцию. В этом случае формула ЧДД будет иметь вид:

$$\text{ЧДД} = \sum_{m=0}^n \frac{\Pi_m}{(1+E)^m \prod_{m=0}^n \beta_m} - \sum_{m=0}^n \frac{K_m}{(1+E)^m \prod_{m=0}^n \beta_m},$$

где β_m – индекс годового роста цен, показывает, во сколько раз в среднем увеличились цены за m -ый год.

В случае если к концу расчетного периода остается часть недоамортизированных основных фондов необходимо включить их остаточную стоимость в расчет ЧДД в виде составляющего денежного потока на последнем шаге расчетного периода. Остаточная стоимость основных фондов ориентировочно можно определить по формуле:

$$C_o = \sum_{x=1}^y C_x (1 - a_x t / 100),$$

где $x...y$ – перечень имеющихся основных фондов (здания, оборудование и т.д.); C_x – первоначальная стоимость основных фондов x -го вида; a_x – норма амортизационных отчислений по x -м основным фондам, %; t – срок службы до завершения рассматриваемого расчетного периода, лет.

В настоящее время необходимо иметь ввиду, что существует развитая кредитная система, позволяющая осуществить капиталовложения, пользуясь банковским кредитом.

Наиболее часто встречающиеся кредиты – это кредит с погашением в рассрочку на протяжении T_k лет равными платежами (в номинальной стоимости). Тогда платежи с учетом процентов, которые включены в ежегодный платеж, по кредиту при заемной сумме K_n составят:

$$K_m = \frac{E_k (1 + E_k)^{T_k}}{(1 + E_k)^{T_k} - 1} \cdot K_n,$$

где K_m – платеж на m – том шаге с учетом процентов; E_k – номинальная годовая процентная ставка в банке.

И н д е к с д о х о д н о с т и представляет отношение суммы приведенных эффектов к величине капитальных вложений. Показатель индекс доходности тесно связан с ЧДД. Он строится из тех же элементов.

В н у т р е н н я я н о р м а д о х о д н о с т и (норма рентабельности инвестиций). Под внутренней нормой доходности (ВНД) понимают значение ставки дисконтирования $E = E_{вн}$, при которой ЧДД проекта равен нулю. Схема расчета этого коэффициента при анализе ИП заключается в следующем: ВНД показывает максимально допустимый относительный уровень расходов, которые могут быть вложены в данный проект. Например, если проект финансируется за счет ссуды коммерческого банка, то значение ВНД показывает

верхнюю границу допустимого уровня банковской процентной ставки, превышение которой делает проект убыточным.

На практике ИП может финансироваться из различных источников. В этом случае смысл показателя ВНД заключается в том, что разработчик должен сравнить полученное значение ВНД с ценой привлекаемых финансовых ресурсов (СС).

Если $ВНД > СС$, то проект следует принять, если $ВНД < СС$, то проект следует отвергнуть, если $ВНД = СС$ – проект не прибыльный и не убыточный.

Чтобы определить ВНД нужно решить приводимое ниже уравнение относительно $E_{вн}$:

$$\sum_{m=0}^n \frac{П}{(1 + E_{вн})^m} - K = 0 ,$$

где K – дисконтированные капиталовложения; $П$ – прибыль предприятия.

$E_{вн}$ достаточно просто можно получить, если имеется одно поступление денежных средств и один платеж. Если же имеется ряд притоков и оттоков и они дисконтированы уравнение по поводу $E_{вн}$ не решается, а оценивается приближенно. Для этого используется специальный финансовый калькулятор. При его отсутствии может быть использован метод последовательных итераций с применением табулированных значений дисконтных множителей.

Расчет ведется с использованием уравнения:

$$ВНД = E_1 + \frac{ЧДД(E_1)}{ЧДД(E_1) - ЧДД(E_2)} (E_2 - E_1),$$

где E_1 – значение процентной ставки в дисконтном множителе, минимизирующее положительное значение показателя ЧДД; E_2 – значение процентной ставки в дисконтном множителе максимизирующее отрицательное значение ЧДД.

Сущность метода заключается в следующем:

Ориентируясь на существующие в момент анализа процентные ставки на ссудный капитал, выбирают два значения нормы дисконта E_1 и E_2 таким образом, чтобы в интервале (E_1, E_2) функция $ЧДД = f(E)$ меняла свое значение с «+» на «-» или наоборот.

Далее производятся необходимые расчеты по определению $E_{вн}$. Точность вычислений обратно длине интервала (E_1, E_2) . Поэтому наименьшая аппроксимация достигается в случае, когда длина интервала не превышает 1%.

С р о к о к у п а е м о с т и. Сроком окупаемости называется время, за которое поступления от производственной деятельности предприятия покрывают затраты на инвестиции. Срок окупаемости измеряется в годах или месяцах.

Результаты и затраты, связанные с осуществлением проекта можно вычислять с дисконтированием и без него. Срок окупаемости с учетом дисконтирования называется периодом динамической амортизации и является наиболее точным. При расчетах срока окупаемости рекомендуется использовать дисконтирование как для притока, так и оттока денежных средств.

Алгоритм расчета срока окупаемости ($T_{ок}$) зависит от равномерности распределения прогнозируемых доходов от инвестиций. Если доходы распределены по годам равномерно, то срок окупаемости рассчитывается делением единовременных затрат на величину годовой прибыли:

$$T = \frac{K}{\Pi}.$$

Если доход по годам распределяется неравномерно, то срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет, в течение которых инвестиции будут погашены кумулятивным доходом.

6.2 Выбор базы сравнения и основные расчетные показатели эффективности

К проектам конструкторского характера относятся разработки отдельных электротехнических или электронных устройств производственно-технического назначения, а также установок, используемых в качестве лабораторных работ в учебном процессе. Выбор лучшего (базового) варианта производится на основе сопоставления технических и экономических характеристик с существующим устройством или потенциально возможным вариантом устройства.

Выбор вариантов для сравнения производится на основе патентного поиска и изучения литературы по данному направлению. В качестве базы для сравнения должны выбираться изделия, технико-экономические показатели которых превосходят или соответствуют лучшим мировым достижениям.

Сметная стоимость НИР и ОКР включает следующие составляющие:

- заработную плату научных работников;
- затраты на энергоносители;
- затраты на комплектующие изделия и расходные материалы;
- затраты на услуги сторонних организаций;
- накладные расходы (включают затраты на патентные исследования).

Расчет затрат на этой стадии целесообразно проводить точным методом на основе нормативных материалов и трудовых затрат. Исходными данными для расчета являются: нормы трудоемкости по выполнению отдельных видов работ, часовые тарифные ставки специалистов различной квалификации, спецификации оборудования и материалов, используемых при изготовлении изделия, прейскурант цен на материалы и комплектующие изделия, норматив отчислений на социальное страхование и дополнительную зарплату, тариф на электроэнергию.

Основная заработная плата специалистов, проводящих ОКР, определяется с учетом количества инженерно-технических работников, их квалификации, трудоемкости работ и часовых тарифных ставок исполнителей.

Себестоимость изготовления можно определить двумя методами – точным и приближенным. Точный метод базируется на основе нормативов материальных и трудовых затрат предприятий для конкретных изготовителей.

Себестоимость при этом определяется путем суммирования отдельных составляющих затрат на изготовление изделия. Методика определения их аналогична ранее изложенной для расчета стоимости ОКР.

Основными статьями расходов является:

- сырье и материалы;
- комплектующие изделия;
- затраты на энергоносители;
- основная и дополнительная з/п производственных рабочих;
- отчисления в различные фонды;

расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые, общезаводские расходы, которые могут быть учтены через накладные и внепроизводственные расходы.

Оптовая цена единицы изделия определяется путем суммирования полной себестоимости и валовой прибыли P_v . Валовая прибыль учитывает экономическую ситуацию в стране, темпы инфляции, риски, уровень цен на данный вид продукции, уровень рентабельности производства или отрасли. С другой стороны она должна учитывать возможное удешевление издержек в условиях мелкосерийного или серийного производства. Ориентировочно P_v можно принять в размере 25...35% от себестоимости изделия.

Объем выпускаемой продукции определяется путем анализа проводимого по оценке потребности в разрабатываемых установках в регионе. После установления объема решается вопрос организации производства. При этом при расчете затрат на стадии производства должны учитываться капитальные вложения.

Единовременные затраты в сфере производства разработанного изделия включают предпроизводственные затраты $K_{пн.з}$ и капитальные вложения в производственные фонды завода-изготовителя $K_{нф}$.

$$K_n = K_{пн.з} + K_{нф}.$$

Предпроизводственные затраты определяются по формуле:

$$K_{пн.з} = S_{НИОКР} + K_{осв},$$

где $S_{НИОКР}$ – сметная стоимость НИОКР; $K_{осв}$ – затраты на освоение производства и доработку опытных образцов (ориентировочно можно принять $K_{осв}$ равным 5...15% от суммарной стоимости общего объема выпуска изделий).

Капитальные вложения в производственные фонды рассчитываются по формуле:

$$K_{нф} = K_{оф} + K_{ос} + K_{нр},$$

где $K_{оф}$ – стоимость всех видов основных производственных фондов, непосредственно связанных с изготовлением проектируемого изделия. При этом, если изготовление новых изделий возможно на имеющемся оборудовании, должна быть учтена среднегодовая остаточная стоимость основных производственных фондов изготовителя; $K_{ос}$ – пополнение оборотных средств. В состав оборотных средств включаются запасы сырья, материалов, топлива и полуфабрикатов, а также незавершенное производство ($K_{ос}$ можно принять в размере 10...20% от себестоимости годового выпуска продукции); $K_{нр}$ – про-

чие капитальные вложения, связанные с предотвращением отрицательных социальных, экологических и других последствий, созданием социальной инфраструктуры (K_{np} можно принять в размере 5% от $K_{of}+K_{oc}$).

Все составляющие капитальных вложений в производственные фонды определяются прямым счетом на основе соответствующей проектно-сметной и технической документации, действующих прейскурантов цен, норм и нормативов.

Капитальные вложения в основные фонды могут быть также рассчитаны исходя из показателей удельной фондоемкости или капиталоемкости действующего производства с учетом их корректировки в зависимости от увеличения объема производимых изделий.

Расчет общих экономических показателей инвестиционного проекта – чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности и срока окупаемости производится в соответствии с ранее изложенными рекомендациями. Необходимо учитывать, что часто время на освоение производства может быть значительным (от сложности изделия может превышать 1 год). Большая часть изделий должна пройти государственные испытания на МИС. Поэтому первый год часто связан только с освоением серийного производства и прибыль пойдет только с последующих лет.

Особенностью внедрения новой техники в сельское хозяйство является то, что эффективность работы этой техники напрямую связана с функционированием биологических объектов. Зачастую отказы оборудования наносят ущербы значительно выше стоимости техники. В связи с этим в расчетах экономической эффективности часто технологический ущерб имеет более существенное значение.

Ущерб при отказах оборудования связан с недополучением прибыли из-за простоя оборудования или порчи продукции и может быть определен по формуле :

$$Y = \sum_{j=1}^m t_{nj} y_j n_j$$

где t_{nj} – суммарное время простоя по j -му технологическому процессу, ч; y_j – удельная величина технологического ущерба по j -му процессу, руб/ч, n_j - количество животных данного вида.

В связи с тем, что данные ущерба могут иметься только на уровень определенного года то необходимо проводить индексацию цен, пользуясь специальными таблицами.

Технологический ущерб также можно рассчитать с учетом показателей надежности оборудования, например, коэффициента готовности $k_{Гj}$:

$$Y = \sum_{j=1}^m t_{pj} y_j n_j (1 - k_{Гj})$$

где t_{pj} - время работы в году i -го оборудования, ч.

Если ущерб связан со снижением производительности оборудования (невыпуск продукции) или невозвратимой потерей продукции, то лучше пользоваться формулой:

$$Y = C(T_{\phi} - T_{\text{дон}})\alpha\Pi$$

где C - цена единицы полновесной основной продукции; $T_{\phi}, T_{\text{дон}}$ - соответственно фактическая и допустимая длительность простоя; α - доля потерь продукции за час простоя сверх допустимой длительности, для кормоцехов, 0,25; Π - среднесуточный объем выпуска продукции.

Последнюю формулу можно также выразить через коэффициент готовности:

$$Y = C(1 - k_{\Gamma})t_p\alpha\Pi$$

Суммарные годовые текущие издержки включают следующие составляющие:

$$И = З + З_{\text{з}} + S_{\text{м}} + S_{\text{р}} + Y,$$

Наиболее часто в сельскохозяйственном производстве производится замена одного оборудования на другое, тогда критериями экономической эффективности нужно принимать следующие.

1. Снижение технологического ущерба, связанного с недополучением прибыли из-за простоя оборудования:

$$\Delta Y = t_p y (k_{\Gamma_{\text{н}}} - k_{\Gamma_{\text{б}}}),$$

где $k_{\Gamma_{\text{н}}}, k_{\Gamma_{\text{б}}}$ - коэффициенты готовности соответственно нового и базового оборудования.

2. Снижение ущерба, связанного с уменьшением производительности оборудования или снижением ее качества:

$$\Delta Y = C\alpha\Pi(k_{\Gamma_{\text{н}}} - k_{\Gamma_{\text{б}}}).$$

3. Получение дополнительного дохода за счет снижения себестоимости продукции:

$$\Delta C = (C_{\text{б}} - C_{\text{н}})Q,$$

где $C_{\text{б}}, C_{\text{н}}$ - себестоимость единицы продукции при работе соответственно на базовой установке и новой, Q - валовое производство продукции.

4. Получение дополнительного дохода за счет снижения эксплуатационных расходов:

$$\Delta Z = (Z_{\text{удб}} - Z_{\text{удн}})Q,$$

где $Z_{удб}$ $Z_{удн}$ - удельная величина эксплуатационных расходов при работе соответственно базовой и новой установках.

5. Повышение производительности труда через годовую экономию затрат:

$$\Delta T = (T_б - T_н)Q,$$

где $T_б$ $T_н$ - трудозатраты производства продукции соответственно при базовом и новом оборудовании.

6. Экономия фонда заработной платы за счет сокращения числа работников:

$$\Delta \Phi_{от} = N_{вр} S_ч t_{год},$$

где $N_{вр}$ - число высвобождаемых рабочих, $S_ч$ - часовая тарифная ставка, $t_{год}$ - годовой фонд рабочего времени.

7. Дополнительный доход за счет повышения урожайности сельскохозяйственных культур:

$$D_{ур} = (B_н - B_б)Ц,$$

где $B_н$ $B_б$ - валовой сбор продукции при работе соответственно на новом и базовом оборудовании.

Если повышается урожайность нескольких культур при работе на новом оборудовании, то можно воспользоваться формулой:

$$D_{ур} = \sum_1^n \Delta M_i S_i u_i,$$

где ΔM_i - изменение урожайности i -ой культуры за счет использования нового оборудования, $S_i u_i$ - соответственно посевная площадь и цена реализации i -ой культуры.

8. Дополнительный доход за счет повышения продуктивности животных:

$$D_{пр} = (П_н - П_б)Ц,$$

где $П_н$ $П_б$ - продуктивность животных (привесы, яйценоскость птицы, удои молока и др.) при работе соответственно на новом и базовом оборудовании.

7. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

7.1. Виды внедрения в производство

Внедрение – сложный и трудоемкий процесс, требующий от исследователя не только разносторонних знаний, но и организаторских способностей, контактности, настойчивости, гибкости и инициативы.

Простейшей **формой внедрения, общей для всех тем, является опубликование. Для некоторых тем это – единственная возможность внедрения (например, для исследования поискового характера). Для большинства работ опубликование – только первый шаг к внедрению.**

Следующим этапом является внедрение результатов исследований в производство и определение их действительной экономической и социальной эффективности. При наличии положительных результатов, значительного эффекта результаты исследования (продукция, оборудование или технология) могут быть приняты к серийному производству. Последнее дается очень редко и чаще происходит в результате исследований на уровне докторской диссертации. Наиболее реально производится внедрение в конкретном сельскохозяйственном предприятии (животноводческие фермы, предприятия по выращиванию сельскохозяйственных культур, предприятия переработки и хранения продукции, энергоснабжающие и транспортирующие организации и т.д.). Тем не менее рассмотрим виды внедрения более подробно.

Серийное производство. Как уже отмечалось это наиболее высокая форма востребованности разработки. Дистанция от создания единичного образца до его серийного производства очень большая. Иногда даже трудно узнать в серийном изделии его первый вариант. Для того чтобы внедрить в серийное производство конкретное устройство необходимо пройти следующие этапы: ***проведение НИР и ОКР; получение макетного образца, подготовка технологии к серийному производству с созданием нестандартного оборудования; выпуск опытной партии; проведение приемосдаточных и государственных испытаний, выпуск серийного изделия.***

Проведение НИР и ОКР - это как раз стадии тесно связанные с диссертационными исследованиями и работой конструкторских бюро или научно-исследовательских организаций. В результате научных исследований появляется первый вариант разработки какого-то устройства или машины. Здесь больше интересует потребительские характеристики машины, особенно ее новые свойства, которых ранее не было у базового варианта. С первым вариантом проводятся в основном лабораторные исследования в основных режимах работы. Часто первые варианты устройств устанавливаются на реальные объекты на основе хоздоговорных работ с предприятиями и проводятся наблюдение за их функционированием. При возникновении ошибок в конструировании проводится доработка и изменение схемных решений. Как правило первые варианты имеют еще не очень привлекательный вид и обладают низкой надежностью. Однако при проявлении явных преимуществ по сравнению с базовым вариантом, предприятие, которое принимает решение о серийном производстве, соглашается на организацию работ по внедрению в серию.

Начинается вторая стадия – *изготовление макетного образца.* Так как НИР и ОКР могут проходить в другой организации, чаще не связанной с серийным производством (НИИ, образовательное учреждение и т.д.), то необходимо доработать конструкцию в соответствии с требованиями завода-изготовителя: установить комплектующие которые выгодны изготовителю

(часть изготавливается непосредственно на этом предприятии, отдельные элементы устанавливаются на другие серийно выпускаемые на этом предприятии, что также выгодно изготовителю), могут возникнуть требования экономического характера – уменьшить цену всего устройства путем установки более дешевых комплектующих (при этом характеристики могут ухудшиться) или упростить конструкцию – сделать ее более технологичной и дешевой, возможно изменить корпус под технологию производства конкретного изготовителя или поместить схему в другой корпус, который изготавливается на этом предприятии и т.д. После получения всех требований от завода изготовителя и учитывая потребительские характеристики устройства разрабатывается техническое задание на изготовление макетного образца. Далее изготавливается макетный образец и проверяется его функционирование в основных режимах работы. Для получения более полных и статистически верных характеристики макетного образца его изготавливают в большем количестве и устанавливают в нескольких местах с соответствующим наблюдением. После получения удовлетворительных характеристик, возможно с доработками, приступают к анализу технологии изготовления на предприятии. Уточняются требования по эксплуатации и дорабатывается схема или конструкция. На это могут уходить и годы.

В качестве примера можно привести опыт внедрения устройства встроенной температурной защиты электродвигателя УВТЗ-5. Первый вариант схемы представлен на рисунке 7.1. Не смотря на удовлетворительную работу данной схемы в электроприводах предприятий АПК, после связи с заводом-изготовителем (Нальчикский завод полупроводниковых приборов) выяснились следующие моменты, которые требовали изменений и новых решений:

- так в соответствии с требованиями к устройствам, работающих в сельском хозяйстве диапазон изменяемых напряжений от -20% до +10% номинального значения, и порог срабатывания при этом должен находиться в диапазоне 2100 ± 200 Ом, то необходимо улучшить стабилизацию напряжения в схеме;

- в соответствии с требованиями от сельского хозяйства устройство должно нормально функционировать в диапазоне температур от -40°C до $+55^{\circ}\text{C}$, то нужно ввести дополнительные термокомпенсирующие цепи;

- трансформатор в схеме имеет большую трудоемкость изготовления, а его покупка в другом предприятии приводит к значительному удорожанию всего устройства;

- так как устройство имеет два реагирующих канала (обрыв фазы и температурная защита), то при срабатывании необходимо дополнительная световая сигнализация информирующая причины срабатывания;

- установленный на выходе тиристор обладает большим диапазоном разброса тока управления, что приводит к несрабатыванию в отдельных режимах, необходимо его замена;

- при возникновении в питающей сети помех происходит ложное срабатывание устройства.

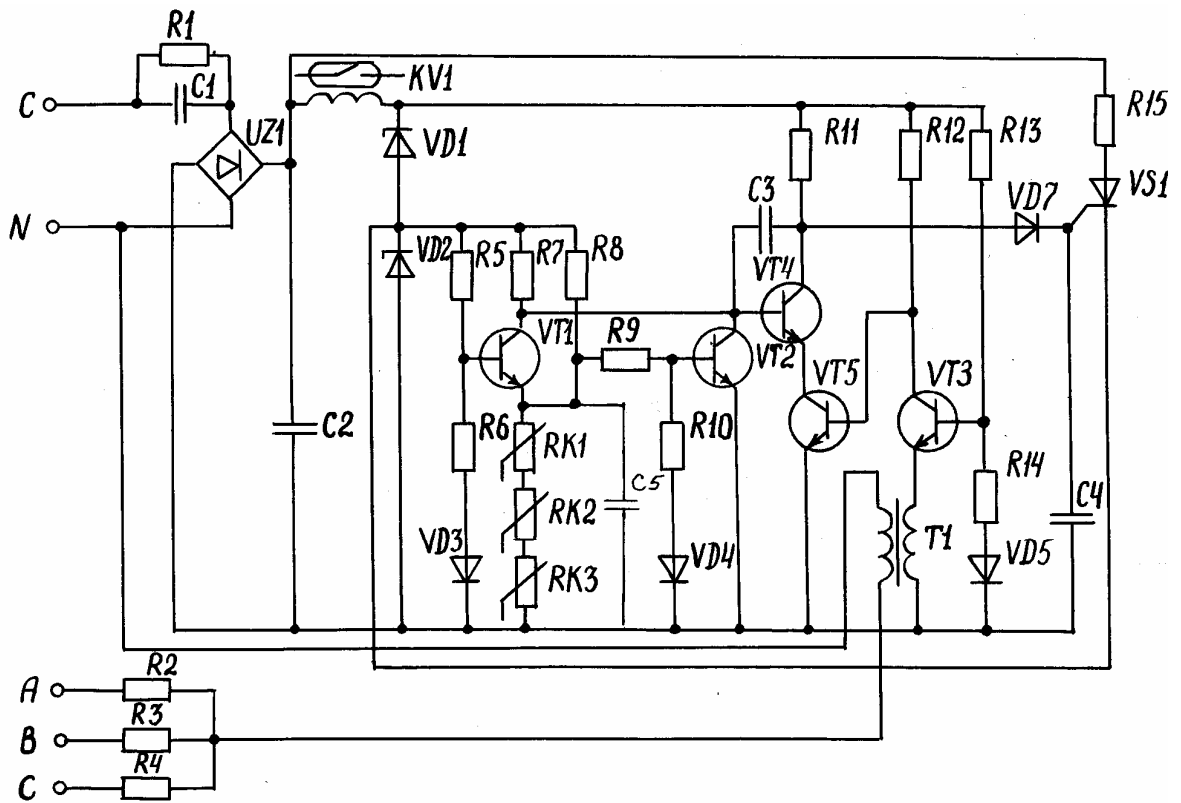


Рисунок 7.1-Схема первого варианта устройства защиты УВТЗ-5

Все эти недостатки привели к доработке схемы и последний вариант представлен на рисунке 7.2 .

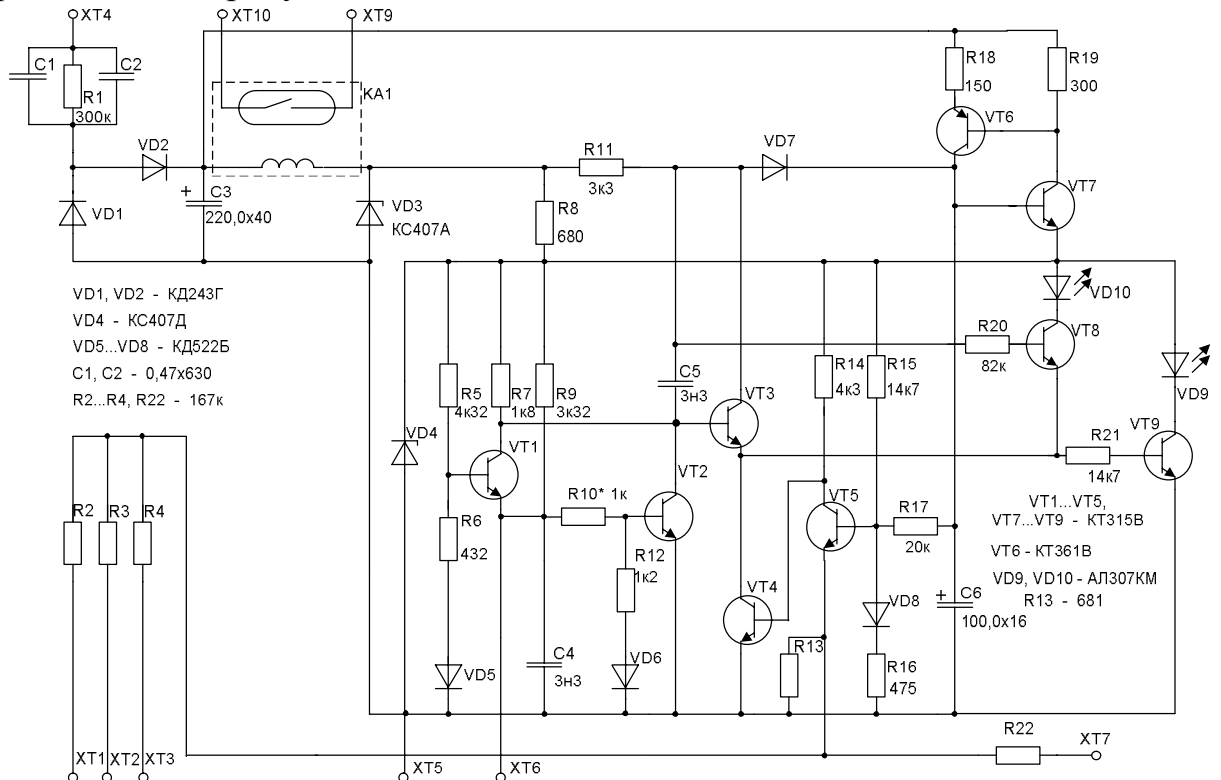


Рисунок 7.2-Схема макетного образца устройства защиты УВТЗ-5

Разрешение проблем было сделано следующим образом:

- для улучшения стабилизации был введен дополнительный стабилитрон;
- введены дополнительные термокомпенсирующие цепи и изменены номиналы резисторов в этих цепях;
- изменена схема блока питания – переведено на однополупериодное выпрямление, что позволило исключить полностью из схемы трансформатор;
- введены дополнительно два светодиода с соответствующей «обвязкой» для информирования персонала о причинах отключения;
- тиристор с лучшими параметрами приводил к удорожанию схемы, поэтому вместо тиристора установлен его транзисторный аналог, что по цене в 10 раз дешевле (два транзистора дешевле одного тиристора);
- для улучшения помехозащищенности увеличена емкость конденсатора на управляющем переходе, дополнительно поставлен конденсатор параллельно позисторам (датчикам температуры), введен катод тиристора подключен на катод стабилитрона низкого напряжения для создания подпора отрицательного уровня.

Новый вариант схемы обладал лучшими характеристиками и был адаптирован к изготовлению на конкретном заводе. По данной схеме были изготовлены уже макетные образцы, которые прошли проверку в условиях сельскохозяйственного производства и проварена их работа в лабораторных условиях в крайних режимах. Макетные образцы охлаждались до -40°C и проверялась их работа, а затем нагревались до $+55^{\circ}\text{C}$ и также проверялась функционирование.

В процессе *подготовки к серийному производству* определяется следующее:

- как будет изготавливаться отдельные элементы и как будет контролироваться качество;
- так как входящие элементы имеют разброс параметров (регламентируется изготовителями), то как будет производится настройка – какие элементы сразу устанавливаться не будут, а будут подбираться в процессе настройки;
- разрабатываются схемы и конструкции настроечных стендов и изготавливают их первые варианты;
- определяется общая трудоемкость изготовления и при необходимости вносятся коррективы – делать-ли элемент на заводе или его легче заказать на другое предприятие или купить готовое серийное и т.д.;
- определяется как будут проводиться приемо-сдаточные и периодические испытания и на каком оборудовании, при необходимости заказывается недостающее.

В случае освоения серийного производства УВТЗ-5 стендовое оборудование имело сложные схемы, большие габариты и значительные затраты на его изготовление. Разработка стендов ответственное и важное мероприятие, так как от производительности испытательных стендов зависит объем выпуска изделия и себестоимость производства. После изготовления стендов на них производится проверка макетных образцов и уточняются как параметры самого устройства, так и стендов.

Выпуск опытной партии производится уже на подготовленной технологии и измерением параметров устройства на испытательных стендах. При этом фиксируется время прохождения устройства по всем точкам технологии, пересчитывается себестоимость производства, определяются «узкие» и проблемные места. Опытная партия проходит все положенные испытания: температурные вибрационные, ударные, климатические, на надежность. Отдельно нужно отметить испытания на надежность. Это всегда была одна из проблем, так как часто завод-изготовитель указывает в технических характеристиках показатель надежности, например вероятность безотказной работы. Этот показатель часто указывается на 10000 часов. Таким образом, необходимо установить несколько образцов (делается выборка из партии) на испытания в течение 10000 часов, что очень длительно и можно проводить в течение 2 лет. Это всегда нужно учитывать и диссертационных исследованиях, так как иногда в диссертации целью работы пишут повышение надежности и если проверять и доказывать это повышение, то потребуются годы. Для сокращения периода испытаний применяют ускоренные испытания. Суть этих испытаний заключается в следующем: подвергают испытаниям разработку в самых тяжелых режимах (повышенное напряжение, повышенная температура, повышенная влажность, увеличенная частота вибраций и т.д.), рассчитывают специальные коэффициенты ускорения, связанные с изменениями режима и вычисляют новые сроки.

На этой же опытной партии проводят весь комплекс приемо-сдаточных испытаний и часть образцов отправляют на государственные испытания в МИС. Государственные испытания также очень длительны 0,5 – 1 год. После положительного заключения МИС можно начинать серийное производство. На рисунке 7.3 представлен серийный образец устройства УВТЗ-5М.



Рисунок 7.3-Внешний вид серийного образца устройства защиты УВТЗ-5М

Рассмотрим процесс внедрения нового устройства или технологии в сельскохозяйственное производство – в реальное предприятие. Здесь наблюдается два вида внедрения: установка нового оборудования с лучшими характеристиками в существующий технологический процесс и изготовление новой установки, изменяющей технологический процесс. Первый вид внедрения связан с разработкой и изготовлением новых устройств в небольшом количестве (обычно от 1 до 10 штук). Это может быть устройство защиты и управления электродвигателем, новый электродвигатель с другими парамет-

рами (многоскоростной или выполнен на другую частоту вращения), новый генератор электрического тока, преобразователь частоты тока, необычный трансформатор и т.д. Например, в научной школе Ванурина В.Н. и Богатырева Н.И. разрабатывались многоскоростные асинхронные электрические машины, работающие как в двигательном так и в генераторном режимах. Эти машины имеют лучшие по сравнению с серийными образцами энергетические и эксплуатационные характеристики. Обычно они изготавливаются аспирантами на базе серийных машин (Рис. 7.4). Большинство схемных решений обмоток запатентовано и некоторые приняты заводами для серийного производства.



Рисунок 7.4- Модернизированные электрические машины, изготовленные на базе серийных образцов заводов-изготовителей.

Диссертационные работы по новым электродвигателям связаны с обособованием, например, новой частоты вращения (шнеки, транспортеры, измельчители кормов и т.д.) или нескольких частот (для исключения редукторов). Если машины работают в генераторном режиме, то разработки обосновываются для передвижных электростанций, ветрогенераторов, микрогэс, сварочных аппаратов или многофункциональных генераторных установок –

одновременно сварка, питание электрифицированных инструментов на другой частоте тока, освещение на промышленной частоте тока. В качестве примера многофункциональной установки на рисунке 7.5 приведено изображение установки генератора на трактор с валом отбора мощности и вид веткорезов для обрезки садовых деревьев.

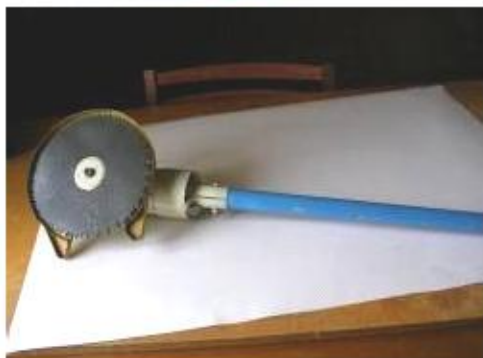


Рисунок 7.5 - Изображение установки генератора на трактор с валом отбора мощности и вид веткорезов для обрезки садовых деревьев.

Также в научной школе Оськина С.В. аспирантами было разработано множество устройств защиты электродвигателей от аварийных режимов работы, которые устанавливались на электроприводы различных технологических машин в Краснодарском крае и Ростовской области (около 1000 штук). Богатый опыт внедрения таких устройств привел к возможности внедрения устройств в серийное производство- УВТЗ-5М (ежегодный выпуск составлял 100 тыс. штук).

В качестве примера можно привести разработку новых трансформаторов для питания электроприводов вентиляторов в птичниках. Это оборудование

может работать в качестве индукционного регулятора для изменения питающего напряжения (Рис. 7.6), что приводит к изменению частоты вращения вентиляторов и следовательно к изменению производительности.



Рисунок 7.6-Индукционный регулятор для питания электроприводов в птичниках.

Рассмотрим второй вид внедрения - изготовление новой установки, изменяющей технологический процесс. Наиболее часто такое внедрение сопровождается изготовлением единичного экземпляра оборудования и одновременно предлагается новая технология с использованием этого оборудования. В качестве примера можно привести внедрение оптической технологии привлечения и уничтожения насекомых-вредителей в садоводстве. Такими разработками занимается профессор Газалов В.С. Суть такой технологии заключается в следующем. В плодовых садах для эффективной обработки от насекомых вредителей устанавливаются различные ловушки (ферромонного типа или др.). При определенном количестве пойманных насекомых определяется период их развития и производится в этот момент химическая обработка. Если провести обработку не в оптимальный период, то эффективность химобработки снижается в несколько раз. В качестве ловушек Газалов В.С. предложил использовать оптические источники – светоловушки. Отдельные насекомые привлекаются также на определенный вид спектра оптического излучения. Следовательно, можно отлавливать определенные виды насекомых. В отдельных случаях можно вести не только отлов насекомых, но и их уничтожения и получать, таким образом, экологически чистую продукцию. На рисунке 7.7 представлены мобильная установка для уничтожения насекомых-вредителей и различные варианты светоловушек. Таким образом, разработанные варианты светоловушек как конструкции внедряются в садах, но и появляется новая технология привлечения – с помощью оптического излучения и чаще всего это производится в ультрафиолетовом диапазоне. Внедрение этих технологий привело к получению значительного экономического эффекта за счет сокращения химических обработок в 2-3 раза. Установка таких привлекающих элементов в прудовых хозяйствах для привлечения комаров в качестве корма для рыб также показала их высокую эффективность за счет большой питательности биологического корма.



Рисунок 7.7- Мобильная установка для уничтожения насекомых-вредителей и различные варианты светоловушек

Экологическая безопасность продуктов питания является особо важным критерием качества сельскохозяйственных культур. К сожалению, в последние годы значение этого критерия было на втором плане относительно прибыли, получаемой за счет резкого увеличения урожайности растений и привесов животных. Бесконтрольно применявшиеся в течение десятков лет химические препараты для стимуляции роста, протравливания, дезинфекции привели к мутациям вредных болезнетворных организмов, которые постепенно адаптировались к действующим веществам, что вызвало необходимость увеличения доз, значительно превышающих ПДК. В растениеводче-

ской отрасли использование большого количества химических препаратов связано, в первую очередь, с борьбой с насекомыми-вредителями и уничтожением различного рода болезненной микрофлоры, токсинов, с внесением удобрений. Зерно и зернопродукты дают более чем 130 млн. россиян до 80% потребляемых белков и до 70% углеводов. В связи с этим, безопасность зерна и продуктов его переработки во многом определяют здоровье населения. По данным ООН, в мире от поражения токсинообразующими грибами и загрязнения урожая микотоксинами ежегодно теряется 20% зерна злаковых, 12% семян масличных, 10% зерна бобовых культур и более 10% продукции животноводства. В США потери от поражения токсинообразующими грибами достигают 1 млрд. долл., в России – около 5 млрд руб. По данным мониторинга, в 1999-2005 гг. токсинообразующими грибами было заражено более 60% товарных партий зерна и зерновых кормов. Загрязнение микотоксинами продуктов питания и кормов вызвало появление новых болезней растений, животных и человека, связанных с возникновением новообразований в живом организме.

В процессе питания и дыхания в человеческий организм, наряду с инертными и безвредными соединениями, поступает немало токсичных веществ, вызывающих болезни и мутации. К высокотоксичным веществам, накапливаемым в почве, относятся тяжелые металлы - более 40 химических элементов, масса атомов которых составляет свыше 50 атомных единиц. Отравление сельскохозяйственных растений тяжелыми металлами возможно не только при поступлении их через корни из загрязненной почвы, но также и через листья – при опрыскивании посевов удобрениями и пестицидами, при выпадении дождя и т.д.

Исследователями США, Германии, Чешской Республики, России установлено, что нитраты и нитриты вызывают у человека много опасных болезней: метгемоглобинемию, рак желудка, отрицательно влияют на нервную и сердечно-сосудистую системы, на развитие эмбрионов. Отравления происходили при употреблении воды и продуктов растительного и животного происхождения с высоким содержанием этих химических веществ. Нитраты проникают как в грудное, так и в коровье молоко. Е. И. Мишустин сообщает, что когда коров кормили силосом, в килограмме которого содержался 21 г нитратов, то в 1 л молока нитратов было около 800 мг. Даже при отсутствии нитратов в воде и пище суточное потребление такого молока людьми не должно превышать 1 стакана. Для взрослого человека смертельная доза нитратов составляет от 8 до 14 г, острые отравления наступают при приеме от 1 до 4 г нитратов. Неоправданное применение высоких и сверхвысоких доз азотных удобрений ведет к тому, что избыток азота в почве поступает в растения, где он накапливается в больших количествах. Азотные удобрения способствуют минерализации органического вещества почвы и, как следствие, усилению нитрификации и соответственно поступлению нитратов из самой почвы.

Сегодня происходит интенсивное применение химических средств и препаратов в технологии выращивания культур. После их воздействия и в ре-

зультате разложения отдельных видов химических соединений или образования новых в пищевой продукции появляются и накапливаются вещества, фактически являющиеся ядами как для человека, так и для животных. Ассортимент антимикробных и других препаратов для дезинфекции и борьбы с вредителями в последние годы существенно расширяется. В России разрешено применение и практически используется более 400 препаратов для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации.

В последние десятилетия результаты борьбы человека с миром микробов, показывают что «перевес» не на стороне человека. Возрастает количество штаммов микроорганизмов, устойчивых к целым классам химических соединений. Периодические плановые замены одних антимикробных средств на другие в общем комплексе дезинфекционных мероприятий не решают проблемы. Пути развития дезинфекционного дела, базируются на результатах анализа статистических данных по применению тех или иных антимикробных средств и по существу лишь отражают предложения рынка химических препаратов.

Для изменения сложившейся ситуации необходимо искать альтернативные пути борьбы с вредоносными организмами, основанные не на увеличении концентрации химических препаратов, а базирующиеся на блокировании специфических процессов жизнедеятельности микроорганизмов. Одним из таких путей является применение инновационных электротехнологий: электроактивации водных растворов, озонирования, обработки электромагнитными полями различных частот. В основе электротехнологий лежат химические процессы, схожие с теми, что выработались в процессе эволюции живых организмов.

Большой интерес у производителей вызывают электротехнологические методы повышения посевных качеств семян сельскохозяйственных культур. Стимуляция роста может производиться с помощью различных воздействий: ультразвуком, электроактивированными растворами, электромагнитными полями с разной длиной волны, озоном, лазерным излучением и т.д. Учениками научной школы Нормова Д.А. повышение посевных качеств семян производилась с помощью разработанных электроозонаторов. Обработка осуществлялась разных семян: кукуруза, ячмень, пшеница, сахарная свекла и т.д. Практически везде получали хороший эффект. Особенно значительную эффективность получали на семенах низкого качества и в засушливые годы. Это объясняется тем, что семена от озонирования получают хорошие стартовые реакции и быстро развиваются, успевает хорошо развиться корневая система растений и достать влагу, которая залегает более глубоко. На рисунке 7.8 представлен технологический процесс обработки сои озоном. Внедрение такой технологии показало низкую затратность при хорошем эффекте. Однако при таких обработках необходимо следить и за посадкой семенного материала. Так как, производители часто не верят в эффективность и для подстраховки увеличивают норму посева. Увеличение этой нормы приводит к загущению посевов и как следствие, снижению урожайности.



Рисунок 7.8 - Технологический процесс обработки сои озоном

Одним из экологически чистых методов дезинфекции кормов является их обработка озоном. Озон является аллотропной формой кислорода, обладающей мощными окислительными свойствами. По своей реакционной способности озон занимает второе место, уступая только фтору. Между тем в отличие от других окислителей, озон в процессе химических реакций разлагается на молекулярный и атомарный кислород и предельные оксиды, которые не загрязняют окружающую среду и не приводят к образованию канцерогенных веществ как, например, продукты окисления хлора или фтора. Озон является сильным природным окислителем, соответственно он обладает сильнейшими дезинфицирующими свойствами, способен уничтожить вирусы и бактерии, в том числе устойчивые даже к хлору. Кроме этого, по данным множества ученых, озон способен к уничтожению токсинов, содержащихся в зерне. Согласно исследованиям, проводимым в Московском государственном агроинженерном университете им. В.П.Горячкина, под руководством профессора Тарушкина В.И. были проведены исследования по влиянию озонной обработки на амбарного долгоносика и зараженность грибами, отдельные результаты представлены в таблицах 7.1, 7.2.

Таблица 7. 1– Влияние озона на количество амбарного долгоносика.

Время мин.	0	15	30	45	60
Число амбарных долгоносиков %	100	60	20	10	0

Таблица 7. 2- Эффективность обеззараживания озоном семян пшеницы Московская 39.

Время мин.	0	1	15	30	45	60
Концентрация Озона мг/м ³	Зараженность грибами рода <i>Alternaria</i> , <i>Fuzarium</i> , <i>Helmitosporium</i> , в %					
50	40	35	18	15	10	3
500	40	30	12	10	4	0
1000	40	28	6	0	0	0

Совместно с лабораторией микологии микробиологии Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института были поставлены серии экспериментов по обработке фуражного зерна пшеницы озоном и выявлению его влияния на количественный и качественный состав плесневых грибов, а также их токсинов. Обработка велась в различных режимах, после чего был проведен полный микотоксилогический анализ каждого. В результате проведенного эксперимента было выявлено, что озон с концентрацией $0,5 \text{ г/м}^3$, в течение одного часа обработки, полностью уничтожили такие плесневые грибы как *A.fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium sp.*, *Absidia*. Некоторые грибы, такие как *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.* снизили количественное содержание на 20-22%. Несмотря на это, можно с уверенностью сказать, что обработка озоном в концентрации $0,5 \text{ г/м}^3$ в течение 1 часа достаточно эффективна т.к. общая обсемененность зерна была снижена на 60%. Необходимо отметить, что обработка озоном не только снижает зараженность семян, но и стимулирует к росту, то есть повышаются посевные качества семенного материала.

Сотрудниками Кубанского ГАУ проводились исследования по изучению влияния озона на микробный фон свинарника-репродуктора в присутствии животных (на базе СТФ №1 ПЗ «им. В.И. Чапаева» Динского района). Изучение влияния озона на санитарно-значимые бактерии (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*) проводили на кафедре эпизоотологии и вирусологии Кубанского ГАУ. Озон получали методом диссоциации кислорода воздуха в генераторе озона барьерного типа экспериментальной конструкции, который позволяет получать озон в различных концентрациях. Озоно-воздушную смесь подавали в специальную камеру, куда помещали чашки Петри с посевами тест-бактерий. Результаты опытов оценивали по количеству выросших колоний. Изучение фонового общего микробного числа (ОМЧ) воздуха свинарника-репродуктора, в котором на день исследования находилось 35 подсосных свиноматок с поросятами (397 голов) показало, что в нем содержится 337 тыс. микробных клеток в 1 м^3 воздуха, что в 5,5 раза выше, чем требуется по санитарно-гигиеническим параметрам (не более 60 тыс.). Работа озонаторов в течение первых 10 мин. не изменило ОМЧ, напротив оно даже увеличилось на 12%, а затем наблюдалось резкое снижение. Также были проведены исследования по определению влияния различных концентраций озона и времени экспозиции на тест-бактерии. Результаты опытов отражены в таблице 7.3, и можно наблюдать, что озон в концентрации 25 мг/м^3 при минимальной экспозиции (7 мин) инактивирует в среднем 82% колониеобразующих клеток стафилококка, 60% - бацилл, 43% - синегнойной палочки и 35% - кишечной палочки.

При увеличении продолжительности воздействия озона при этой же концентрации количество жизнеспособных бактериальных клеток уменьшалось еще в большей степени. Так после 30-минутной обработки погибли все стафилококки, 94% бациллярных клеток, 80% клеток *E. coli* и 74% клеток *P. aeruginosa*. Воздействие озона в течение 120 минут привело к полной гибели бацилл и синегнойной палочки, однако 4% клеток *E. coli* сохранили свою жизнеспособность.

Таблица 7.3 - Влияние озono-воздушной смеси на тест-бактерии.

Экспозиция, мин	S. aureus		P. aeruginosa		B. subtilis		E. coli	
	КОЕ	% выживших	КОЕ	% выживших	КОЕ	% выживших	КОЕ	% выживших
концентрация озона 25 мг/м ³								
Контроль	978	100	975	100	824	100	1150	100
7	176	18	556	57	332	40	750	65
15	37	4	381	39	80	10	500	43
30	0	0	252	26	46	6	110	10
60	0	0	31	3	25	3	70	6
120	0	0	0	0	0	0	50	4
концентрация озона 12 мг/м ³								
Контроль	1025	100	893	100	826	100	1559	100
7	461	45	616	69	477	58	1249	80
15	221	22	623	70	355	43	951	61
30	103	10	481	54	140	17	319	20
60	1	0	167	19	74	9	228	15
120	0	0	9	1	0	0	109	7
концентрация озона 6 мг/м ³								
Контроль	895	100	970	100	980	100	1366	100
7	505	56	766	79	676	69	1216	89
15	317	35	428	44	598	61	1025	75
30	134	15	349	36	343	35	636	47
60	45	5	170	18	88	9	535	39
120	0	0	49	5	9	1	263	19

При использовании озона даже в минимальной концентрации (6 мг/м³) интенсивная гибель бактериальных клеток происходит уже в течение первых 30 мин.

Однако в дальнейшем инактивация бактерий происходит не столь интенсивно, что по всей вероятности связано с включением у бактерий адапционных процессов, заключающихся в усилении антиоксидантной системы защиты. Между тем, несмотря на тот факт, что все взятые в опыт тест-микроорганизмы каталазоположительные, а следовательно, обладают спо-

способностью противостоять активным формам кислорода, не все они в одинаковой степени оказались устойчивыми к озону. В большей степени озон оказывал бактерицидное действие на представителей грампозитивных микроорганизмов – золотистый стафилококк и сенную палочку, в меньшей степени на грамотрицательных бактерий – кишечную и синегнойную палочку. Из этого следует заключить, что в защите бактериальной клетки от неблагоприятного действия озона участвует не только фермент каталаза, но и другие факторы, в частности, вероятно, непосредственно клеточная стенка, которая у грамположительных микроорганизмов преимущественно состоит из мурамилпептида и тейхоевых кислот, а у грамотрицательных – из липополисахарида.

Таким образом, проведенные исследования показали, что бактерицидное действие озона может реализоваться при использовании достаточно высоких концентраций (12-25 мг/м³) либо при увеличении времени воздействия до двух часов низких концентраций (6 мг/м³). Наиболее устойчивой к действию озона является кишечная палочка, что следует учитывать при проведении санации животноводческих помещений.

Повысить посевные качества можно также обработкой их с помощью электроактивированного раствора. Такие растворы получают при пропускании электрического тока через водные растворы. При этом в электроактиваторах установлена диафрагма для разделения выходных потоков на анолит и католит.

В электроактиваторе при протекании тока через электролит и находящуюся в растворе диафрагму происходит явление электродиализа. Электродиализ - процесс мембранного разделения, в котором ионы растворенного вещества переносятся через мембрану под действием электрического поля. Движущей силой процесса является градиент электрического потенциала. Под действием электрического поля катионы перемещаются по направлению к отрицательному электроду (катоде). Анионы движутся по направлению к положительно заряженному электроду (аноду). В многокамерном электродиализаторе чередуется большое число (до нескольких сотен) катионообменных и анионообменных мембран, расположенных между двумя электродами (рис. 7.9). Электрический ток переносит катионы из исходного раствора в поток концентрата через катионообменную мембрану, расположенную со стороны катода. Катионы задерживаются в этом потоке анионообменной мембраной со стороны катода. Направление движения анионов является противоположным. Они переносятся в поток концентрата через анионообменную мембрану. Со стороны анода анионы задерживаются в потоке концентрата катионообменной мембраной. Таким образом, общий результат процесса заключается в увеличении концентрации ионов в чередующихся камерах при одновременном уменьшении их концентрации в других камерах. Ионообменные мембраны, применяемые для электродиализа, должны иметь высокую электропроводность и высокую проницаемость для ионов. Кроме того, они должны обладать высокой селективностью, умеренной степенью набухания и достаточной механической прочностью. Как правило, электрическое

сопротивление на единицу поверхности ионообменной мембраны находится в пределах от 2 Ом/см² до 10 Ом/см².

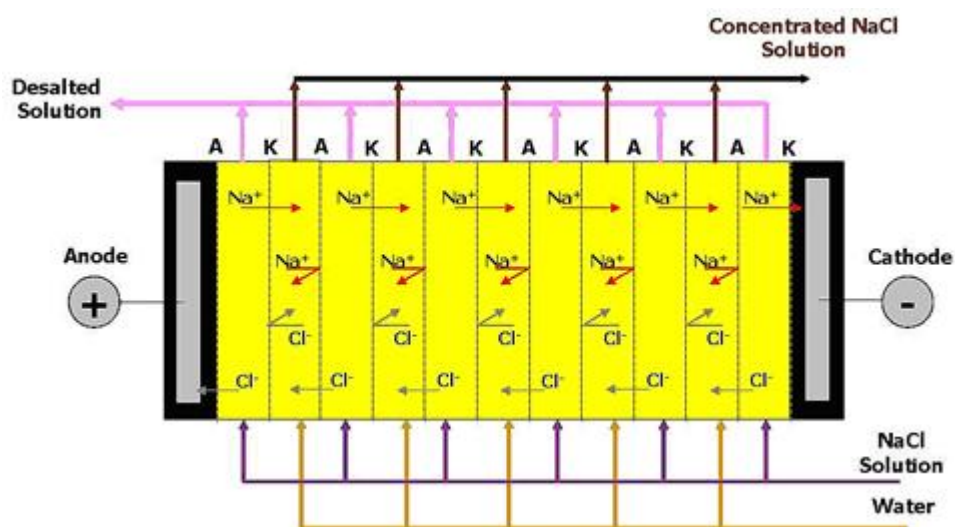


Рисунок.7.9 - Процесс электродиализа (мембранного электролиза): А - анионообменные мембраны, К - катионообменные мембраны

Кроме процесса электродиализа в межэлектродном пространстве происходит электрохимическая активация раствора. Электрохимическая активация – технология получения метастабильных веществ униполярным электрохимическим воздействием для последующего использования этих веществ в различных технологических процессах в период сохранения ими повышенной физико-химической и каталитической активности. В результате электрохимической активации вода переходит в метастабильное (активированное) состояние, проявляя при этом повышенную реакционную способность в различных физико-химических процессах. Вода, активированная у катода (католит), обладает повышенной активностью электронов и имеет ярко выраженные свойства восстановителя. Соответственно, вода, активированная у анода (анолит), характеризуется пониженной активностью электронов и проявляет свойства окислителя.

Исследованиями установлено, что химическая природа дезинфицирующего эффекта электроактивированных растворов сродни антимикробному действию внутренней среды живых организмов – фагоцитозу. Ведущая роль в бактерицидном действии нейтрофилов принадлежит хлорноватистой кислоте НСlO, вырабатываемой фагоцитирующими клетками. Образование хлорноватистой кислоты в нейтрофилах происходит из перекиси водорода и хлорид-ионов.

Метастабильная смесь соединений, образующаяся в процессе фагоцитоза, является весьма эффективным средством уничтожения микроорганизмов, поскольку обладает множеством спонтанно реализующихся возможностей необратимого нарушения жизненно важных функций биополимеров микроорганизмов на уровне реакций передачи электронов. Метастабильные частицы с различными значениями электрохимического потенциала обладают уни-

версальным спектром действия, т.е. способны оказывать повреждающее действие на все крупные систематические группы микроорганизмов (бактерии, микобактерии, вирусы, грибы, споры), не причиняя вреда клеткам тканей человека и других высших организмов, т.е. соматическим животным клеткам в составе многоклеточной системы. Это обусловлено принципиальными отличиями в строении и условиях жизни клеток микро- и макроорганизмов. Клетки высших организмов обладают мощной химической системой антиоксидантной защиты, предотвращающей токсическое воздействие оксидантов, в частности свободных радикалов, на жизненно важные клеточные структуры. Антиоксидантные свойства соматических клеток связаны с наличием мощной трехслойной липопротеидной оболочки, которой не обладают микроорганизмы (бактерии, микобактерии, вирусы, грибы, споры). Таким образом, максимальное использование фундаментальных различий живых существ макро- и микробиологического мира позволяет разработать эффективные агрегаты для приготовления электрохимически активных растворов, оказывающих действие на основные жизненные функции организмов.

Процесс электрохимической активации предполагает получение химических соединений, идентичных получаемым в ходе фагоцитоза.

Смесь метастабильных действующих веществ анолита обеспечивает отсутствие адаптации микроорганизмов к микробоцидному действию, а малая суммарная концентрация соединений активного кислорода и хлора гарантирует безопасность для человека и окружающей среды. Химический потенциал молекул и ионов в анолите намного выше, чем в растворах гипохлоритов. Низкая минерализация анолита и его повышенная гидратационная способность, способствующая увеличению проницаемости клеточных стенок и мембран, создают условия для интенсивного осмотического и электроосмотического переноса оксидантов во внутриклеточную среду. Осмотический перенос оксидантов через оболочки и мембраны микробных клеток намного интенсивнее, чем через мембраны соматических клеток, ввиду существенного различия осмотического градиента этих типов клеток. Сумма соединений активного кислорода и хлора в анолите (суммарное содержание оксидантов) находится в пределах от 100 до 500 мг/л, что в десятки раз меньше, чем в большинстве рабочих растворов современных дезинфицирующих препаратов. Анолит не вызывает коагуляцию белка, защищающего микроорганизмы и, благодаря разрыхленной структуре, легко проникает в микроканалы живой и неживой материи.

Увеличить производство и повысить качество продукции растениеводства можно если снизить потери урожая от болезней, различных вредителей, сорняков. Наблюдаются значительные потери сельскохозяйственной продукции и при хранении. В настоящее время имеются следующие статистические данные: на одну тысячу рублей, затраченных на мероприятия по защите растений, хозяйства получают от 3,5 до 6 тысяч рублей чистой прибыли; проводимые работы по защите сельскохозяйственных культур, позволяют ежегодно уменьшать потери на 17...20 млн. тонн зерна. Большое значение в интенсивной системе ведения растениеводства имеет предпосевная обработка по-

садового материала. Сегодня основным технологическим процессом предпосевной обработки семян является протравливание с целью уничтожения наружной и внутренней инфекции. Несмотря на высокую эффективность применения химических способов обработки они обладают рядом недостатков. Использование химических препаратов связано с опасностью для человека, загрязнением окружающей среды, воздействием на металлы, материалы и т.д. Из всего количества химических средств защиты растений, используемых в России, ввоз из-за рубежа составляет 85%.

Разработка новых альтернативных способов предпосевной обработки семян является, таким образом, важной научной проблемой. Так, например, доказано, что применение активированной воды для приготовления мелкодисперсионных растворов с добавлением клеящих веществ не оказывает вредного экологического воздействия на окружающую среду, позволяет значительно снизить затраты на обработку семенного материала, повысить энергию прорастания, повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Предлагаемая установка (Рис.7.10) представляет собой шнек-смеситель, на который подаются жидкости из двух емкостей: в одной находится клеящий раствор, а в другой - электроактивированная вода. Известно, что вода является одним из главных факторов внешней среды, регулирующим жизнедеятельность семян. В «стартовых» реакциях семян важным является процесс поступления воды во внутрь. Поступление воды подчиняется закону диффузии, представляющей собой передвижение активированных молекул воды между сорбционными центрами. Большое влияние на поступление воды в семена оказывают температура и почвенные условия. В поле, при низкой температуре, особенно при недостатке влаги в почве, сильно задерживается поступление воды в семена, что проявляется в заметной задержке их прорастания и снижения всхожести. Таким образом, если семена обработать электроактивированным раствором мы ускорим влагообменные процессы и простимулируем жизнедеятельность семян. Эта гипотеза доказывается различными экспериментами: при обработке дегазированной водой семян кукурузы, огурцов, томатов, зерна пшеницы, ячменя была заметна активация. Так, например, обработка кукурузы показала, что дыхание семян возросло на 12%, активность каталазы – на 18,5%, водоудерживающая способность – на 37%. В последние годы много проводится работ по использованию воды активированной пропусканием через нее электрического тока. Обработка этой водой позволяет проводить как бактерицидную обработку, так и стимулирующую.

В Зеленограде проводились эксперименты по обработке активированным раствором семян зерновых культур, что приводило к повышению урожайности на 10-15%. Удалось совместить на одной установке обработку перед хранением стандартными растворами и электроактивированным. Это позволило снизить расход химических препаратов в два раза. Предлагаемая установка передана в КНИИСХ в соответствии с хоздоговором. Предпосевная обработка семенного материала электроактивированными растворами с различным уровнем pH, кислотностью и добавлением озона, высев на поле и

сбор информации о результатах. После обработки результатов получали оптимальное значение дозы обработки и уровень РН.



Рисунок 7.10 – Установка для предпосевной обработки семян электроактивированными растворами

В Кубанском ГАУ, совместно с лабораторией микологии Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института были проведены опыты по обработке анолитом ячменя. Опытный ячмень обрабатывали в течение 30 минут в соотношении: 100 ед. зерна к 5,10 и 20 ед. анолита. Далее зерно высушивали и подвергали микологическому и физико-химическому анализу. Общее количество спор в 1 грамме корма с 8200 уменьшилось до 8150; 7500; 6250 соответственно в соотношении 100:5, 100:10, 100:20 корма к анолиту. Содержание токсинов (Т-2-токсин, Охратоксин, Зеараленон) в опытном корме уменьшилось на 5%, 20%, 30% соответственно 100:5, 100:10, 100:20 корма к анолиту. Для того, чтобы усилить влияние обработки, было применено многократное увлажнение зерна анолитом с суточным перерывом. При трехкратной обработке ячменя общее количество спор уменьшилось с 8200 до 4600, а содержание токсинов (Т-2-токсин, Охратоксин, Зеараленон) на 77,4 %, 70,2%, 83,5 % соответственно. Проведенные опыты доказывают высокую эффективность обработки и могут быть рекомендованы для широкого внедрения.

В последние 10-20 лет стала распространяться технология консервирования с применением электроактивированных водных растворов. Как показывают результаты анализов силоса, качество корма в этом случае очень высокое и зачастую превышает по отдельным показателям даже корм, полученный с биодобавками.

Основу силосования составляет процесс молочнокислого брожения под воздействием микроорганизмов, размножающихся в анаэробных условиях. Эта, широко используемая технология, предполагает в сжатые сроки

убрать доступ кислорода воздуха к растительному сырью, повысить кислотность зеленой массы, что способствует подавлению развития плесневых грибов, гнилостных и масляно-кислых бактерий. На силос кукурузу рекомендуется заготавливать в конце фазы молочно-восковой спелости зерна. Скашивание производится специализированной сельскохозяйственной техникой с одновременной погрузкой в транспортные средства (рис.7.11).



Рисунок 7.11- Процесс скашивания и погрузки кукурузного силоса

Транспорт перевозит силос далее к месту консервации и хранению – специальные силосные ямы (Рис.7.12). Для того чтобы, уменьшить доступ кислорода и уменьшить занимаемый объем силос сразу трамбуют внутри ямы с помощью тракторной техники (Рис. 7.13)



Рисунок 7.12- Доставка силоса к силосным ямам

Ключевой задачей при силосовании кукурузы является ее сохранение с минимальными потерями питательных веществ, что позволяет использовать эту ценную кормовую культуру с максимальной выгодой в кормлении сельскохозяйственных животных. Для сведения потерь к минимуму необходимо оценивать влияние процесса силосования на состав и питательную ценность заготавливаемого корма.

О качестве силосованного корма можно судить по составу органических кислот, накопившихся при брожении (табл.7.4).



Рисунок 7.13- Трамбовка силоса с помощью тракторной техники

Таблица 7.4-Примерное соотношение кислот в силосе разного качества

Качество силоса	Реакция среды	Соотношение кислот
Очень хорошее	4,2 и ниже	Молочная -60% и более, уксусная - 40% и менее, масляная - 0%
Хорошее	4.5 и ниже	молочная - 40-60 %, уксусная - 60-40%, масляная - следы
Среднее	около 4.5	молочная - 40-60%, уксусная - 60-40%, масляная - до 0,2%
Плохое	выше 4.7	молочная - мало, масляная - значительно
Очень плохое	выше 5.5	преобладают летучие кислоты, в том числе и масляная

Важной составляющей в силосе также является содержание нитратов. Токсичная доза нитратов для животных составляет 0,13 г NO₃ - на 1 кг массы тела, а летальная около 1 г NO₃. Норма поступления нитратов на одно взрослое животное крупного рогатого скота (550 кг живого веса) находится в довольно широком диапазоне: от 24 до 188 г (сутки).

Расход активированной воды для консервации обычно составляет от 10 до 20 литров на тонну. Объемы силосных ям, как правило, очень большие – в них помещают от 2000 до 5000 т силоса. В среднем хозяйство трамбуется за сутки от 1000 до 2000 т силоса. В связи с этим, технология внесения добавок и консервантов должна обеспечивать соответствующую скорость консервирования и не снижать общую производительность закладки кормов. На кафедре электрических машин и электропривода Кубанского ГАУ совместно с ЗАО «Нива» Павловского района, были проведены опыты по обработке силоса активированной водой. В консервированном силосе значительно возросли кормовые единицы, чему свидетельствует рост показателя с 0,22 до 0,29. Консервированный силос значительно отличается и по содержанию органических кислот – в нем отсутствует масляная кислота, доля же молочной кислоты составляет 2,21% на 1 кг натурального вещества, а уксусной – 0,85%. В необработанном активированной водой силосе на долю молочной кислоты приходится 1,6%, уксусной – 0,5% и масляной – 0,02% на 1 кг натурального вещества. При кормлении коров опытным силосом улучшилось качество молока и возросли удои.

В 2009 году в ОАО колхоз «Прогресс» Гулькевического района была произведена закладка силоса 2500 т. на основе активированного раствора. В корпусах мастерских был установлен электроактиватор с блоком управления (Рис. 7.14). В процессе обработки активированный раствор собирался в промежуточную мобильную емкость, затем эта емкость транспортировалась к силосной яме и с помощью насоса подавалась на силос (рис.7.15, 7.16).



Рисунок 7.14- Внешний вид электроактиватора с блоком управления

В ноябре того же года был сделан анализ качества кукурузного силоса и установлено следующее: кормовых единиц – 0,25; перевариваемого протеина – 15 г; каротина - 6 мг; нитратов – 77 мг; сырого протеина – 2,77%; сырой клетчатки – 6%; сумма кислот – 2,61%; молочная кислота 1,72%; масляная

кислота – 0,15%. Корм соответствует 2 классу. Особенностью качественного состава силоса, законсервированного на основе анолита, являлось низкое содержание нитратов по сравнению с силосом, заложенным на основе био-заквасок – ниже в 5-8 раз. По остальным показателям новая технология консервирования не уступала закладке на основе используемых заквасок.



Рисунок 7.15- Внешний вид транспорта для доставки раствора



Рисунок 7.16- Процесс внесения раствора в силос

В Ставропольском ГАУ и Кубанском ГАУ идут исследования влияния импульсного электрического поля (ИЭП) на качества семенного материала зерновых культур. Для выявления состава микофлоры семян проводилось фитосанитарное обследование до и после обработки ИЭП. В результате микологического анализа установлено наличие грибов и бактерий (таблицы 7.5, 7.6) . Установлено, что с точки зрения снижения количества микроорганизмов наиболее эффективным является обработка на частоте 300 Гц для пшеницы и 200 Гц для кукурузы.

Таблица 7.5 – Микофлора семян озимой пшеницы в зависимости от режимов обработки импульсного электрического поля

Режим обработки	Микофлора, %						
	Aspergillus	Fusarium	Mucor	Penicillium	Rhizopus	Alternaria	Бактерии
Контроль	-	4	-	3	2	70	9
100 Гц	1	1	2	3	1	69	-
200 Гц	2	1	-	3	2	78	2
300 Гц	-	-	-	1	2	56	-

Таблица 7.6 – Микофлора семян кукурузы в зависимости от режимов обработки генератора импульсного напряжения

Режим обработки	Микофлора, %			
	Aspergillus	Fusarium	Mucor	Penicillium
Контроль	11	41	16	31
100 Гц	9	22	11	15
200 Гц	10	18	5	10
300 Гц	18	28	15	20

В агропромышленном комплексе России важную роль играет пчеловодство, которое тесно связано со многими отраслями, как с растениеводством, так и с животноводством. Эта связь определяется в первую очередь той задачей, которую решают пчелы как опылители сельскохозяйственных растений. В нашей стране возделывают около 150 видов энтомофильных культур, требующих перекрестного опыления, обеспечить которое могут только медоносные пчелы. При опылении различных сельскохозяйственных растений (плодовых, ягодных, овощных, бахчевых, зерновых, масличных, технических, кормовых), пчелы тем самым поддерживают их высокую урожайность. При высокой культуре земледелия, промежуточная, а тем более конечная стоимость продукции, в создании которой принимает участие и пчеловодство, в десятки, а иногда в сотни раз, превышает стоимость всего пчеловодного комплекса. Опыление энтомофильных культур пчелами позволяет не только получить максимальные урожаи, но и дает возможность повысить товарность продукции, питательные и вкусовые качества плодов и посевные кондиции семян. Эти обстоятельства особенно важны в нашей стране в связи с утверждением новых экономических отношений, обращением внимания государства к разным формам собственности производства сельскохозяйственной продукции.

Велика роль пчел и как производителей специфических продуктов - меда, воска, пыльцы, маточного молочка, прополиса и яда. Продукты пчеловодства используются человеком с древнейших времен. Даже в наши дни интерес к ним не только не утрачен, а во многих случаях значительно вырос бла-

годаря народнохозяйственной значимости получаемых от пчел продуктов и их исключительному воздействию на организм человека. Воск, по сравнению с другими продуктами пчеловодства, пользуется наибольшим спросом в промышленности. Он нашел применение в электрорадиотехнике и авиации, в кожевенном и текстильном производстве, при изготовлении бумаги и в деревообработке, в химическом и стекольном деле, в медицине и парфюмерии. Мед является легкоусвояемым энергетическим продуктом питания. Хотя он состоит в основном из простых сахаров (80-84%) и воды (16-20%), но включает до 300 различных компонентов (ферменты, витамины, соли, бальзамы и т. д.), которые в совокупности с основной частью определяют его диетические и лечебные свойства. Этот продукт широко используется в кондитерском производстве, для приготовления медовых напитков, в косметике.

На земном шаре насчитывается свыше 50 млн. пчелиных семей, из которых 80 % находится в Восточном полушарии, а 20 % - в Западном. Средний размер пасеки в Восточном полушарии – 7 пчелиных семей, а в Западном – 14, но при этом в Канаде - 41. Наибольшее количество пчелиных семей приходится на долю таких стран, как Китай (7,5 млн.), Россия (4,5 млн.), Турция (3 млн.), США (2,76 млн.), Польша (2,5 млн.), Мексика (2,4 млн.), Аргентина (1,6 млн.), Германия, Испания, Иран, Греция, Франция, Румыния (по 1,1–1,3 млн.). Выход товарного меда на одну пчелиную семью в Западном полушарии в среднем в 3 раза больше чем в Восточном. Лидируют в производстве товарного меда следующие страны: Китай (200 тыс. т), США (100 тыс. т), Мексика (53 тыс. т), Россия (50 тыс. т).

Россия является одним из крупнейших производителей мёда в мире, обеспечивая около 4% от общемирового объема производства мёда (рисунок 7.17). В настоящее время Россия делит с Украиной и Индией 6-8-е место в списке ведущих мировых производителей мёда. В частности, по итогам 2010 года наша страна заняла восьмую строчку среди крупнейших производителей мёда в мире с объемом производства в 52 тыс. тонн (таблица 7.7). За годы реформ в российской отрасли пчеловодства произошли не только количественные, но и принципиальные качественные сдвиги. Производство меда увеличилось на 10-20%, при этом число семей пчел сократилось на треть. Лидирующие позиции в производстве мёда занял частный сектор, все более теснящий общественный и государственный секторы. На рынок вышли десятки частных компаний, действующих в сфере оптовых закупок, переработки, фасовки и торговли медом; производства пчеловодного инвентаря, маток и пакетов пчел, препаратов для борьбы с болезнями пчел; терапевтических и косметических средств.

Появление на российском рынке мёда значительного числа частных компаний стимулировало усиление конкуренции между производителями этой продукции. Во многом ситуацию усложнило увеличение объемов импорта дешевого мёда из стран «ближнего» и «дальнего» зарубежья. В результате для многих отечественных пчеловодов актуальной стала проблема сбыта произведенной продукции мёда. По мнению экспертов, развитие российской отрасли производства мёда в перспективе будущего во многом будет зави-

сеть от того, насколько быстро и эффективно отечественные производители освоют науку выживания в современных рыночных условиях, в частности – эффективные методы повышения конкурентоспособности своей продукции.

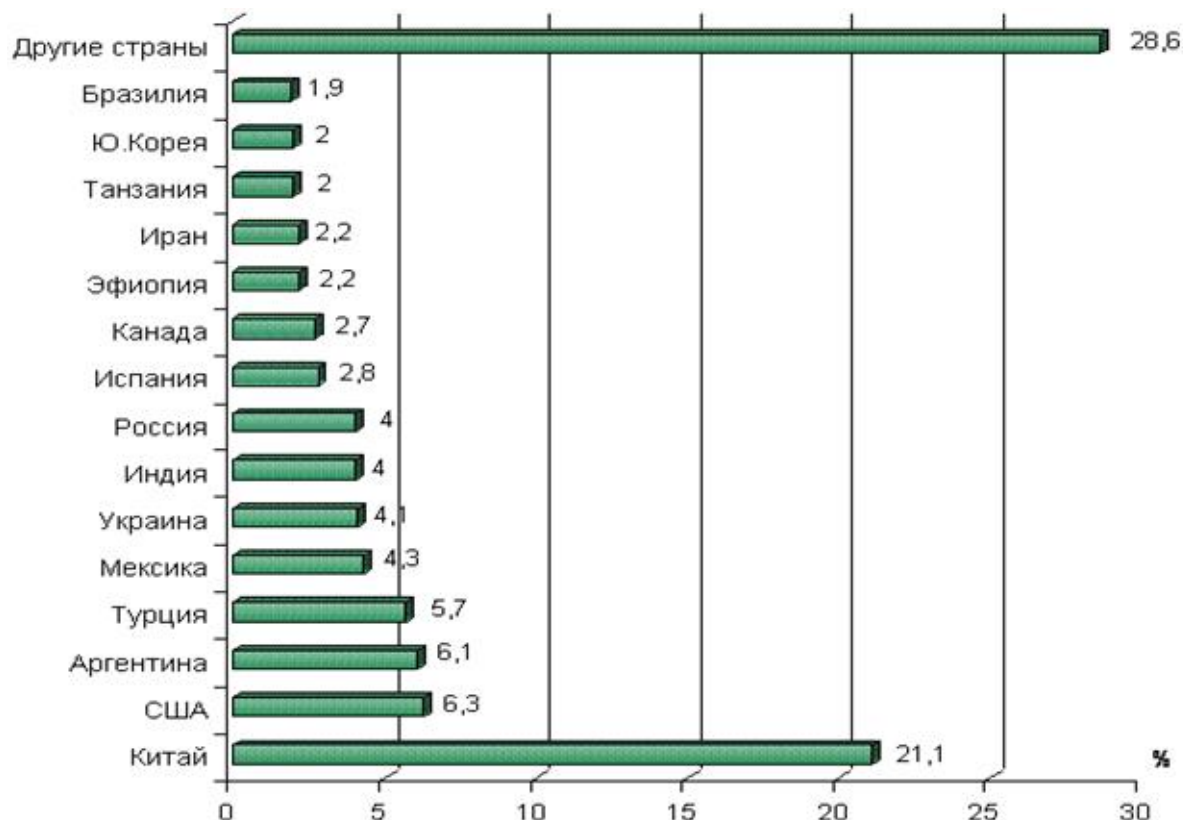


Рисунок 7.17- Доли стран – ведущих производителей мёда от общемирового объема производства, % (по данным FAOSTAT)

Таблица 7.7 - Объемы производства мёда крупнейшими странами-производителями в 2000 – 2004 гг., т (по данным FAOSTAT)

Страна	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	% на 2004 г.
Китай	251839	254356	267830	27330	276000	21,12
США	99945	84335	77890	82144	82000	6,28
Аргентина	93000	80000	85000	85000	80000	6,12
Турция	61091	60190	74555	75000	75000	5,74
Мексика	58935	59069	58890	55840	55840	4,27
Украина	52429	60043	51144	52000	54000	4,13
Индия	52000	52000	52000	52000	52000	3,98
Россия	53922	52659	49400	50000	52000	3,98
Испания	28860	31617	36101	36101	36045	2,76
Канада	31857	35388	37072	33566	35000	2,68
Эфиопия	29000	26600	28045	29000	29000	2,22
Иран	25260	26600	28045	29000	29000	2,22
Танзания	26000	26500	26500	26500	26500	2,02
Ю.Корея	17741	22040	25500	25500	25500	1,98
Бразилия	21865	22220	23995	24000	24500	1,88
Другие страны	356721	373261	361862	338988	374200	28,64
<i>Итого</i>	<i>1260475</i>	<i>1269280</i>	<i>1284784</i>	<i>1317939</i>	<i>1306590</i>	<i>100</i>

Российские производители мёда находятся сегодня в сложных условиях, связанных с рядом факторов, среди которых, в частности, значительный объём импортных поставок мёда по демпинговым ценам (прежде всего, это поставки из Китая), недостаток поддержки, чаще всего финансовой, пчеловодов со стороны государства, непредсказуемость погодных условий, сохраняющаяся «непрозрачность» российского рынка мёда и другие факторы. Например, импорт 1 тонны мёда приводит к сокращению численности на 20 пчелиных семей, следствием которого является снижения урожайности на десяти га подсолнечника с 18 до 7 ц/га т.е. к потере 110 центнеров семян и на пяти га посевов гречихи с 10 до 5 ц/га т.е. к потере 25 центнеров продукта.

Проблема ввоза в Россию импортного мёда сомнительного качества во многом связана с введением ограничений на поставки подобной продукции странами Евросоюза и США. Эти обстоятельства побудили Китай и Аргентину искать альтернативные рынки сбыта мёда, одним из весьма привлекательных таких рынков явилась Россия (сайт Интернет -<http://smi>). Сверхнизкие цены на китайский мёд наносят сильный удар по производителям всех стран, в которые начинает поставляться китайская продукция. В Европе и США более всего пострадали производители мёда, ориентированные на работу с промышленными предприятиями, использующими мёд для производства продуктов питания, продукция которых практически сразу стала неконкурентоспособной. Многочисленные общественные организации, объединяющие пчеловодов в Европе, Америке и Канаде не могли мириться с постепенным угасанием отрасли, и, в своих странах, введя ограничения на поставки китайского мёда.

К сожалению, механизация, электрификации и автоматизации трудоемких технологических операций на пасеках России находится на уровне XIX века. Это сильно снижает производительность труда, повышает себестоимость продукции пчеловодства и делает производимый мёд неконкурентоспособным в отношении импортного. Совокупное влияние этих факторов во многом обуславливает недостаточные темпы роста объемов производства мёда в России. Потенциально отечественные производители способны производить порядка 1 млн. тонн мёда ежегодно, реальные же объемы производства составляют лишь около 90 тыс. тонн в год.

Проблема импорта дешевого Китайского мёда добавляет трудности отечественным производителям и играет важную роль при ценообразовании в сегменте – самый дешевый мёд. Как правило, в России, в этом сегменте рынка реализуются мёда с подсолнечника, рапса, горчицы. При этом отмечена тенденция увеличения соотношения оптовых стоимостей самого дешевого и самого дорого мёдов. Например, если разделить среднюю закупочную цену каштанового на цену подсолнечного мёда, то соотношение будет равно: в 2008 г – 2,8; в 2009 г – 3,5; в 2010 г – 4; в 2011 г – 6,7; в 2012 г – 8,4. Следовательно, отечественный производитель не пострадает от вступления в ВТО и импорта дешевого мёда низкого качества при условии увеличения производства сортовых мёдов или мёдовых брендов Российского рынка. Для этого пчеловод должен стремиться повысить сортовую мёдопродуктивность пчели-

ных семей. Увеличение сортовой медопродуктивности достигается подведением здоровых и сильных пчелиных семей к цветению заданного медоноса. Это возможно только при использовании современного электрооборудования и технологических приемов при обслуживании пасеки.

Таким образом, повысить конкурентоспособность производимых продуктов пчеловодства и продовольственную безопасность страны можно путем научного обоснования применения эффективных электротехнологических методов и средств, направленных на повышение сортовой медопродуктивности пчелиных семей, повышение экологической чистоты ветеринарно-санитарных мероприятий и снижение трудоемкости основных технологических операций.

В результате анализа передового опыта пчеловодства более 76 стран мира установлено, что наиболее высокая производительность труда на промышленных пасеках США и Канады (таблица 7.8). Это достигается за счет высокого технологического оснащения и минимизации индивидуального подхода к пчелосемьям. Однако в последние годы, лидирующие позиции стали занимать Китай, Аргентина, Мексика, Индия. Низкая себестоимость меда в Китае связана, прежде всего, с дешевой рабочей силой, так средняя стоимость одного часа труда разнорабочего на пасеке составляет 0,19 – 0,31 \$, против 19 \$ в США.

Таблица 7.8 – Показатели производительности труда на пасеках 10 лидирующих в пчеловодстве стран мира на 2012 год.

	Страна	Средняя медопродуктивность кг/пчелиную семью	Количество пчелиных семей на 1 пчеловода	Нормы обслуживания на промышленных пасеках	Закупочная цена, руб/кг
1.	Китай	33	35	-	6
2.	США	25,2	26	1500-2500	130
3.	Аргентина	40	78	180	15
4.	Турция	16	67,4	280	144
5.	Мексика	27	5	200	24
6.	Украина	20	40	80	60
7.	Индия	8,5	4	-	30
8.	Россия	19,2	31	50	60
9.	Дания	18	30	140	164
10.	Канада	64	92	750	140

Сложившаяся в настоящее время на рынке сбыта меда в России ситуация подталкивает к смене показателей оценки эффективности работы пасеки. Увеличение медопродуктивности не всегда приводит к увеличению прибыли, в связи с многократной разницей в закупочной стоимости на меды разных сортов. Для увеличения валового дохода с одного улья следует увеличивать сортовую медопродуктивность пчелиных семей. Это достигается стимуляцией весеннего развития и подводом пчелиной семьи заданной силы к цвете-

нию требуемого медоноса. Эффективность этих мероприятий могут обеспечить электротехнологические методы и средства обслуживания пчелиных семей. В научной школе Овсянникова Д.А. занимаются разработкой оборудования для повышения медопродуктивности пчел и повышения производительности труда пчеловода. Аспиранты разрабатывают технологии развития пчелиных семей так как это главный фактор, влияющий на получение повышенного количества меда.

В пчелиной семье заболевание одной пчелы мгновенно отражается на состоянии всех остальных. Больные семьи плохо развиваются весной, имеют большие потери рабочей пчелы летом, плохо защищают гнезда, нерезультативно работают на медосборе. Ущерб, наносимый болезнями пчел, а также затраты на борьбу с ними отражаются на себестоимости и качестве продуктов пчеловодства. Причиной заболеваний пчел может быть несколько: нехватка корма, неспособность поддержания пчелами необходимой температуры в улье, отсутствие профилактических мер на пасеке. В связи с этим важно предупредить болезни пчёл, например, проводить профилактические и ветеринарно-санитарные меры борьбы, своевременно осуществляя лечебные мероприятия, если в этом возникнет необходимость (рис.7.18).

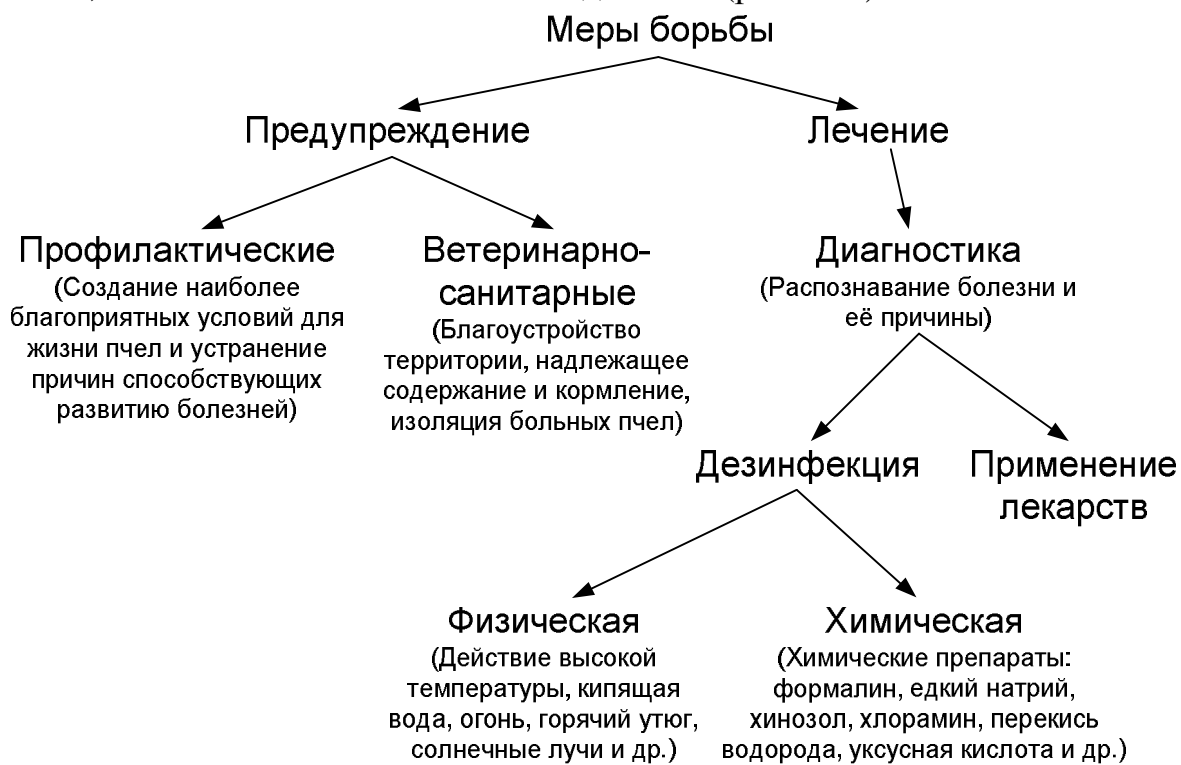


Рисунок 7.18 – Меры борьбы с болезнями пчел

Все болезни пчёл можно разделить на группы и подгруппы (рис.7.19). Незаразные болезни менее опасны и их легче ликвидировать. Однако они снижают устойчивость пчел к заразным болезням, так как микробы и паразиты более активно размножаются в тканях ослабленных личинок и пчел. Для инфекционных болезней характерна высокая скорость распространения. Поэтому на пасеках чаще всего возникают бактериальные болезни, или бакте-

риозы, вызываемые патогенными бактериями, такие как колибактериоз, гафниоз, септицемия, американский гнилец.



Рисунок 7.19 – Классификация болезней пчёл

В пчеловодстве появилось много лекарств, и их нужно только точно применять. Иногда применение одних лекарств ослабляет иммунитет пчёл, что способствует вспышке новой болезни. Таким образом лучше использовать естественные и экологические лечебные средства, которые не только помогали бы справиться с болезнями пчёл, но и стимулировали бы их жизнедеятельность и развитие. Большинство болезней пчел антибиотиками. Иногда пчеловоды порой забывают или не знают о том, что антибиотики, содержащиеся в различных лекарственных препаратах, могут попасть в продукты пчеловодства и долгое время в них сохраняться, представляя угрозу для здоровья человека. Во многих странах мира употребление антибиотиков в пчеловодстве вообще запрещено. В России допустимые уровни содержания антибиотиков в мёде не узаконены, что является главной причиной запрета на ввоз российского мёда в страны ЕС .

Широкое применение антибиотиков для стимуляции развития или лечения пчёл приводит к ослаблению их иммунитета, появлению новых форм болезней, формированию устойчивости болезнетворных бактерий к антибиотикам, а также способствует образованию дисбактериоза кишечной микрофлоры, нарушает обменные процессы. Все это сказывается на развитии и продуктивности пчелиной семьи. Необходимо продолжать искать новые эко-

логические и безопасные методы борьбы с бактериальными заболеваниями, которые были бы не только безвредны, как для человека, так и для пчел, но и стимулировали развитие, повышали продуктивность пчелиной семьи в весенне-летний период. К перспективным методам лечения можно отнести следующие: химическая дезинфекция, электрофизические, нетрадиционные методы, применение биологических препаратов и поверхностно-активных веществ (рис. 7.20).

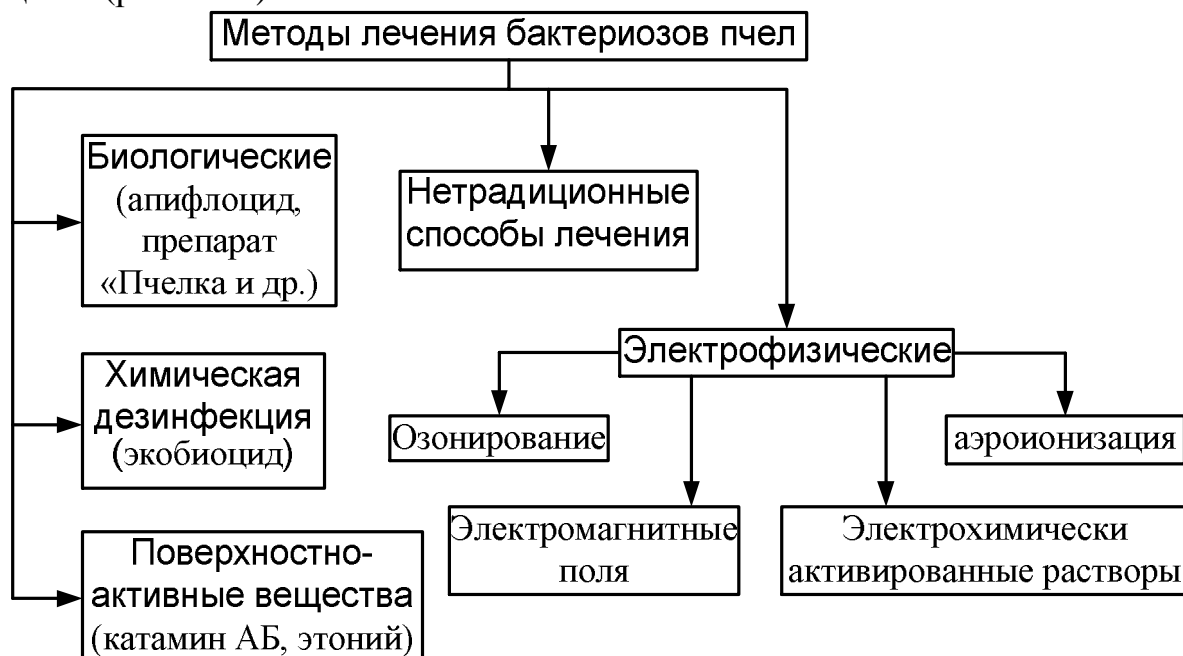


Рисунок 7.20 – Методы лечения бактериозов пчел

К биологическим методам относятся такие методы, в которых лечебные препараты добавляют в подкормки. Из препаратов, которые не имеют в своем составе антибиотики, можно выделить такие, как апифлоцид и препарат «Пчелка». Апифлоцид, на основе пefлоксацина, средство снижающее резистентность возбудителей бактериальных болезней пчел. Фактически подтверждено, что при использовании пefлоксацина сокращаются сроки лечения заболеваний на 30–60%, а также снижается вероятность заражения пчел другими болезнями вследствие ослабления их иммунитета, по сравнению с применением других препаратов на основе антибиотиков, в частности канамицина. Недостатком данного средства является его труднодоступность. Препарат «Пчелка», содержащий в качестве биологически активных компонентов натуральный хвойный экстракт и чесночное масло, повышает резистентность пчел к различным инфекционным заболеваниям, но при этом препарат может стать причиной пчелиного воровства.

Химическими способами борьбы с бактериозами пчел являются те, которые основаны на обеззараживании ульев дезинфицирующими средствами: растворы различных обеззараживающих химических препаратов, аэрозоли, газообразные средства, бактерицидные пены, пары различных химических веществ. Например, дезинфицирующее экологически безопасное средство

«Экобиоцид» применяют для обеззараживания ульев. Данное средство не повреждает материалы, пригодно для обработки любых поверхностей, обладает хорошими смачивающими свойствами. Однако при его использовании необходимо применение специальных мер защиты органов дыхания, кожи рук, лица.

Применение поверхностно-активных веществ (ПАВ) повышают проницаемость клеточных мембран у бактерий и ингибируют ферменты, разрушающие антибиотики. ПАВ применяют в комплексе с пониженными концентрациями антибиотиков. В конкретных опытах самыми удачными оказались сочетания с ПАВ антибиотиков: тетрациклина и гентамицина.

Электрофизическими методами борьбы с болезнями пчел являются такие способы, которые основаны на лечении пчелиных семей веществами, обладающими эффективным антибактериальным воздействием на возбудителей бактериозов и полученными при использовании электрического тока или электромагнитных полей. В литературе приводятся данные по изучению воздействия нейтрального анолита, который получают обработкой раствора хлорида натрия, на возбудители аскосфероза, американского гнильца, в которых была доказана его эффективность, как дезинфицирующего средства. Полученный нейтральный анолит является экологически чистым препаратом. Однако, для его получения необходимо соблюдение следующих требований: при проведении лечебных мероприятий поение пчел ведут питьевой водой с содержанием 0,2 – 1,0 г/л, предварительно обработанной в катодной камере диафрагменного электролизера до достижения значений рН 7,5–9,5 и окислительно-восстановительного потенциала (-250) – (-550) мВ. Многие пчеловоды занимаются установкой электроприборов для местного электрообогрева пчел и борьбы с болезнями. Есть информация о том, что пчелы активно борются с посторонними электрическими полями и устройство для электронагрева может создать серьезную опасность для плодной матки, особенно в период активной яйцекладки. В Башкирском государственном аграрном университете были проведены опыты по изучению влияния аэроионизации на состояние и зимовку пчелиных семей. Так отмечается снижение микробной обсемененности воздуха в зимовнике на 30%. Осмотр семей после выставки их из зимовника показал отсутствие признаков бактериальных заболеваний в условиях искусственной ионизации [49].

Большой статистический материал и качественные исследования были проведены в Кубанском государственном аграрном университете Овсянниковым Д.А., Нормовым Д.А., Николаенко С.А. Было доказано, что при малых концентрациях озон оказывает положительное влияние на факторы развития и продуктивности пчелиных семей: снижает концентрацию болезнетворных микроорганизмов; снижает влажность внутриульевого воздуха; незначительно повышает температуру; улучшает газовый состав внутриульевого воздуха. Данное направление является наиболее перспективным.

В результате исследований и внедрений Овсянникова Д.А. установлено следующее. Используя метеоданные по Краснодарскому краю за 2011 год по трем весенним месяцам и полученные формулы, были определены следую-

щие параметры: расход корма по месяцам без обогрева, расходы корма с обогревом и обогревом с озонированием, затраты электрической энергии, экономия кормовых запасов. В соответствии с предлагаемой технологией обработки пчел озоном, проводить ее, с целью стимуляции развития и уничтожения вредных микроорганизмов, рекомендуется в апреле месяце. Электроподогрев должен вестись в течение всех трех весенних месяцев. Применение совокупности электротехнологических методов дает возможность увеличить степень развития пчелиных семей в весенний период в два раза и как следствие, увеличить в четыре раза медопродуктивность одной семьи в первую качку меда. На рисунке 7.21 представлена часть пасеки, оснащенной электротехнологической системой обработки пчелиных семей.



Рисунок 7.21- Часть пасеки, оснащенной электротехнологической системой обработки пчелиных семей

Расчеты по рентабельности труда в пчеловодстве с использованием электротехнологий показали, что данный показатель увеличивается в два раза, например в Краснодарском крае, при внедрении электротехнологии и 4-х разовой качке меда за сезон, рентабельность увеличилась с 4550 до 8832 дол/чел (Рис.7.22).

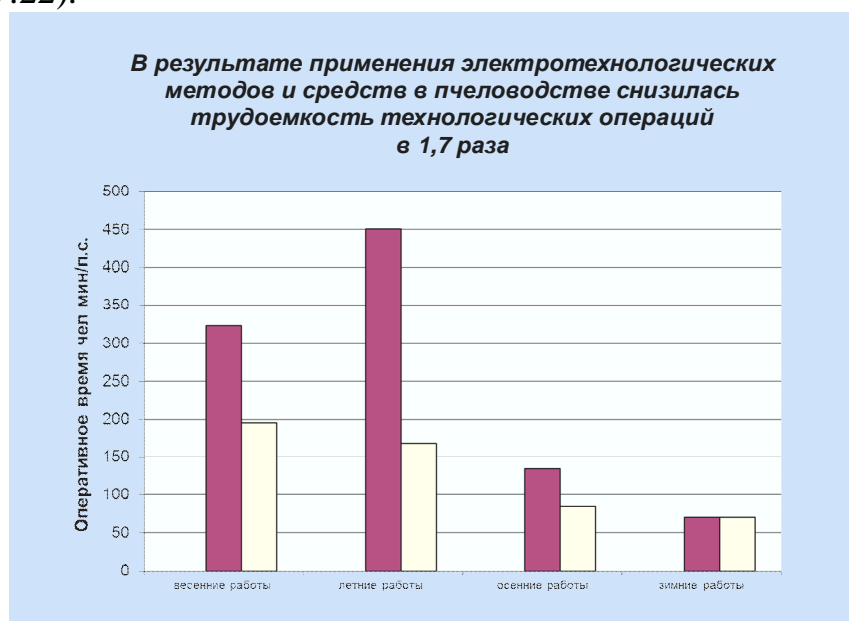


Рисунок 7.22 – Графики по результатам использования электротехнологий в пчеловодстве

Получена математическая модель влияния температуры меда в диапазоне от 20 до 30°C, и влажности меда в диапазоне от 17 до 21 % на начальную скорость вращения центрифуги. Обоснован рациональный режим работы электропривода центрифуги для откачки меда, включающий откачку медовых рамок в 3 этапа. Для каждого из этапов обоснована частота вращения барабана центрифуги с учетом температуры и влажности откачиваемого меда. Результаты исследований могут быть использованы для построения нагрузочной диаграммы и правильного выбора электродвигателя, а также для программирования микроконтроллера реализующего рациональный режим регулируемого электропривода центрифуги для откачки меда. На рисунке 7.23 представлены наиболее популярные медогонки в России.



Рисунок 7.23 – Наиболее популярные в России медогонки с электроприводом.

На основании теоретических и экспериментальных исследований доказано, что при использовании электрообогрева и электроозонирования с заданными параметрами повышается интенсивность весеннего развития пчелиных семей на 40%, а средняя медопродуктивность на 30%. При этом урожай майского меда с белой акации повышается на 100%. В результате внедрения апробирована система автоматического управления концентрацией озона в улье. Один электроозонатор с системой автоматического управления концен-

трацией в улье может обрабатывать до 100 пчелиных семей с заданной концентрацией озона в улье. Посредством разветвленной пневмосистемы, установленной на пасеке, можно поочередно проводить обработку ульев с пчелами, при этом концентрация озона в улье будет практически постоянной, динамическая ошибка и коэффициент перерегулирования не превышают допустимого значения, что является необходимым условием для качественного лечения пчел.

Для профилактики и исследования варроатоза пчел разработана технология обработки пчелиных семей водным раствором озона. Акарицидная эффективность растворенного в анолите озона при лечении варроатоза пчел составляет 97,2%. Результаты исследований защищены многими патентами на способы борьбы с болезнями пчел.

В Кубанском ГАУ также проведены исследования и началось внедрение в сельскохозяйственное производство технологии приготовления рабочего раствора гирбицидов сплошного действия. Электроактивированная вода готовится на оборудовании, изготовленном на кафедре электрических машин и электропривода (Рис. 7.24) и далее после растворения гирбицида подается в прицепную емкость обычного опрыскивателя (Рис.7.25).



Рисунок 7.24- Оборудование для получения электроактивированного раствора



Рисунок 7.25 – Опрыскиватель с емкостью для обработки

Через форсунки опрыскивателя вносится раствор гербицида на поле (Рис.7.26).



Рисунок 7.26 – Обработка поля раствором гербицида

Весь процесс внедрения происходит при непосредственном участии аспирантов (Рис. 7.27).



Рисунок 7.27 – Участие аспирантов во внедрении электротехнологий

Очень часто внедрение производится в нерабочие периоды – во время профилактических работ, межсезонье, ремонтные работы, предпусковые работы и т.д. Внедрение результатов научного исследования проходит 3 стадии:

1) Подготовка к внедрению. Совместно с заказчиком составляется план внедрения, определяются последовательность и сроки внедрения, подготавливается необходимая документация (технические условия, технологическая инструкция, акты внедрения и др.), готовится внедряемое оборудование (проверка функционирования, подготовка к транспортированию), подготавливается конкретное место внедрения (опытное и контрольное поле, демонтаж технологической линии).

2) Собственно внедрение. Включает монтаж оборудования и пробный пуск, проведение первых контрольных запусков с настройкой необходимых режимов и в заключении - непосредственное функционирование в реальных условиях. На этой стадии производится уточнение отдельных положений исследования, корректировка режимов работы и доработка конструкции, про-

граммного обеспечения. За определенный срок фиксируется все необходимые и возможные данные по режимам работы. На конкретных предприятиях это самый трудный процесс, так как в реальном производстве мало кто заинтересован в экспериментах - все заняты только производством продукции. В этом случае лучше всего использовать автоматическое контролирование параметров и передачу данных с помощью современных систем (радиоканал, Wi-Fi, витая пара). Следует максимально стремиться к тому, что бы имелся базовый образец (параллельно работающее оборудование с теми же режимами) или контрольное поле, для дальнейших экономических расчетов сравнительной эффективности.

3) Завершение внедрения. Устраняются обнаруженные дефекты. Наибольшие трудности возникают в тех случаях, когда исследования проводились не по предварительному заказу (хоздоговорная тема), а по инициативе исследователя. Здесь дорабатывается оборудование и проходят переговоры с руководителями предприятий о дальнейшем продолжении совместных работ или об окончании хозяйственных экспериментов. Оформляется акт внедрения с указанием реальной экономической эффективности.

В случае, когда результаты научно-исследовательской работы представляют собой новую конструкцию, материал, продукт, технологический процесс, их необходимо анализировать на предмет изобретения, и если таковое обнаруживается, оформлять заявку на это изобретение или на другую форму интеллектуальной собственности. Объектами изобретений могут быть: устройство (например, машина, прибор, инструмент); способ (например, изготовления изделия, получения вещества); вещество (сплав, смесь, раствор, полученный нехимическим путем материал, химическое соединение); применение ранее известных устройств, способов, веществ по новому назначению с положительным эффектом (без их изменения по существу); штаммы микроорганизмов (бактерий, вирусов, водорослей), продуцирующие полезные вещества. В соответствии с Гражданским кодексом РФ, Патентным законом РФ, Законом РФ об авторских правах и смежных правах признается исключительное право (интеллектуальная собственность) гражданина или юридического лица на результаты интеллектуальной деятельности. К результатам интеллектуальной деятельности относятся изобретения, полезные модели, промышленные образцы, произведения науки, литературы и искусства, алгоритмы, программы для ЭВМ, базы данных, а также средства индивидуализации юридического лица, продукции, выполняемых работ или услуг (фирменное наименование, товарный знак, знак обслуживания и т.п.). Использование результатов интеллектуальной деятельности может осуществляться только с согласия владельца интеллектуальной собственности. Как и любой другой вид собственности, интеллектуальная собственность может являться объектом купли-продажи. Российское законодательство по охране интеллектуальной собственности совершенствуется, приближаясь к требованиям международного права.

8 ОСНОВЫ НАУЧНОЙ ЭТИКИ

Этика науки – дисциплина, изучающая специфику моральной регуляции в научной сфере, а также свод ценностей, норм и правил в этой области. Она охватывает *два круга проблем*: первый связан с регуляцией взаимоотношений внутри самого научного сообщества, а второй – между обществом в целом и наукой. Основными *принципы* этики научного сообщества являются: самоценность истины; ориентированность на новизну научного знания; свобода научного творчества; открытость научных результатов; организованный скептицизм.

Принцип самоценности истины или универсализм – ориентация исследователя и научной деятельности на поиск объективного знания, а не на личные, групповые, корпоративные или национальные интересы. Истина и только истина является основной ценностью деятельности в сфере науки. Только одна дихотомия имеет значение: "истинно – ложно", все остальное – за пределами науки. Какой бы новой или тривиальной, "ожидаемой" или "неудобной" не оказалась обнаруженная в процессе исследования истина, она должна быть обнародована. Истина должна выявляться в ходе многих независимо воспроизводимых исследований, экспериментов или наблюдений и быть совместима с теми, которые достоверно установлены ранее. Верховным арбитром в определении истинности получаемых результатов является мировое научное сообщество, опирающееся на непрерывно растущий свод фактов и объективных законов природы – на накопленное коллективное научное знание. В науке (по крайней мере, в области точных наук) не применим принцип свободы совести, позволяющий каждому верить по-своему: наука живет знанием, а не верой. Из данного принципа следует одно из обязательных условий научной деятельности: условие точного соблюдения правил получения, отбора, обработки и публикации данных, действующих в конкретной научной дисциплине.

Новизна научного знания. Наука существует только развиваясь, а развивается она непрерывным приращением и обновлением знания. Каждые 10-20 лет происходит обновление всего объема научных знаний и то, что сегодня является научным результатом, устаревает и заменяется новыми научными результатами. Такова судьба, более того, таков смысл научной работы, которому она подчинена и которому служит, и это как раз составляет ее специфическое отличие от всех остальных элементов культуры; всякое совершенное исполнение замысла в науке означает новые "вопросы", оно по своему существу желает быть превзойденным. Но быть превзойденными в научном отношении – не только общая судьба исследователей, но и их общая цель. Исследователь работает рассчитывая на то, что его последователи пойдут далее его. Необходимость получения новых фактов и создания новых гипотез обуславливает обязательную информированность исследователя о ранее полученных в этой области науки знаниях.

Свобода научного творчества – идеальный, но не всегда реализуемый принцип научной деятельности. Для науки нет и не должно быть запретных

тем, и определение предмета исследований есть выбор самого ученого. Любой результат, претендующий на научное достижение, должен быть внимательно проанализирован и оценен научным сообществом независимо от того, ученый с какими прошлыми заслугами его представляет. В реальных ситуациях действенность этого принципа зачастую ограничена как внутренними факторами, действующими в научной среде, так и внешними – этическими, социальными и материальными.

Всеобщность или открытость научных достижений. На результаты фундаментальных научных исследований (которые не следует путать с изобретениями) не существует права интеллектуальной собственности, поскольку они принадлежат всему человечеству. Ни автор, ни кто-либо другой не может запретить использовать научные результаты или требовать какой-либо компенсации за их использование, кроме ссылки на авторство. Соответственно, любой ученый, получивший новые результаты, должен их опубликовать, поскольку новое знание только тогда становится составным элементом научной картины мира, когда оно проверено и признано научным сообществом.

Организованный скептицизм или исходный критицизм. Принцип, который подразумевает открытость для сомнений по поводу любых результатов научной деятельности, как своих собственных, так и публикуемых другими учеными. Это правило требует осмысления неявных предположений, принимаемых в качестве аксиом; бдительного отношения к попыткам принять желаемое за действительное, вызванным личной заинтересованностью или причинами этического характера; осторожного отношения к вероятности неверного истолкования результатов.

В научной печати не было и нет абсолютной свободы слова, в науке не работает принцип "презумпции невиновности". Если заявляется о том, что совершено открытие, то никто не поверит автору на слово, автор должен долго и упорно доказывать это. Научный результат публикуется в научном издании после того, как прошел все этапы апробации. И даже в этом случае он не всегда оказывается верным.

В современном общественном сознании наука – это двигатель прогресса и судья высшей категории, поэтому соблюдение принципов научной этики – необходимое условие для сохранения веры общества в надежность научных результатов. Наибольший общественный резонанс имеют проблемы, связанные: с принципом свободы научного творчества, например, этические проблемы разработки технологий производства оружия массового поражения, клонирования живых организмов, геной инженерии, некоторые вопросы биомедицинской этики; с принципом организованного скептицизма, например, проблемы достаточности научных оснований для социально значимых заявлений, рекомендаций, прогнозов, экспертиз, планов, сценариев развития и т.п. Одно из наиболее активно разрабатываемых направлений этики взаимоотношения науки и общества – проблемы биомедицинской этики.

Другой аспект научной этики связан с противодействием распространению лженауки. Под лженаучной понимается деятельность (и ее результаты),

которая выдается за научную, но осуществляется с сознательным нарушением основных этических принципов науки. Основным нарушением является – неverifiedируемость (невозможность перепроверки) или фальсификация результатов. Угроза лженауки для научного сообщества заключается в том, что она подрывает доверие к истинно научным результатам, зачастую объявляя их устаревшими и не соответствующими "последним достижениям". Для общества лженаука более всего опасна по двум причинам: вследствие своего стремления получить доступ к финансированию за счет государственных средств (отнимая тем самым финансовые ресурсы у действительно актуальных исследований), созданием ложных иллюзий относительно возможности реализации принципиально неосуществимых проектов, таких как "вечный двигатель" или "лекарство от всех болезней".

Сенат Общества Макса Планка (Германия) 24 ноября 2000 г. Принял следующие **нормы научной этики**, выполнение которых обязательно для всех ученых, работающих в институтах Общества.

Нормы, регулирующие повседневную научную деятельность:

- точное соблюдение правил получения и отбора данных, действующих в конкретной научной дисциплине;
- надежная организация защиты и хранения первичных данных;
- ясное и полное документирование всех важных результатов;
- правило "систематического скептицизма" – открытость для сомнений, даже по поводу своих собственных результатов и результатов работы своего коллектива;
- осмысление неявных, аксиоматичных предположений;
- бдительное отношение к попыткам принять желаемое за действительное, вызванным личной заинтересованностью или даже причинами этического характера;
- осторожное отношение к вероятности неверного истолкования в результате методически ограниченной возможности установления объекта исследований (сверхгенерализация, чрезмерное обобщение).

Нормы, регулирующие отношения между коллегами и сотрудничество:

- обязательство не препятствовать научной работе конкурентов, путем, например, задержки отзывов или передачи третьему лицу научных результатов, полученных при условии соблюдения конфиденциальности;
- активное содействие научному росту молодых ученых;
- открытость для критики и сомнений, выражаемых другими учеными и коллегами по работе;
- внимательная, объективная и непредубежденная оценка работы коллег; непредвзятое отношение.

Нормы, регулирующие публикацию результатов:

- принцип общедоступности результатов фундаментальных исследований: обязательная публикация результатов работы, выполняемой за счет государственного финансирования;

- принцип научной культуры, допускающий возможность ошибки в науке: соответствующее представление неподтвержденных гипотез и признание ошибок;
- принцип признания заслуг: честное признание заслуг и должная оценка вклада предшественников, конкурентов и коллег.

Принципы научной этики могут быть **нарушены** различными способами – от небрежного применения научных методов или невнимательного документирования данных до серьезных научных преступлений, таких как умышленная фальсификация или обман.

Нарушение научной этики имеет место, когда:

- в научно значимом контексте намеренно или в результате крайней небрежности делается ложное заявление,
- нарушается авторство,
- наносится иной ущерб научной работе других лиц.

Пример развернутого описания поступков, квалифицируемых как нарушение научной этики, дают "Нормы научной этики" Сената Общества Макса Планка. В соответствии с ними как существенные нарушения научной этики могут рассматриваться следующие деяния.

Ложные заявления.

1. Фабрикация данных.
2. Фальсификация данных, например:
 - а) путем тайного отбора данных и отказа от нежелательных результатов;
 - б) путем манипуляции изображениями или иллюстрациями.
3. Некорректные заявления в письме-заявке или заявке на получение поддержки (заявке на грант).

Нарушение авторского права.

1. В отношении работ другого автора, охраняемых авторским правом, значительных научных открытий, гипотез, теорий или методов исследования:
 - а) несанкционированное использование авторских текстов (плагиат);
 - б) присвоение методов исследования и идей (кража идей);
 - в) узурпация научного авторства или соавторства (необоснованное их присвоение);
 - г) фальсификация содержания;
 - д) несанкционированная публикация или предоставление третьим лицам доступа к еще не опубликованным работам, находкам, гипотезам, теориям или научным методам.
3. Притязание на соавторство с другим лицом без его согласия либо без должных оснований.

Вред, наносимый чужой научной работе.

1. Саботаж исследовательской работы (в том числе нанесение ущерба, разрушение или подделка экспериментальных установок, оборудования, документации, аппаратуры, программного обеспечения, химикатов или других предметов, необходимых для проведения эксперимента).

Совместная ответственность за нарушение научной этики.

1. Совместная ответственность может являться результатом:

- а) активного участия в нарушении научной этики, совершаемом другими лицами;
- б) осведомленности о фальсификации, совершаемой другими;
- в) соавторства в фальсифицированных публикациях;
- г) явного пренебрежения обязанностями контроля.

Нормы научной этики при подготовке публикаций. При подготовке публикаций возникают вопросы, граничащие с этическими проблемами:

- определение авторства публикации;
- выбор места публикации;
- полнота освещения существующих научных фактов и представлений по исследуемой проблеме;
- высказывание благодарности коллегам и организациям, осуществившим финансирование работы;
- адекватность методов анализа и интерпретаций задачам исследования и фактическим материалам;
- стиль и форма представления текстовых и иллюстративных данных, их достаточность;
- правильность и полнота оформления вспомогательного аппарата публикации.

Авторство публикации. Научная этика не допускает "почетного" авторства и принятия во внимание при формировании списка авторов каких-либо других доводов, кроме реального вклада в создание публикации.

В соответствии с этическими нормами первое место в списке авторов обычно занимает истинный лидер публикации – автор идеи или сотрудник, выполнивший большую часть работы. Далее следуют авторы в порядке убывания их вклада в создание публикации.

Демократичный подход, согласно которому фамилии авторов размещаются в алфавитном порядке – не лучший выход из затруднительных ситуаций, так как он делает невозможным дифференциацию вклада каждого из соавторов в общий результат. При сложности определения очередности авторов полезно указать вклад каждого автора и их сферу ответственности (первоначальная идея, исходные данные, математическая обработка, подготовка рукописи и т. д.). Такие указания могут присутствовать в виде подстрочных примечаний, в тексте введения, разделов, описывающих материалы и методы исследования, или непосредственно в тексте соответствующих разделов.

Все соавторы обязательно должны дать согласие на публикацию. Например, статья, направляемая в редакцию журнала, на последней странице должна быть подписана всеми авторами.

Выбор места публикации. Проблема выбора места публикации становится особенно актуальной, если совершено крупное научное открытие (например, описан новый тип беспозвоночных или открыта неизвестная аминокислота). Хорошо, если научные результаты публикуются в профильных источниках, известных и доступных другим специалистом по данной проблеме. Плохо, если описание нового вида будет помещено в материалах конференции тиражом 100 экземпляров. Опубликование в непрофильных изданиях ре-

зультатов, претендующих на существенный вклад в науку, может в будущем создать проблемы с доказательством приоритета. Редакции авторитетных изданий сами проверяют, соответствует ли рукопись профилю и уровню издания.

Полнота освещения существующих фактов и представлений. Авторы публикации несут полную ответственность за научную достоверность представляемых результатов. В случае рецензируемых изданий часть ответственности за научную достоверность ложится на редакции и рецензентов, но ответственность авторов при этом не уменьшается. Любые данные, которые подтверждают или ставят под вопрос результаты, должны быть обнародованы авторами публикации. Это относится как к собственным данным авторов, так и к фактическим данным и заключениям других исследователей. Поэтому при написании работы необходимо детально и глубоко ознакомиться с литературой.

Для того чтобы избежать ошибок, связанных с неполнотой освещения существующих фактов и представлений, необходимо:

- перед написанием публикации проанализировать максимально широкий спектр информации по вопросу исследований;
- при изучении проблемы оценить корректность источников, выявить уровень достоверности и фактической обоснованности результатов, наличие методических и интерпретационных ошибок;
- при отборе, анализе и интерпретации собственных данных не отбрасывать неявные результаты, внимательно анализировать результаты "неудачных" экспериментов;
- при написании публикации, при формулировке проблемы и обсуждении результатов не отбрасывать и не замалчивать неудобные литературные данные, содержащие результаты и заключения, противоречащие результатам данной публикации или демонстрирующие отсутствие "желательных" эффектов.

Благодарности. Титульные сведения об авторах публикации не всегда однозначно исчерпывают список лиц, труд которых так или иначе обусловил появление данной работы. К числу лиц, обычно не включаемых в список авторов, но которым следует выразить благодарность, относятся те, кто давал консультации, предоставлял неопубликованные данные, выполнял технические работы при проведении исследований, обеспечивал проведение полевых работ, высказывал критические замечания при чтении рукописи и др. Ссылки на финансовую поддержку исследований каким-либо фондом или организацией могут быть приведены без выражения благодарности – в виде упоминания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория и методы инженерного эксперимента: Курс лекций/Н.Г.Бойко, Т.А.Устименко.-Донецк, ДонНТУ, 2009г. – 158с.
2. Гореликова Г.А. Основы научных исследований: Учебное пособие / Г.А. Гореликова. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2003. – 52 с.
3. Сабитов Р.А. Основы научных исследований: Учеб. пособие / Челяб. гос. ун-т. Челябинск, 2002. 138 с.
4. Огурцов, А.Н. Основы научных исследований : Учеб.-метод. пособие / А.Н. Огурцов. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2008. – 178 с.
5. Оськин С.В. Рекомендации для выполнения и защиты диссертации (учебное пособие для аспирантов).- Краснодар, РИО КубГАУ, 2015.-63 с.
6. Архипов В.А. Основы теории инженерно-физического эксперимента/В.А. Архипов, А.П. Березиков. -Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.- 206 с.
7. Гореликова Г.А. Основы научных исследований: Учебное пособие / Г.А. Гореликова. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2003. – 52 с.
8. Методические рекомендации по разработке и защите магистерских диссертационных работ для студентов, обучающихся по программе подготовки магистров «Прикладная статистика и эконометрика»/сост.: Ю.В. Сажин, Н.Г. Подзорнов, Н.Н. Подольная, А.В.Катынь / Мордов. ун – т. — Саранск, 2007. - 34 с.
9. Кузин Ф.А. Магистерская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты. – М.: Ось-89, 1999.8 Электронный каталог ГПНТБ России [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах лит., поступающих в фонд ГПНТБ России. – Электон. дан. (5 файлов, 178 тыс. записей). – М., [199–]. – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/win/search/help/el-cat.html>. - Загл. с экрана.
10. Электронный ресурс: база данных содержит рекомендации к написанию магистерских диссертаций. Режим доступа: http://vt.ulstu.ru/Master's_thesis/book/part2.htm.
11. Коросов А.В. Имитационное (на примерах из экологии): Монография / ПетрГУ. Петрозаводск, 2002. 212 с.
12. Учебное пособие для практических занятий в примерах по дисциплине «Планирование и обработка результатов исследований»: учеб. пособие / Д.А. Овсянников, С.А. Николаенко, Д.С. Цокур, А.П. Волошин – Краснодар, 2014. - 76 с.: ил.
13. Оськин С.В., Оськина А.С. Рекомендации по написанию и защите диссертации: монография/С.В. Оськин, А.С. Оськина.- Краснодар, 2008.-73 с.
14. Оськин С.В. Рекомендации для выполнения и защиты магистерской диссертации. Методические указания по подготовке магистерской диссертации, требования к содержанию, оформлению, процедуре защиты по направлению 110300.68 агроинженерия.-КубГАУ.- Краснодар, 2010.-38 с.

15. Богатырев Н.И., Оськин С.В. Использование интерактивных методов обучения при подготовке бакалавров и магистров /Н.И. Богатырев, С.В. Оськин – Краснодар, 2014.-128 с.
16. Экономическое обоснование организационно-технических мероприятий в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие/ С.В.Оськин, В.Я, Хорольский, О.А.Гончарова, А.И. Вандтке. -Краснодар, 2008.-108 с.
17. Оськин С.В., Оськина Г.М. Техничко-экономическая оценка эффективности эксплуатации оборудования/ С.В.Оськин, Г.М.Оськина// Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2006. - № 1. С. 2-3.
18. Оськин С.В., Оськина Г.М. Методика расчета коэффициента готовности электроприводов/С.В. Оськин, Г.М. Оськина// В сборнике: Энерго- и ресурсосберегающие технологии и установки материалы пятой Всероссийской научной конференции (ВРНК-2007). под общей редакцией Б.Х. Гайтова. 2007. С. 145-148.
19. Оськин С.В. Процедура оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности на этапах формирования компетенций/ С.В. Оськин//В сборнике: Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона. Международная научно-практическая конференция. 2014. С. 98-106.
20. Оськин С.В. Методические рекомендации по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, на этапах формирования компетенций: учебное пособие/ С.В.Оськин.- Краснодар, 2014.-34 с.
21. Оськин С.В., Пястолова И.А. Способы оценивания знаний, умений и навыков на этапах формирования компетенций/С.В. Оськин, И.Я. Пястолова// В сборнике: Технические и технологические системы Материалы VI международной научной конференции. 2014. С. 372-379.
22. Оськин С.В. Определение оптимального коэффициента готовности электропривода по максимальному дополнительному экономическому эффекту/ С.В.Оськин// АПК России.- 1996. Т. 16. - С. 159-162.
23. Оськин С.В., Оськина Г.М. Инновационный подход к оценке качества образования в вузах/ С.В.Оськин, Г.М.Оськина//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. - № 106.- С. 112-134.
24. Оськин С.В., Курченко Н.Ю. Техничко-экономическое обоснование производства и внедрения электроактиваторов/ С.В.Оськин, Н.Ю.Курченко// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. -2015. -№ 110.- С. 907-926.
25. Оськин С.В., Оськина Г.М. Инновационный подход к оценке качества образования в вузах/ С.В.Оськин, Г.М.Оськина// Alma mater (Вестник высшей школы). -2015.- № 6.- С. 85-90.
26. Влияние надежности технических систем на экологический и экономический ущерб сельскохозяйственных объектов// С.В.Оськин, Р.М. Надольски, А.С.Оськина// Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. -2014.- № 2 (18).- С. 115-124.

27. Новый подход к оценке качества образования в вузах - важная часть процесса безопасности/ И.А.Пястолова, С.В.Оськин, Г.М. Оськина Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность.- 2015.- № 1 (21). -С. 137-143.

28.Оськин С.В., Овсянников Д.А. Способы повышения производительности труда в пчеловодстве/ Д.А.Овсянников, С.В.Оськин// Агротехника и энергообеспечение.- 2014. Т. 1.- № 1. -С. 69-73.

29.Оськин С.В., Овсянников Д.А. Электротехнологические способы и оборудование для повышения производительности труда в медотоварном пчеловодстве Северного Кавказа: монография/ С.В.Оськин, Д.А.Овсянников.- Краснодар, 2015.- 198 с.

30. Оськин С.В. и др. Технология силосования зеленой массы кукурузы с использованием экологически чистого электроактивированного консерванта: монография/ С.В. Оськин, А.С. Оськин, Н.М. Симонов, Е.Н. Симонова.- Краснодар: ООО «Крон», 2011.- 172 с.

31. Оськин С.В., Тарасенко Б.Ф. Имитационное моделирование при формировании эффективных комплексов почвообрабатывающих агрегатов – еще один шаг к точному земледелию: монография/ С.В. Оськин, Б.Ф. Тарасенко.- Краснодар; КубГАУ, 2015.- 287 с.

32. Оськин С.В., Шипалов В.И. Применение индукционных регуляторов в вентиляционных системах: монография/ С.В. Оськин, В.И. Шипалов.- Краснодар; Изд-во КГАУ, 2010.- 110 с.

33.Оськин С.В., Кроневальд А.Ф.Особенности работы фильтровой защиты от обрыва фазы погружных электродвигателей в сельском хозяйстве: монография/ С.В. Оськин, А.Ф. Кроневальд.-Краснодар: Изд-во КГАУ, 2010.- 110 с.

34.Оськин С.В. Автоматизированный электропривод/ С.В.Оськин Учебное пособие для студентов вузов / Краснодар, 2013.-489 с.

35. Научно-обоснованные рекомендации повышения энергоэффективности насосных станций/ С.В.Оськин, А.С. Оськина, В.А.Дидыч, М.И.Потешин.-Краснодар, 2013.-84 с.

36. Оськин С.В. Автоматизированный электропривод (2-е издание, переработанное и дополненное)/Оськин С.В.-Краснодар, 2014.-511 с.

37. Оськин С.В. Повышение надежности электропривода сельскохозяйственных машин/ С.В.Оськин//Механизация и электрификация сельского хозяйства.- № 3, 1996. - С. 19.

38. Оськин С.В. Температурная защита электродвигателей кормоцехов агропромышленного комплекса/ С.В.Оськин// Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Челябинский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. Челябинск, 1987.-15 с.

39. Оськин С.В., Гребцов Д.С. Применение электроактивированных растворов в сельском хозяйстве/ С.В. Оськин, Д.С.Гребцов// Механизация и электрификация сельского хозяйства.- № 8, 2007. - С. 26.

40. Оськин С.В. Электротехнологические направления повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции/ С.В. Оськин//Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. 2010. № 1-2 (4-5).- С. 107-115.

41. Оськин С.В., Овсянников Д.А. Необходимость применения экологически чистых способов обработки пчелинных семей от существующих болезней/ С.В. Оськин, Д.А. Овсянников// Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. 2014. № 2 (18).- С. 134-144.

42. Цокур Д.С., Оськин С.В. Использование электроактивной воды в технологическом процессе экологически безопасного выращивания овощных культур в условиях закрытого грунтаЦокур Д.С., Оськин С.В.Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. 2014. № 2 (18).- С. 148-154.

43. Оськин С.В., Харченко Д.П. Особенности схем управления многоскоростными двигателями на основе бесконтактных силовых элементов/ С.В. Оськин, Д.П.Харченко// В сборнике: Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона материалы Международной научно-практической конференции. редколлегия: Ю.А. Безгина, С.И. Любая, В.И. Трухачев, М.А. Таранов, В.И. Пахомов и др.. 2006. С. 101-105.

44. Оськин С.В. Определение коэффициента готовности электропривода/ С.В.Оськин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. -№ 7, 1997.- С. 20-21.

45. Оськин С.В. , Оськина Г.М. Основные показатели надежности электропривода сельскохозяйственных машин/ С.В Оськин., Г.М.Оськина// Механизация и электрификация сельского хозяйства. -№ 5, 2003.- С. 25-27.

46. Устройство температурной защиты электродвигателя УТЗЭ/Данилов В.Н., Оськин С.В.//Отчет о НИР № 01830079509 от 20.12.1983 (Нальчикский завод полупроводниковых приборов).

47.Разработка, исследование и внедрение устройства защиты электродвигателя от аварийных режимов работы/Данилов В.Н., Оськин С.В.//Отчет о НИР № 01840080419 от 11.12.1984 (Нальчикский завод полупроводниковых приборов)

48. Устройство температурной защиты электродвигателя УТЗЭ-1/Данилов В.Н., Оськин С.В.//Отчет о НИР № 01840080420 от 22.12.1984 (Нальчикский завод полупроводниковых приборов).

49.Исследование фазочувствительного устройства защиты электродвигателя ФУЗ-М/Данилов В.Н., Оськин С.В.//Отчет о НИР № 01860001783 от 11.12.1985 (Азово-Черноморский институт механизации сельского хозяйства).

50.Модернизация стенда по настройке и проверке изделия УВТЗ-5 и разработка методов контроля/Оськин С.В., Калинин А.Э.//Отчет о НИР № 01870025279 от 12.12.1989 (завод полупроводниковых приборов (НЗПП), г. Нальчик)

51. Разработка конструкторской документации и изготовление макетов стенда по ремонту УВТЗ-5 с разработкой мероприятий по улучшению технологии производства выпускаемого изделия/Оськин С.В., Калинин А.Э.//отчет о НИР № 01870025 279 от 04.12.1990 (Завод полупроводниковых приборов (НЗПП), г. Нальчик).

52. Разработка и исследование изделия: "Устройство встроенной температурной защиты УВТЗ-5 комбинированной"/Данилов В.Н., Оськин С.В., Калинин А.Э., Забродина О.Б.//Отчет о НИР № 323 от 22.06.1986 (Нальчикский завод полупроводниковых приборов).

53. Патент на изобретение RUS 2248111. Способ обработки семян сельскохозяйственных культур//Нормов Д.А., Оськин С.В., Шевченко А.А., Сапунова Е.А.-22.07.2003.

54. Патент на изобретение RUS 2248082 Статорная обмотка двухчастотного асинхронного генератора//Богатырев Н.И., Ванурин В.Н., Оськин С.В., Султанов Г.А., Екименко П.П., Вронский А.В.- 01.09.2003.

55. Патент на изобретение RUS 1817184 Устройство для защиты трехфазного электродвигателя от аварийных режимов работы//Оськин С.В., Калинин А.Э., Волощук Н.Н. -02.01.1990.

56. Патент на изобретение RUS 2215410. Способ борьбы с восковой молью//Андрейчук В.К., Нормов Д.А., Оськин С.В.- 03.12.2001.

57. Патент на изобретение RUS 1128329. Устройство температурной защиты электродвигателя//Оськин С.В., Иващенко А.Л., Данилов В.Н., Тубис Я.Б., Бондарчук П.П., Воробьев В.А., Григорьев Г.Н., Иванов Е.В.- 12.12.1983.

58. Патент на изобретение RUS 1120444. Устройство для температурной защиты электродвигателя//Оськин С.В., Данилов В.Н., Бондарчук П.П., Мухин Ю.Г. -15.10.1982.

59. Патент на изобретение RUS 1277287. Устройство для температурной защиты электродвигателя//Оськин С.В., Данилов В.Н., Тубис Я.Б., Воробьев В.А., Бондарчук П.П.- 21.12.1984.

60. Патент на изобретение RUS 1277292. Устройство для защиты трехфазного электродвигателя от работы при обрыве и несимметрии фаз питающей сети//Оськин С.В., Данилов В.Н., Тубис Я.Б., Воробьев В.А., Бондарчук П.П.- 12.02.1985.

61. Патент на изобретение RUS 2299356. Ветроэнергетическая установка//Оськин С.В., Харченко Д.П., Харченко П.М.- 22.02.2006.

62. Патент на изобретение RUS 1163409. Устройство для температурной защиты электродвигателя//Оськин С.В., Данилов В.Н., Бондарчук П.П. - 25.04.1983.

63. Патент на изобретение RUS 2254656. Устройство для защиты трехфазного электродвигателя от аварийных режимов работы//Педан А.В., Оськин С.В., Оськина Г.М. -24.03.2004.

64. Патент на изобретение RUS 2299543. Способ обработки семян сельскохозяйственных культур, устройство для его реализации//Педан А.В., Оськин С.В., Нормов Д.А.- 02.08.2005.

65. Патент на изобретение RUS 2182395. Устройство для защиты трехфазного электродвигателя от аварийных режимов работы//Карташов Б.А., Оськин С.В., Таранов Д.М. -05.05.1999.

66. Патент на изобретение RUS 2187876. Двухфазная полюсопереключаемая обмотка на 2/4/6/10 полюсов//Чуркин А.Е., Оськин С.В., Чернышенко М.В.- 26.03.2001.

67. Патент на изобретение RUS 2285993. Устройство для защиты синхронных электродвигателей от аварийных режимов работы//Оськин С.В., Стрижков И.Г., Трубин А.Н.- 01.11.2004.

68. Патент на изобретение RUS 2286638. Устройство защиты синхронных электродвигателей от аварийных режимов работы//Оськин С.В., Стрижков И.Г., Трубин А.Н.- 14.12.2004.

69. Патент на изобретение RUS 2407275. Способ выращивания гриба вешенки//Горячий И.В., Стародубцева Г.П., Оськин С.В., Хайновский В.И., Овсянников Д.А., Цокур Д.С. -13.07.2009.

Учебное издание

Оськин Сергей Владимирович

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В АСПИРАНТУРЕ**

Учебное пособие

Редактор – Духин Н.С.
Компьютерный набор –Оськин С.В.
Дизайн обложки – Оськин С.В.

Подписано в печать 15.08.2015. Формат 60x84
Усл. печ.л. -10,9. Уч.-изд. л. -10,9.
Тираж 200 экз. Заказ №-8.

Типография ООО «Крон».
350044, г. Краснодар, ул. Алма-Атинская, 57, оф.4

