

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

**А.В. Новикова, Т.А. Толмачева,
Мартеха А.Н.**

**ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

Учебное пособие

Москва
РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

2021

УДК 001.891(075.8)

ББК 72.5я73

Н 73

Рецензенты:

***Морозова Н.И.** д. с.-х. наук, профессор заведующая кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Рязанский ГАУ,*

***Антипов С.Т.** д. техн. наук, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВО ВГУИТ*

Н 73 **Новикова, А. В.** Цифровая обработка и анализ результатов научных исследований пищевых производств: учебное пособие / А. В. Новикова, Т. А. Толмачева, Мартеха А.Н.; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: Издательство РГАУ-МСХА, 2021. – 100 с.

ISBN 978-5-9675-1845-4

Данное пособие предназначено для бакалавров 3 курса обучающихся по направлению подготовки 35.03.07 – «Технология хранения и переработка сельскохозяйственной продукции», магистров 1 и 2 курсов, обучающихся по направлению подготовки 19.04.02 – «Продукты питания из растительного сырья». В издании представлен теоретический материал по планированию, моделированию, организации и проведению научного эксперимента, так же описаны методы обработки результатов исследования с внедрением и регистрацией своей интеллектуальной собственности.

© Новикова А.В., Толмачева Т.А., Мартеха А.Н., 2021

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева, 2021

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. МЕТОДОЛОГИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.....	6
1.1 О научном исследовании.	6
1.2 Организация и проведение научного эксперимента.	7
Глава 2. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.	16
2.1 Методы статистической обработки данных.....	18
2.2 Обработка результатов исследований.....	20
2.3 Математическая обработка данных.	22
2.4 Формирование научной гипотезы	26
Глава 3. ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА <i>MS EXCEL</i>	30
3.1 Оценка показателей качества объекта по результатам экспериментов.....	30
3.2 Исследование уравнений линейной парной регрессии.....	35
3.3 Исследование уравнений нелинейной регрессии	38
3.4 Исследование уравнений линейной множественной регрессии	39
Глава 4. АНАЛИЗ ДАННЫХ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.	46
4.1 Прогнозирование результатов научного эксперимента и математическое моделирование технологических процессов.....	46
4.2 Регрессионный анализ и интерпретация результатов научных исследований.	54
4.3 Прогнозирование результатов научного эксперимента и математическое моделирование технологических процессов.....	56
4.4 Нормативные методы прогнозирования.....	63
Глава 5. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОИЗВОДСТВО	70
5.1. Патентование, защита авторских прав, разработка нормативно- технической документации.	70
5.2 Мероприятия по внедрению результатов научных исследований в..... производство.....	78 78
Глоссарий.....	92
Приложения	96
Библиографический список	98

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей, стоящей перед исследовательской работой, является повышение роли научных исследований и разработок.

Выпускники ВУЗа – будущие квалифицированные технологи должны иметь высокую профессиональную подготовку, уметь самостоятельно решать научно-технологические задачи с применением современных достижений науки и техники.

Целью изучения дисциплины «Цифровая обработка и анализ внедрения результатов научных исследований пищевых производств» является ознакомление студентов с основами продовольственной безопасности при хранении и переработке сельскохозяйственного сырья и получение продуктов переработки растительного происхождения.

Продовольственная безопасность является одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности страны, фактором сохранения ее государственности и суверенитета, важнейшей составляющей социально-экономической политики, а также необходимым условием реализации стратегического национального приоритета – повышение качества жизни российских граждан путем гарантирования высоких стандартов жизнеобеспечения.

Разработка и исследование основного сельскохозяйственного сырья и получение продуктов переработки – сложная аналитическая задача. Это связано с особенностями биохимического состава сырья и многокомпонентностью производимых продуктов нового поколения, а также с необходимостью приспособливать стандартные методы к особенностям физико-химической структуры продукта – т.е. в каждом конкретном случае требуется проведение в той или иной мере аналитической исследовательской работы.

В связи с этим бакалавры и магистры должны владеть навыками поступающей информации, анализа технических и патентных данных. Владеть методами поиска и обмена информации в компьютерных сетях, техническими, а также программными средствами по защите информации при работе с компьютерными системами и навыками проведения теоретических и экспериментально-практических исследований в технологиях продуктов питания нового поколения с применением современных программных средств, инновационных и информационных технологий.

В современных условиях новейшие технологии разрабатываются на основе рационального использования сырья с учетом его качества, уменьшения потерь продукции при переработке, повышения эффективности производства, организации контроля качества и расширения ассортимента выпускаемой продукции.

Для решения представленных выше задач появляется необходимость обработки, анализа и внедрения результатов научных исследований, так как научно-технический прогресс любой страны определяется в значительной степени по общенаучной и профессиональной подготовке специалистов.

Глава 1. МЕТОДОЛОГИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Одним из инструментов повышения производительности научного труда является использование современных вычислительных средств и математических методов: планирование экспериментов, математическое моделирование, исследование методов, процессов производства, операций и т.д. Повышение эффективности человеческого труда невозможно без творческого процесса: совершенствования известного на практике и поиска нового в теории.

1.1 О научном исследовании

Научное исследование – это изучение закономерностей развития явлений объективного мира и их объяснений.

Понятия научного исследования не следует путать с понятием испытания. Под испытанием понимают проверку каких – либо установленных заранее (ГОСТ, ТУ и др.) свойств или качеств объекта. Например, при выпуске хлебобулочного изделия проверяют, срок его пригодности в пищу (срок годности), сохраняет ли изделие свои качественные показатели на протяжении заявленного периода или нет, и как оно меняется в случае увеличения дней хранения. Но если ставится задача увеличить срок годности в несколько раз, каким образом это достигнуть – это уже предмет исследований.

Исследование может быть теоретическим или экспериментальным. Научная абстракция – общий метод теоретического исследования.

Техника теоретического исследования заключается в анализе и синтезе закономерностей и открытий новых закономерностей при помощи анализа имеющейся информации. Для этого достаточно использовать имеющиеся законы природы, логическое мышление, принятие новых предпосылок и допущений.

Эксперимент занимает центральную позицию в науке, поэтому остро стоит вопрос об эффективности его использования. Следует отметить, что организация и проведение научных экспериментов зачастую осуществляется хаотично, что приводит к низким показателям коэффициента полезного действия. Для повышения эффективности исследований необходимо применять математические методы, а также построение математической теории планирования эксперимента.

Планирование эксперимента – комплекс мероприятий, направленных на эффективную постановку опытов. Основная цель планирования эксперимента – достижение максимальной точности измерений при минимальном количестве проведенных опытов и сохранении статистической достоверности результатов.

Планирование эксперимента применяется при поиске оптимальных условий, построении интерполяционных формул, выборе значимых факторов, оценке и уточнении констант теоретических моделей и др.

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.

1.2 Организация и проведение научного эксперимента

Для организации проведения научного эксперимента необходимо наметить цель исследования, выбрать предмет исследования и составить рабочую гипотезу.

Цель и предмет исследования

Основная цель инженерно-технологического исследования в отрасли хранения и перерабатывающей промышленности – улучшить качество обработки сырья, повысить выход готового продукта, улучшить качество готового продукта, увеличить сроки годности готового продукта, уменьшить затраты на производство единицы готового продукта.

Предмет исследования во многом определяется целью, но к нему предъявляются следующие требования:

1. Предмет исследования должен быть типичным, то есть характерным для сущности исследования. Выделение из множества объектов типа, типичного предполагает выполнение работы, аналогичной классификации, являющейся основой многих исследований. Тип или класс-понятие о группе из множества, определяемое общим существенным признаком или совокупностью признаков, присущим только данному типу или классу. Перед определением типа нужно сначала определить состав признаков по их качеству, затем обозначить однородные группы (типы) и разбить на подтипы;

2. Предмет исследования должен быть строго определенным, не расплывчатым. Тщательность разработки экспериментальной темы определяют качество исследования.

3. Определить возможности материально-технической базы, что бы исследование могло быть выполнено в полном объеме.

4. Каждое исследование должно содержать экономическую часть.

Для определения теоретических и экспериментальных средств научного исследования необходимо построить гипотезу, которая является основой исследования и представляет форму мысли, характеризует новое объяснение явления или пути решения поставленной задачи. Гипотезы создаются для подробного решения возникающих в науке проблем [12]. Отношение к гипотезам в научном мире и в разные времена менялось диаметрально. В эпоху Возрождения и Нового времени к гипотезам относили различные натурфилософские предположения и спекулятивные построения, когда для объяснения реальных физических и других процессов предусматривались разного рода скрытые силы, невесомые жидкости, флогистон и т.п. Видимо это обстоятельство вынудило великого И. Ньютона публично заявить, что гипотез он не измышляет (*hypothesis non fingo*). Между тем, в своем фундаментальном труде «Математические начала натуральной философии» он фактически пользуется гипотезами в современном их понимании. Более того, он впервые использовал аксиоматический аппарат античных греков для построения теоретической механики. Этот метод сам Ньютон назвал методом принципов, а теперь его называют гипотетико-дедуктивным, так как в нем в качестве аксиом используются принципы или гипотезы, отражающие существенные свойства и отношения явлений и процессов изучаемой области действительности. Пытался избегать гипотез в науке и П. Лаплас, о котором его ученик и биограф писал: «Наш знаменитый соотечественник никогда и ничего не предлагал неопределенного, все явления природы объяснял он строго математически; ни один физик, ни один геометр так решительно не остерегался духа гипотез; никто более его не боялся ученых ошибок, происходящих от воображения, не приведенного в пределы фактов, вычислений и аналогии. Один раз, только один раз, подобно Кеплеру, Декарту, Лейбницу, Бюффону, Лаплас вступил в область гипотез, относящихся к космогонии». Прямо противоположные точки зрения высказывают Б. Паскаль, А. Эйнштейн, Э. Резерфорд, Н. Бор, М.В. Ломоносов, Д.И. Менделеев. Так, М.В. Ломоносов, говоря о гипотезах, указывал, что они представляют собой единственный путь, которым люди дошли до «открытия самых важных истин». Д.И. Менделеев о гипотезах писал: «Они науке и особенно ее изучению необходимы. Они дают стройность и простоту, каких без их допущения достичь трудно. Вся история наук это

доказывает. Поэтому смело можно сказать: лучше держаться такой гипотезы, которая может стать со временем неверною, чем никакой. Гипотезы облегчают и делают правильной научную работу – отыскания истины, как плуг земледельца облегчает выращивание полезных растений» [12]. Разница в восприятии гипотез объясняется тем, что в это понятие вкладывался различный смысл. И. Ньютон и П. Лаплас опасались околонуточных, порой догматических измышлений. Не случайно, когда Б. Наполеон заметил Лапласу, что читает уже 5-й том его Небесной механики, но не встретил ссылок на провидение Бога, тот ответил, что в этой гипотезе он пока не нуждался. С другой стороны, гипотеза действительно содержит желания, субъективизм того, кто создает ее, заключения гипотез имеют лишь вероятностный характер, а история знает много случаев выдвижения скороспелых гипотез, которые не имели под собой прочного фундамента, покоились исключительно на силе человеческого воображения. Более того, очень часто гипотезы принимались за действительно научные результаты. В связи с этим гипотезы особенно необходимы именно к начальным этапам работы, и часто сравниваются либо с фонарем, освещающим направление возможного развития, либо с рыбацкой сетью. Разумеется, не каждый заброс сети дает улов, но, не забрасывая ее, вообще ничего поймать нельзя. К.А. Тимирязев считал, что гипотеза, даже ложная, приносит свою пользу: «в случае ее опровержения остается одним возможным объяснением менее, ограничивается число остающихся объяснений, суживается круг, приближающий нас к единственному центру – к истине» [11]. Иногда исследователь строит не одну, а несколько гипотез и проверяет каждую из них. В процессе исследований он одну отбрасывает, как несоответствующую действительности, вероятность других, наоборот, возрастает, и так продолжается до тех пор, пока он не остановится на одной какой-либо гипотезе, которая наиболее вероятна и объясняет все имеющиеся факты

При выдвижении гипотез следует учитывать требования для повышения их эффективности.

1. Релевантность гипотезы представляет собой предварительное условие для признания ее допустимой в науке. Термин «релевантность» (от английского *relevant* – уместный, относящийся к делу), то есть подтверждает отношение гипотезы к фактам, на которых она основывается. В том случае если факты подтверждают или опровергают гипотезу, она считается уместной (релевантной) к ним. Так как, любая гипотеза выдвигается для пояснения фактов уже известных и предпосылки неизвестных в этом случае иррелевантная (безразличная) к ним гипотеза не представляет научного интереса. Пример иррелевантной гипотезы привел Д. Финни [15].

Планирование эксперимента включает ряд 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 результаты исследуемого объекта могут оказывать влияние нерегистрируемые и неуправляемые параметры, которые вносят систематическую или случайную погрешность в результаты измерений. К ним относятся, ошибки измерительного оборудования, изменение свойств исследуемого объекта в период эксперимента из-за отсутствия регулярной поверки измерительного оборудования, эксплуатация измерительного оборудования в неблагоприятных климатических условиях (помещении) 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. Точность экспериментальных данных существенно зависит от объема (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 число 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 магнитов в цикле

мукомольного производства, при ступенчатом изменении уровня индуктивности предел выносливости зависит от последовательности нагрузки на магниты, равномерном распределении сырья, пропускаемого через магниты и освобождение поверхности магнитов, так как по-разному происходит накопление магнитной стружки и, следовательно, будет разная величина предела выносливости магнитов. 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.

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. Например, для обоснования режимов работы зерна сушильных установок при активном вентилировании зерновой массы в процессе хранения, необходимо иметь математическую модель, описывающую режим вентилирования.

Обработка результатов включает:

- определение доверительного интервала среднего значения и дисперсии (или среднего квадратичного отклонения) величин выходных параметров (экспериментальных данных) для заданной статистической надежности;

- проверку на отсутствие ошибочных значений (выбросов), с целью исключения сомнительных результатов из дальнейшего анализа. Проводится на соответствие одному из эталонных критериев, выбор которого зависит от закона распределения случайной величины и вида выброса;

- проверку соответствия опытных данных ранее априорно введенному закону распределения. В зависимости от этого подтверждаются выбранный план эксперимента и методы обработки результатов, уточняется выбор математической модели [8].

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 применяют регрессионные модели, которые основаны на разложении искомой функции в ряд с удержанием одного (линейная зависимость, линия регрессии) или нескольких (нелинейные зависимости) членов разложения.

Для оценки степени взаимосвязанности факторов или выходных параметров проводят корреляционный анализ результатов испытаний. В качестве меры взаимосвязанности используют коэффициент корреляции: для независимых или нелинейно зависимых случайных величин он равен или близок к нулю, а его близость к единице свидетельствует о полной взаимосвязанности величин и наличии между ними линейной зависимости. 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).

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 исследователя в этих экспериментах: четкие поставленные цели испытаний и правильно принятое решение позволяют точно определить недостаток в экспериментальном образце, сократить затраты на доводку образца и процесса его производства [1].

Основным средством и инструментом научных исследований является моделирование. Компонентами процессов научного исследования являются

предметная область, ее модель, спецификация объекта, задача исследования, модель объекта и алгоритмы реализации задачи.

Моделирование – исследование объектов, построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя.

В силу многозначности понятия «модель» в науке и технике не существует единой классификации видов моделирования: классификацию можно проводить по характеру моделей, по характеру моделируемых объектов, по сферам приложения моделирования.

Процесс моделирования включает три элемента: субъект (исследователь), объект исследования – модель, определяющую (отражающую) отношения познающего субъекта и познаваемого объекта.

Первый этап построения модели предполагает наличие некоторых знаний об объекте-эталоне. Познавательные возможности модели обуславливаются тем, что модель отображает (воспроизводит, имитирует) какие-либо существенные черты объекта-эталона. Вопрос о необходимой и достаточной мере сходства эталона и модели требует конкретного анализа. Очевидно, модель утрачивает свой смысл как в случае тождества с эталоном (тогда она перестаёт быть моделью), так и в случае чрезмерного во всех существенных отношениях отличия от эталона. Таким образом, изучение одних сторон моделируемого объекта осуществляется ценой отказа от исследования других сторон. Поэтому любая модель замещает оригинал лишь в строго ограниченном смысле. Из этого следует, что для одного объекта может быть построено несколько «специализированных» моделей, концентрирующих внимание на определённых сторонах исследуемого объекта или же характеризующих объект с разной степенью детализации [12].

На втором этапе модель выступает как самостоятельный объект исследования. Одной из форм такого исследования является проведение «модельных» экспериментов, при которых сознательно изменяются условия функционирования модели и систематизируются данные о её «поведении». Конечным результатом этого этапа является множество (совокупность) знаний о модели.

На третьем этапе осуществляется перенос знаний с модели на эталон – формирование множества знаний. Одновременно происходит переход с «языка» модели на «язык» эталона. Процесс переноса знаний проводится по определённым правилам. Знания о модели должны быть скорректированы с

учётом тех свойств объекта-эталона, которые не нашли отражения или были изменены при построении новой модели.

Четвёртый этап – практическая проверка получаемых с помощью моделей знаний и их использование для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления.

Моделирование – циклический процесс. Это означает, что за первым четырёхэтапным циклом может последовать второй, третий и т. д. При этом

знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, а исходная модель постепенно совершенствуется. Недостатки, обнаруженные после первого цикла моделирования, обусловленные малым знанием объекта или ошибками в построении модели, можно исправить в последующих циклах [5].

В современных условиях сложно указать область человеческой деятельности, где не применялось бы моделирование. Разработаны, например, модели производства новых видов сельскохозяйственных машин, агротехнологий в растениеводстве, функционирование отдельных агрегатов, входящих технологический процесс по производству продуктов питания. В перспективе для каждой системы могут быть созданы свои модели, перед реализацией каждого технического или организационного проекта должно проводиться моделирование.

В процессе создания модели как концептуального явления, обычно модель будет иметь дело только с некоторыми аспектами рассматриваемого явления, и две модели одного и того же явления могут существенно отличаться, т.е. различия между ними будут не только в простом переименовании их составляющих компонентов.

Такие отличия могут быть вызваны различными требованиями конечных пользователей данной модели, концептуальными или эстетическими отличительными предпочтениями создателей модели и их решениями, принятыми в ходе процесса моделирования. Соображения создателей, которые могут повлиять на структуру модели, могут быть в области личных профессиональных предпочтений, например, применения сокращённой онтологии, или предпочтений в отношении применения статистических моделей по сравнению с детерминированными, дискретных по сравнению с непрерывными и т. д. В любом случае пользователям модели необходимо понять сделанные создателями предположения, которые направлены на то или иное использование модели.

Для построения модели требуется абстракция. Абстракция – отвлечение в процессе познания от несущественных значений, свойств, связей изучаемого объекта, с целью выделения их существенных, закономерных признаков, изучаемого объекта. Предположения используются в моделировании, чтобы указать область применения модели. Например, специальная теория относительности принимает инерциальную систему отсчёта. Это предположение было контекстуализировано и далее объяснено общей теорией относительности. Модель делает точные предсказания, когда её допущения действительны и, с большой вероятностью, не дают точных прогнозов, когда её предположения не выполняются. Такие предположения часто совпадают с тем моментом, когда старые теории сменяются новыми (к слову, общая теория относительности

работает и в неинерциальных системах отсчёта) [7].

Модель оценивается в первую очередь по её согласованности с эмпирическими данными; любая модель, несовместимая с воспроизводимыми наблюдениями, должна быть изменена или отклонена. Один из способов изменить модель - это ограничение области применения, над которой она совпадает с наблюдениями высокой степенью достоверности. Тем не менее, соответствие только эмпирическим данным недостаточно для того, чтобы модель была принята как действительная. Другие факторы, важные при оценке модели, включают: возможность объяснения прошлых наблюдений; возможность прогнозирования будущих наблюдений; стоимость использования, особенно в сочетании с другими моделями.

Вопросы для самоконтроля:

1. Этапы планирования эксперимента.
2. Назовите преимущества использования методов планирования эксперимента.
3. Что способствует повышению эффективности научных исследований.
4. Какие этапы включает в себя планирование эксперимента.
5. Факторы, сказывающиеся на точность экспериментальных данных.
6. Объясните случаи, при которых выполняется построение математической модели.
7. Дайте понятие математической модели, ее характеристика.
8. Перечислите элементы, входящие в процесс моделирования.
9. Объясните случаи при которых проводится корреляционный анализ результатов испытаний.
10. Цель проведения корреляционного анализа.
11. Назовите общие требования к моделям.

Глава 2. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Успешное проведение научного исследования зависит не только от правильной организации, планирования и выполнения всех стадий научного эксперимента в определенной последовательности, но и от грамотной обработки результатов научного исследования.

Планирование и последовательность действий обуславливается видом, объектом и целью научного исследования. При проведении исследований по технической тематике: вначале ведётся разработка основного предпланового документа – технико-экономическое обоснование, а затем осуществление теоретических и экспериментальных исследований, составление научно-технического отчета и внедрение результата работы в производство.

Любое исследование проводится на основе общей программы эксперимента, в том числе программы ведения наблюдений.

В программе отражается содержание и последовательность этапов и действий, связанных с местом, временем проведения эксперимента, методиками, порядком проведения измерений и их проверкой, регистрацией измерений, применением определенной техники, инструментария и иных средств.

Современный уровень развития сельскохозяйственной науки требует от научных исследователей не только владения методами статистического анализа, но и всестороннего применения электронно - вычислительных машин (ЭВМ) для обработки результатов экспериментов. Наибольший интерес представляют статистические пакеты (СП), как наборы тематически связанные задач по обработке экспериментальных данных. В настоящее время мировой и отечественный рынок насчитывает около 1000 наименований СП [7].

СП позволяют сделать методы анализа данных более доступными и наглядными, при этом не требуется вручную выполнять трудоемкие расчеты по сложным формулам. Однако для осмысленного их использования необходимо обладать определенной статистической подготовкой, понимать, в каких ситуациях применимы различные математические методы.

Все СП в зависимости от функциональных возможностей условно можно разделить на следующие группы.

Пакеты общего назначения (*SPSS*, *STA TGRAPHICS* и др.). С помощью этих пакетов пользователь может провести преобразование данных, проверку статистических гипотез, дисперсионный, корреляционно-регрессионный, спектральный, факторный, дискриминантный, кластерный анализы, анализ временных рядов, планирование эксперимента [9].

Специализированные пакеты (*SYSTAT*, *MSTAT* и др.). Они обычно содержат методы из одного, двух разделов статистики или методы, используемые в конкретной предметной области.

Табличные процессоры общего назначения (*Excel*, *Lotus 1-2-3* и т. д.) – табличные процессоры, применяемые для статистической обработки данных. Окончательный статистический анализ необходимо делать в пакетах, которые специально созданы для этих целей. Для начинающих пользователей наибольший интерес представляет СП *STAT GRAPHICS Plus for Windows*.

Самым интересным этапом исследования является этап превращения сырых данных в значимые результаты с помощью ряда приемов, воображения и научной культуры экспериментатора. Этот этап включает три основных процедуры: обработку результатов, их объяснение и обобщение [11].

Существует три типа данных:

Качественные данные, получаемые при измерениях, наблюдении и т.д., можно отнести к какому – либо множеству сходных объектов. Каждый класс сходных объектов имеет общее наименование и указывает на наличие или отсутствие каких - либо признаков.

Порядковые данные, соответствующие местам этих элементов в последовательности, полученной при их расположении в возрастающем порядке.

Количественные данные, представляющие собой свойства элементов выборки, которые представлены в виде чисел. Их можно измерить в интервальной шкале (насколько больше, меньше) или в шкале отношений (во сколько раз).

Обработка данных направлена на решение следующих задач: упорядочивание исходного материала в целостную систему сведений; обнаружение и ликвидация ошибок, пробелов в сведениях, выявление скрытых от непосредственного восприятия тенденций, закономерностей и связей; выяснение уровня достоверности, надежности и точности собранных данных и получение на их базе научно обоснованных результатов [10]. Таким образом, если на предыдущих этапах проходил процесс увеличения сведений об изучаемом объекте, то на данном этапе наблюдается обратный процесс - приведение данных к общему знаменателю. Полученные экспериментальные данные могут быть многочисленными и разрозненными, поэтому, прежде всего их необходимо классифицировать и сгруппировать.

2.1 Методы статистической обработки данных

В науке принято различать обработку данных качественного и количественного характера. Количественная обработка - это манипуляция с измеренными характеристиками изучаемого объекта, с внешними проявлениями его свойств. Изучением способов количественного анализа переменных - измеряемых явлений, занимается математическая статистика.

Методами статистической обработки результатов эксперимента называются математические приемы, способы количественных расчетов, с помощью которых количественные показатели можно обобщать, приводить в систему, выявлять скрытые в них закономерности.

Качественная обработка - это способ предварительного проникновения в сущность объекта путем выявления его не измеряемых свойств.

Количественная обработка направлена на внешнее изучение объекта и в ней доминирует аналитическая составляющая (корреляционный анализ, факторный анализ, кластерный анализ). Качественная обработка направлена

на содержательное изучение явления. В ней превалирует синтез, компоненты объединения. Качественная обработка естественным образом переходит в описание и объяснение изучаемых явлений, то есть на стадию интерпретации результатов. Однако, несмотря на противопоставление этих видов обработки данных, они составляют органичное целое.

Количественная обработка данных имеет две фазы: первичную

(статистика описательная) и вторичную (статистика вывода).

Первичная обработка включает группировку данных по тем или иным критериям, оформление данных в сводные таблицы, наглядное их представление в виде графиков, таблиц, диаграмм. Первично обработанные данные дают представление о характере всей совокупности в целом. *Описательная статистика* позволяет подытожить и воспроизвести в виде таблиц или графиков данные.

С помощью вторичных методов статистической обработки выявляются скрытые в первичных данных закономерности. В число вторичных методов включают несколько подгрупп: регрессионное исчисление, методы сравнения между собой двух или нескольких элементарных статистик разных выборок, методы установления статистических взаимосвязей между переменными, методы выявления внутренней статистической структуры данных и т. д.

Рассмотрим основные методы описательной статистики.

Группировка данных. Для группировки необходимо расположить данные каждой выборки в возрастающем порядке.

Распределение частот. Графически представить распределение различных значений с учетом их частот. При этом если это необходимо в случае большого числа данных, можно их группировать по классам с интервалами в две или три единицы шкалы. Данные, разбитые по непрерывной шкале, представляют графически в виде гистограммы – примыкающих друг к другу прямоугольников [6].

С помощью вторичных методов статистической обработки экспериментальных данных (статистики вывода) проверяются, доказываются или опровергаются статистические гипотезы. Эти методы очень разнообразны и требуют от исследователя хорошей подготовки в области математики и статистики. Здесь приводятся только некоторые из этих методов, а основная их часть рассматривается в учебниках по математической статистике.

Регрессионное исчисление - это метод математической статистики, позволяющий свести частные, разрозненные данные к какому-то одному линейному графику, отражающему внутреннюю взаимосвязь, получить возможность по значению одной из переменных и приблизительно оценить вероятное значение другой.

Для сравнения выборочных средних величин, принадлежащих к двум совокупностям данных, используется критерий Стьюдента. Метод Стьюдента различен для независимых и зависимых выборок (Приложение 1).

В процессе эксперимента возникает задача сравнения частотных значений, например, процентных распределений данных. В этом случае используется *хи-квадрат критерий* (Приложение 2).

Корреляционный анализ заключается в том, чтобы установить возможную связь между двумя показателями одной или разных выборок. При этом устанавливается, приводит ли увеличение какого-либо показателя к увеличению или уменьшению другого показателя. Коэффициент корреляции колеблется в пределах от +1, что соответствует полной положительной корреляции, до -1 в случае полной отрицательной корреляции. Если коэффициент равен 0, то никакой корреляции между двумя рядами данных нет. Значимость коэффициента корреляции проверяется с помощью таблицы пороговых значений (приложение 4).

Факторный анализ позволяет определить совокупность внутренних взаимосвязей, возможных причинно-следственных связей, существующих в экспериментальном материале. В результате факторного анализа обнаруживаются факторы-причины, объясняющие множество частных корреляционных зависимостей.

Кроме названных выше существуют и другие типы анализа данных: дисперсионный, кластерный анализ.

Как известно, процесс сведения научных данных состоит из нескольких базовых этапов, требующих от автора разных навыков. Алгоритм работы:

- сбор информации, фактического материала
- обработка собранного материала в соответствии с ранее составленной схемой
- оформление созданного текста в соответствии с поставленными задачами, подготовка иллюстративного материала.

Компьютер – первый и на сегодня единственный из инструментов пишущего автора, который позволяет оптимизировать все без исключения полученные данные.

Необходимые программы:

- Для работы с текстом – программа – текстовый редактор, например

Microsoft Word.

- Для ввода текстов в компьютер – программа распознавания, например, *Fine Reader.*
- Для верстки текстов – программа верстки, например, *Adobe Page Maker.*
- Для работы с фотоиллюстрациями – графический редактор, например, *Adobe Photoshop.*
- Для работы с рисунками – векторный графический редактор, например, *Corel DRAW.*
- Для работы с графиками и таблицами – табличный редактор, например, *Microsoft Excel.*

Следует четко структурировать работу, заранее определив, какие именно этапы и в каком порядке следует выполнять.

2.2 Обработка результатов исследований

Основной частью любого эксперимента являются измерения. От тщательности измерений и последующих вычислений зависят результаты эксперимента. При этом следует иметь в виду, что измерения не могут быть выполнены абсолютно точно, поэтому полученный результат всегда отличается от истинного значения изучаемого параметра. Таким образом, оценка точности измерений также является неотъемлемой частью любого эксперимента. Поскольку на каждый результат эксперимента воздействуют всевозможные случайные не учитываемые факторы, реальный результат наблюдения всегда

является случайной величиной, которая отклоняется от истинного значения. Данное отклонение называется ошибкой наблюдения.

Различают следующие типы ошибок: грубые, систематические, случайные.

Грубая ошибка является следствием невнимательности экспериментатора, который допустил ошибку при проведении опыта либо неправильно записал результаты наблюдений. В этом случае полученные результаты значительно отличаются от других результатов той же серии опытов. Как правило, грубую ошибку обнаружить легко. Для этого необходимо повторить измерения. При обработке экспериментальных данных такая ошибка должна быть обязательно исключена.

Систематическая ошибка появляется вследствие неисправности приборов, неточности методов измерения (например, взвешивание на весах с использованием неточных разновесов). Такого рода ошибки остаются постоянными до тех пор, пока не будет установлена причина их появления, которую, как правило, обнаружить сложно. В целях уменьшения вероятности появления систематических ошибок постоянно ведется контроль за приборами; последние должны регулярно подвергаться проверке метрологических служб [10].

Случайная ошибка появляется случайно при повторных измерениях одной и той же величины. Данная ошибка может быть вызвана как объективными, так и субъективными причинами: несовершенством приборов, измерением температуры, в процессе измерения напряжения в электрической сети, загрязнением реактивов. Случайные ошибки имеют неизвестные экспериментатору значения, т. е. которые могут быть разными даже при измерениях, сделанных в одинаковых условиях. Поскольку причины, приводящие к случайным ошибкам, неодинаковы в каждом эксперименте и не могут быть учтены, исключить такие ошибки нельзя, можно лишь оценить их значение. Для определения случайных ошибок используют метод математической статистики, основанный на теории вероятностей.

При любом анализе – данных опыта или результатов наблюдений – большое значение имеют понятия совокупности, генеральной и выборочной совокупности, варианты.

Совокупность – множество отдельных объектов и результатов опытов.

Генеральная совокупность – наиболее общая совокупность, по которой затем отбирают варианты для совместного изучения, поэтому фактически мы имеем дело со сравнительно небольшими выборочными совокупностями.

Результаты каждого исследования важно обрабатывать по возможности тотчас же по его окончании, пока память экспериментатора может подсказать те детали, – которые почему-либо не зафиксированы, но представляют интерес

для понимания существа дела. При обработке собранных данных может оказаться, что их или недостаточно, или они противоречивы и поэтому не дают оснований для окончательных выводов. В таком случае исследование необходимо продолжить, внося в него требуемые дополнения.

В большинстве случаев обработку целесообразно начать с составления таблиц (сводных таблиц) полученных данных.

И для ручной, и для компьютерной обработки в исходную сводную таблицу чаще всего заносят начальные данные. В последнее время преимущественной формой математико-статистической обработки стала

компьютерная, поэтому в таблицу целесообразно внести все интересующие вас признаки в форме десятичного числа, т.е. предварительно пересчитать минуты в десятичные доли часа, секунды – в десятичные доли минуты, количество месяцев – в десятичную долю года и т. д. Это необходимо, поскольку формат данных для большинства используемых компьютерных программ накладывает свои ограничения.

2.3 Математическая обработка данных

Для определения способов математико-статистической обработки, прежде всего, необходимо оценить характер распределения по всем используемым параметрам. Для параметров, имеющих нормальное распределение или близкое к нормальному, можно использовать методы параметрической статистики, которые во многих случаях являются более мощными, чем методы непараметрической статистики. Достоинством последних является то, что они позволяют проверять статистические гипотезы независимо от формы распределения.

Важнейшими статистическими характеристиками являются: а) средняя арифметическая;

б) среднее квадратическое отклонение; в) коэффициент вариации.

Ориентируясь на эти характеристики нормального распределения, можно оценить степень близости к нему рассматриваемого распределения.

Без статистического анализа сегодня трудно представить себе ни одно экспериментальное или эмпирическое научное исследование. Объектом статистического анализа являются данные, полученные в ходе экспериментов или наблюдений. Отсутствие базовых математических знаний часто является преградой в освоении методов статистики. Возможно, для многих все дело в том, что статистика, как и химия, микробиология или медицина является такой же наукой и заслуживает того, чтобы разобраться и понять ее основные

принципы и внутреннюю логику. Статистический анализ чрезвычайно полезен и важен в интерпретации и выводах, касающихся собранных в ходе эксперимента данных. Однако роль и значение статистики при планировании научных экспериментов очень велика: математические методы обеспечивают такой результат, который невозможно достигнуть чисто описательным путем. Статистический анализ является не самоцелью, а необходимым инструментом для интерпретации и анализа полученных данных, обоснования и аргументирования полученных выводов и принятых решений, поддержки критического мышления.

Современный уровень развития сельскохозяйственной науки требует от научных исследователей не только владения методами статистического анализа, но и всестороннего применения ЭВМ для обработки результатов экспериментов [4].

Одной из наиболее часто встречающихся задач при обработке данных является оценка достоверности различий между двумя или более рядами значений. В математической статистике существует ряд способов для ее решения. Компьютерный вариант обработки данных стал в настоящее время наиболее распространенным. Во многих прикладных статистических программах есть процедуры оценки различий между параметрами одной выборки или разных выборок. При полностью компьютеризованной обработке материала нетрудно в нужный момент использовать соответствующую процедуру и оценить интересующие различия.

Отобрав готовый материал, исследователь подвергает его последовательной обработке. Этот этап можно разбить на ряд стадий:

- 1) материал систематизируется;
- 2) исключаются материалы, оказавшиеся лишними: дублирующие друг друга, выписки, перекрываемые более новыми данными, материалы, не укладывающиеся в тему, и т. п.;
- 3) оценивается пригодность информации с точки зрения задач исследования; материал, признанный непригодным, исключается и до окончания работы хранится отдельно;
- 4) в случае надобности составляются вспомогательные указатели к материалу или дополняются ранее составленные;
- 5) проводится анализ документов с целью выявить то новое, что содержит каждый из них, оценивается его значение; если литература очень обширна, приходится ограничиваться кругом наиболее серьезных работ, авторитетных ученых, оригинальных концепций. Иногда имеет смысл остановиться и на наиболее типичных концепциях, даже если они не

отличаются оригинальностью;

б) если исследователь намерен использовать документ, он должен убедиться в его достоверности. Оценка достоверности информации - особо ответственная стадия работы, требующая высокой квалификации. Так как невозможно повторить все эксперименты, расчеты и т. п., проделанные в изучаемых работах, исследователю следует ограничиваться выборочной проверкой наиболее ответственных их элементов - методик, формул, логических рассуждений. Необходимо отказаться от материала, который оказывается не вполне достоверным, или подвергнуть его дальнейшему уточнению;

7) при сопоставлении источников исследователь должен выявить, объяснить и устранить обнаруженные между ними расхождения и противоречия;

8) по наиболее важным источникам уточняется ранее данная документу характеристика его содержания и удобства использования;

9) в заключение исследователь обобщает всю собранную им информацию и подводит итог проделанной работы.

Сбор материала и его обработка составляют два самостоятельных этапа в работе исследователя. Однако иногда бывает целесообразно совместить их, чередуя в пределах каждого рабочего периода. Благодаря такому чередованию не возникает утомления из-за однообразной работы; чередование может быть продиктовано и условиями работы в лаборатории или библиотеке; переход от незавершенного сбора материала к его обработке может вызываться желанием выполнить эту работу "по свежим следам", пока в памяти сохраняются структура и терминология прочитанной статьи и есть возможность зафиксировать вызванные ею мысли.

Обработка новой информации, как правило, должна следовать непосредственно за ее созданием. В тех случаях, когда создание информации расчлняется на несколько стадий, нецелесообразно откладывать обработку до последней стадии; если информация создается на разных участках или в разных точках (научно исследовательских лабораториях, производственных лабораториях, сельскохозяйственных предприятиях, перерабатывающих предприятиях) не следует ожидать ее получения от всех участков и точек. Еще меньше оснований откладывать обработку до завершения сбора новой информации, получаемой различными методами, например, при помощи непосредственного наблюдения, опроса и эксперимента.

Единовременная обработка может дать некоторую экономию во времени, но обработка по мере получения информации имеет, как правило, более существенные преимущества: она позволяет не только быстрее завершить

данную стадию исследования, но и своевременно обнаружить ошибки, внести необходимые коррективы в методику и организацию сбора материала и в случае надобности произвести повторный сбор.

Обработка вновь созданной информации проводится и основном так же, как и готовой. Однако существуют и некоторые отличия.

Вновь созданная информация проверяется не только на пригодность, но и на полноту: исследователь устанавливает, все ли аспекты и стороны проблемы освещены, все ли протоколы экспериментов имеются в наличии, все ли опросные листы возвращены, дают ли эти ответы полную картину явления и т. д.

Новая информация не только проверяется сама по себе, но и сопоставляется с ранее собранной информацией и с выдвинутой рабочей гипотезой; исследователь удостоверяется в том, что между ними нет расхождений и противоречий; если они имеются, он выявляет их причины и вносит необходимые поправки. Если же, несмотря на тщательный поиск ошибки, исследователь не находит объяснения возникшим расхождениям, он в своих выводах должен отказаться от первоначальной гипотезы и построить другую, более близкую к истине.

Вся собранная информация требует проверки с точки зрения ее доказательности, т. е. логического соответствия выводов материалу. Поэтому рекомендуется, особенно при сложной аргументации, мысленно воспроизвести ее от первого звена до последнего, чтобы убедиться в том, что ни одно звено не выпало.

После завершения всех этих этапов обработки информации исследователь принимает то или иное решение: признать основную часть работы, законченной; провести дополнительный сбор и отбор материала с целью подкрепления выдвинутой гипотезы; признать работу неудавшейся. В зависимости от обстоятельств перед руководителем научного исследования и самим исследователем ставится вопрос о том, чтобы начать работу с самого начала либо с того этапа, на котором была допущена ошибка, или же закрыть тему с тем, чтобы впоследствии повторить ее разработку по другой методике или на других объектах.

Если самостоятельное исследование продолжается длительное время, рекомендуется проводить обсуждение каждой его части сразу после ее завершения, а при наличии серьезных затруднений и разногласий - и до окончания части. В организации обсуждения могут применяться рекомендации, предлагаемые для итогового обсуждения [7].

2.4 Формирование научной гипотезы

Начало любого исследования – это постановка научной проблемы, что влечет за собой формулирование гипотезы. Гипотезы могут быть научными (формулируются как предполагаемое решение проблемы) и статистическими (утверждение в отношении неизвестного параметра сформулированное языком статистики). Любая статистическая гипотеза требует соответствующего подтверждения, в противном случае она отвергается. Любой статистический анализ допускает, что обнаруженные (или не обнаруженные) закономерности до известной степени могут оказаться случайными. Переходя от общей постановки проблемы и дизайна исследования к расчетам, необходимо, прежде всего, сформулировать статистическую гипотезу. Она служит своеобразным связующим звеном между данными и возможностью применения статистических методов анализа, формулируя вероятностный закон разброса данных.

Выдвинутая статистическая гипотеза дает описание ожидаемых результатов исследования, с которыми сравниваются наблюдаемые данные. Если гипотеза верна, наблюдаемое отличается от ожидаемого лишь случайным образом, а именно – в соответствии с вероятностным законом этой гипотезы. Статистические гипотезы подразделяются на нулевые и альтернативные. Нулевая гипотеза (H_0) предполагает отсутствие различий (корреляции, связи) между сравниваемыми выборками. В качестве контрольной выборки чаще всего выступает общепринятый стандарт (метод, подход). Нулевая гипотеза – это то, что мы хотим опровергнуть, если перед нами стоит задача доказать значимость различий.

Если же нулевая гипотеза отвергается, то принимается альтернативная гипотеза (H_a) – гипотеза о значимости различий. Эту гипотезу еще называют экспериментальной (т.к. это то, что мы хотим доказать). Отличие наблюдаемого от ожидаемого измеряется вероятностной мерой. Если отличия между наблюдаемым и ожидаемым настолько велики, что вероятность того, что они являются случайными мала, – можно отвергнуть выдвинутую гипотезу как неверную. Обычно она отвергается, если вероятностная мера оказалась меньше или равна заранее установленному уровню значимости. Во многих случаях исследователь интуитивно ставит перед собой задачу доказать, что «новый метод лучше старого», т.е. подтвердить альтернативную гипотезу. Это достаточно распространенное заблуждение относительно порядка применения статистических методов. Проверка гипотез проводится на основе анализа многочисленных наблюдений и измерений, в результате которых мы получаем определенный массив (выборку) данных той или иной степени репрезентативности (представительности). Полученная выборка данных,

должна обладать достаточной статистической мощностью для интерполяции полученных выводов об их закономерности.

Все переменные и результаты измерений (наблюдений) можно разделить на два типа: качественные (категориальные) и количественные (числовые). Качественные переменные могут принадлежать к различным типам (категориям).

Наиболее распространенным и простым типом количественных переменных являются непрерывные, которые могут принимать любые числовые значения и не имеют никаких ограничений. Второй тип количественных данных – дискретные переменные. Они способны принимать только определенные числовые значения, могут обозначить целочисленные данные или ранжировать данные по степени проявления на ранговой шкале. Если каждый тип категориальных переменных нельзя отранжировать по отношению к другим, то такая переменная обозначается как номинальная (альтернативная). Эта шкала достаточно часто используется для анализа переменных в научных исследованиях. Они являются неупорядоченными и используются для качественной классификации. Номинальные переменные этого типа, в частности, могут быть бинарными (дихотомическими) и иметь категорические значения: например, да/нет. Порядковыми (ординальными) переменными являются те данные, в которых предусматривается наличие определенных градаций и категорий (например, стадии и формы). Другие типы переменных включают в себя производные (вторичные) данные (проценты, пропорции, оценки), а также цензурированные величины. После выполнения какого-либо исследования (наблюдения) полученные переменные необходимо собрать для дальнейшего анализа и систематизации. В недавнем прошлом для этих целей использовали специально разработанные формы и анкеты, выполненные на бумажных носителях [13].

В современных условиях широкое распространение компьютерной техники позволяет использовать для этих целей текстовые или табличные редакторы, позволяющие успешно решать задачи ввода и сохранения данных. Типичная электронная таблица состоит из строк и колонок, которые при необходимости легко группируются и расширяются.

Форма таблицы и последовательность ввода данных разрабатываются при планировании исследования. Опыт показывает, что наибольшие проблемы возникают при введении качественных (категориальных) переменных. Этому типу данных необходимо присвоить числовые коды (1, 2, 3, 4 и т.д.), а для бинарных данных удобно использовать коды 1 или 0.

Так же помимо таблиц можно использовать графики и диаграммы (в зависимости от удобства визуальной интерпретации данных).

Таким образом, выбор метода статистического анализа зависит от типа распределения переменных.

Шкалы измерения.

Тип переменных, их оценки, значения, а также статистические операции, которые можно с этими данными осуществлять оцениваются различными шкалами измерения. Шкала представляет собой числовую систему – совокупность возможных значений какой-либо переменной. Первое отличие заключается в качественном и количественном характере шкалы, а также допустимостью математических действий. Различие шкал определяется их информативностью. По типам переменных существуют несколько типов шкал: дискретные, непрерывные, номинальные (номинативные), порядковые (ординальные), отношений, интервальные и другие. Рассмотрим некоторые из них.

Номинальная (синонимы: номинативная, наименований, категориальная, классификационная) шкала – это шкала, классифицирующая объекты по названию. Соответственно, это шкала неколичественная, так как в ней можно посчитать только количество объектов в классах и относительную частоту встречаемости признака. Единица измерения этой шкалы – это одно измерение. Примером номинальной шкалы является таксономические классификации бактерий и вирусов. Проведя классификацию объектов по названию, мы получаем возможность перейти от качественных характеристик к количественным, т.е. от наименований – к числам.

Порядковая (ранговая) шкала – это шкала, классифицирующая объекты по принципу «больше – меньше», т.е., она позволяет упорядочить наблюдения по какому-либо признаку. Если для номинальной шкалы было безразлично, в каком порядке располагаются переменные (объекты), то в порядковой шкале они образуют последовательность от меньшего к большему (значению признака) или наоборот. Соответственно, этот тип шкалы предполагает измерение (ранжирование) по какому-либо признаку.

Дискретная шкала – это шкала, в которой множество возможных значений оцениваемой величины конечно, например, в баллах (от 1 до 5).

Непрерывная шкала, в отличие от дискретной, это шкала, в которой множество возможных значений оценивается в бесконечных величинах. Эта шкала используется для переменных, измеряемых действительными числами. Например, величина экстинкций, размеры, активность, концентрация веществ в растворах и т.п.

И, наконец, *статистическая* шкала – отношений, позволяющая оценивать во сколько раз оцениваемый признак какого-либо объекта больше

(или меньше) другого. Эта шкала похожа на интервальную, отличаясь произвольным масштабом измерения (и, соответственно, наименованием единиц измерения), но в ней есть реальное нулевое значение.

В статистических исследованиях шкалы различаются по мощности (информативности): номинальная – порядковая – интервалов – отношений. Каждая шкала имеет соответствующую ей оценку тенденции к сходимости и разбросу переменных. Конечной целью любого научного анализа или научного исследования является выявление зависимостей между переменными. Философия науки учит, что не существует иного способа представления знаний, кроме как в оценке связей между количествами и качествами переменных, и в этом заключено развитие науки [15]. Выбор варианта оценки зависит от шкалы, используемой для измерения и от целей статистического анализа.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие типы ошибок могут быть допущены в результате проведения измерений.
2. Дайте определение грубой ошибке.
3. Что представляет из себя статистическая ошибка.
4. Чем обусловлена случайная ошибка.
5. Раскройте понятия совокупности, генеральной и выборочной совокупности.
6. Что содержат в себе специализированные статистические пакеты?
7. Для чего применяются табличные процессоры общего назначения?
8. Назовите специальные пакеты для окончательного статистического анализа.
9. Какие виды гипотез существуют.
10. Дайте характеристику нулевой и альтернативной гипотезам.
11. Какие факторы необходимо учитывать для правильного и корректного выбора статистического теста.
12. Дайте определение номинальной шкалы.
13. Охарактеризуйте и приведите пример использования непрерывной шкалы.
14. Дайте определение дискретной шкале.
15. Перечислите виды шкал, используемых в статистических, различаемых по мощности (информативности).

Глава 3. ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА MS EXCEL

3.1 Оценка показателей качества объекта по результатам экспериментов

В этой теме рассмотрены основные задачи математической статистики о первичной статистической обработке данных. В статистике, как правило, статистические данные являются результатами наблюдений над некоторой случайной величиной X .

В результате эксперимента были получены значения переменной X (табл. 3.1).

Таблица 3.1

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	14,85	14,80	14,84	14,81	14,63	14,81	14,80	14,85	14,84	14,80

Статистическая функция **СЧЕТ** используется для определения числа значений (рис. 3.1).

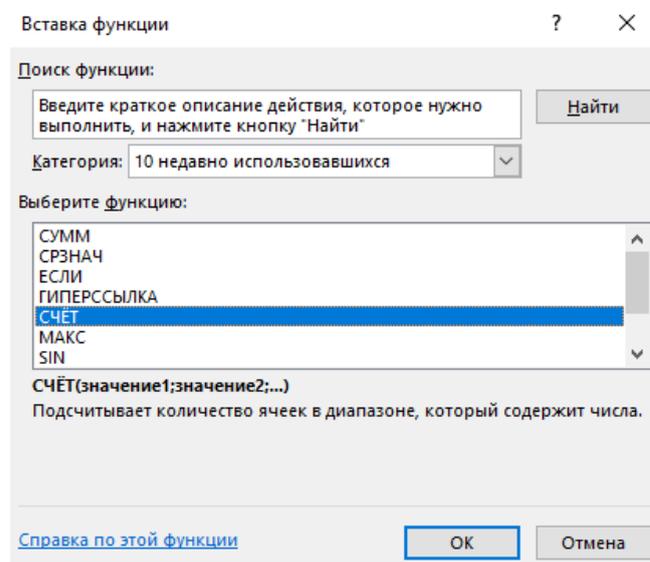


Рис. 3.1. Использование статистической функции СЧЕТ

Диапазон ячеек указывается адресами первой и последней ячейки данных, записанными через двоеточие, например, **В6:В15** (рис. 3.2).

Функция **СРЗНАЧ** рассчитывает среднее значение выборки.

Функция **СТАНДОТКЛОН** - стандартное отклонение выборки.

Аргументами этих функций служит все тот же диапазон ячеек.

Статистическая функция **СТЮДРАСПОБР** используется для нахождения коэффициента Стьюдента. Этот коэффициент зависит от вероятности ошибки (при обычно задаваемой надежности 95 % вероятность ошибки составляет 5 %) и от числа степеней свободы $n-1$. Также это значение можно найти по таблице критических значений t -критерия.

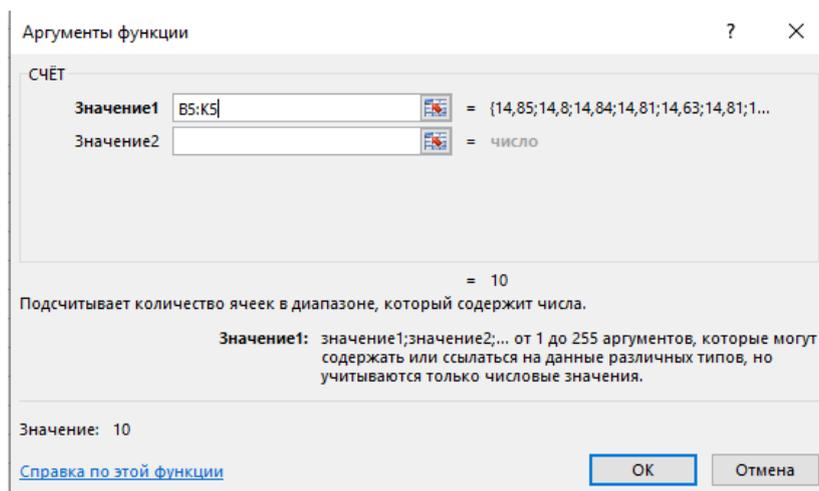


Рис. 3.2. Ввод диапазона ячеек

Для нахождения доверительного интервала используется обычная формула умножения «=**СТЮДРАСПОБР*** X_{cp} ».

Данные из табл. 3.1 введем в столбец **В** (рис. 3.3). В столбцах **Д** и **Е** - подсказки характеристик, которые мы будем рассчитывать. Используя приведенные выше функции, в столбец **Ф** помещаем результаты. По найденному значению ячейки **Ф11** окончательный результат доверительного интервала можно записать так: с 95 %-ной надежностью $X = 14,81 \pm 0,046$. В заключение вычисляем относительную ошибку определения доверительного интервала: $\delta = ДИ/X_{cp}$ (формула: «=**Ф11**/**Ф7**»). Значение относительной ошибки обычно выражают в процентах, в нашем случае 0,3 %.

Для оценки параметров и определение закона распределения рассмотрим исследование случайной величины X - число внеплановых остановок в течение одних суток в некотором оборудовании **Н**. Получены данные за первые 150 суток года.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5	№	X			Функции	
6	1	14,85	Число значений n	СЧЕТ		10
7	2	14,8	Среднее значение X _{ср}	СРЗНАЧ		14,803
8	3	14,84	Станд.отклонение S	СТАНДОТКЛОН		0,0643
9	4	14,81	Ст откл среднего S _{ср}			0,020333
10	5	14,63	К. Стюд (5%, n-1) t	СТЮДРАСПОБР		2,262157
11	6	14,81	Доверит интервал ДИ			0,045997
12	7	14,8	Относит ошибка δ			0,003107
13	8	14,85				
14	9	14,84				
15	10	14,8				
16						

Рис. 3.3. Пример использования программного обеспечения

Требуется провести первичную статистическую обработку данных, проверить гипотезу о виде распределения случайной величины с помощью критерия согласия Пирсона. Данная задача решается с помощью статистических процедур **Анализа данных** и статистических функций библиотеки встроенных функций *MS Excel* [2]. Приведем алгоритм решения задачи.

1. Ввод данных. В диапазон ячеек **A1:AN** ввести выборочные значения X_1, X_2, \dots, X_N .
2. Построение вариационного ряда. Скопировать содержимое ячеек **A1:AN** в ячейки **B1:BN**. Упорядочить выборочные значения, используя кнопку сортировки по возрастанию.
3. Построение статистического ряда выборки. В ячейки **C1:CK** ввести k различных выборочных значений. В меню **Данные** выделить строку **Анализ данных**, выделить процедуру **Гистограмма**. В поле **Входной интервал** диалогового окна **Гистограмма** ввести ссылку на диапазон **A1:AN**. В поле **Интервал карманов** ввести ссылку на диапазон **C1:CK**. Активизировать поле **Выходной интервал** и ввести в это поле ссылку - левая верхняя ячейка, в которую будет введена таблица результатов решений. Установить флажок **Вывод графика**. Составить табл. 3.2 статистического ряда по следующему образцу.

Таблица 3.2

x_i различные выборочные значения	n_i частота выборочного значения x_i	n_i/N относительная частота выборочного значения x_i	n_i^*/N накопленная относительная частота

Первые столбцы заполнить копированием. Относительные и накопленные частоты вычислить с использованием формул.

4. Построение полигонов относительных и накопленных относительных частот.

Скопировать первый и третий столбцы табл. 1.3. Выделить их. Используя меню Вставка, применить к выделенным числам средство диаграммы Точечная. Полученный график есть полигон относительных частот. Если эти же действия проделать с первым и четвертым столбцами табл. 3.2, то получим полигон накопленных частот - сглаженный график эмпирической функции распределения.

5. Определение выборочных характеристик. В меню Данные выделить подменю Анализ данных, выделить процедуру Описательная статистика, в поле ввода Входной интервал ввести ссылку на диапазон ячеек, содержащий статистические данные A1:AN Установить флажок Итоговая статистика. Активизировать поле Выходной интервал, ввести в это поле ссылку - левая верхняя ячейка, в которую будет введена таблица результатов решений.

6. Проверка гипотезы о виде распределения случайной величины с помощью критерия согласия Пирсона. Заполнение табл. 3.3.

Таблица 3.3

x_i различные выборочные значения	n_i частота выборочного значения x_i	P_i теоретическая вероятность выборочного значения x_i	$n_i' = N \cdot P_i$ теоретическая частота выборочного значения x_i	$(n_i' - n_i)^2 / n_i'$
--	---	---	---	-------------------------

Первые столбцы заполнить копированием, а оставшиеся - вычисленными по формулам значениями.

Если проверяется гипотеза о распределении Пуассона, то теоретические вероятности p_i вычислить с помощью функции ПУАССОН ($x_i; \bar{x}, 0$). Здесь \bar{x} — выборочное среднее, оно определяется в пункте 5, 0 - параметр, показывающий, что вычисляется вероятность того, что случайная величина, распределенная по закону Пуассона, принимает значение.

В случае других распределений воспользоваться справкой о статистических функциях библиотеки встроенных функций MS Excel [2].

Значение $\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i' - n_i)^2}{n_i'}$ является наблюдаемым значением случайной величины χ^2 . Число степеней свободы этой случайной величины равно при проверке гипотезы о распределении Пуассона и, если проверяется гипотеза о биномиальном распределении. Критическое значение случайной величины χ^2 определяем с помощью функции $\chi^2_{кр} - \text{ХИ2ОБР}(\alpha, r)$, где α — уровень

значимости. Полученное наблюдаемое значение χ^2 сравнивается с $\chi^2_{кр}$. Если $\chi^2 < \chi^2_{кр}$, то гипотеза о виде распределения принимается при уровне значимости α . Если $\chi^2 > \chi^2_{кр}$, то гипотеза отвергается с уровнем значимости α .

Находим $k = 11$ различных выборочных значений. С помощью пакета **Анализ данных** получаем статистический ряд выборки и его графическое представление (рис. 3.4).

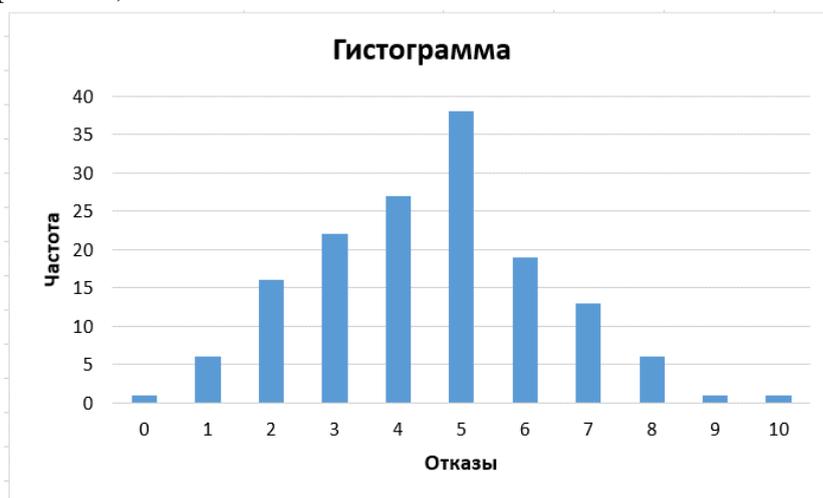


Рис. 3.4. Графическое представление статистического ряда выборки

Построенная гистограмма позволяет сделать предположение о виде распределения случайной величины X . В результате заполнения табл. 3.2 получим рис. 3.5, в третьем столбце которой, представлены относительные, а в четвертом - накопленные относительные частоты выборочных значений.

x_i	n_i	n_i/N	n_i^*/N
0	1	0,00667	0,006667
1	6	0,04	0,046667
2	16	0,10667	0,153333
3	22	0,14667	0,3
4	27	0,18	0,48
5	38	0,25333	0,733333
6	19	0,12667	0,86
7	13	0,08667	0,946667
8	6	0,04	0,986667
9	1	0,00667	0,993333
10	1	0,00667	1

Рис. 3.5. Пример заполнения статистического ряда

Согласно алгоритму, получим полигоны относительных и накопленных частот (рис. 3.6).

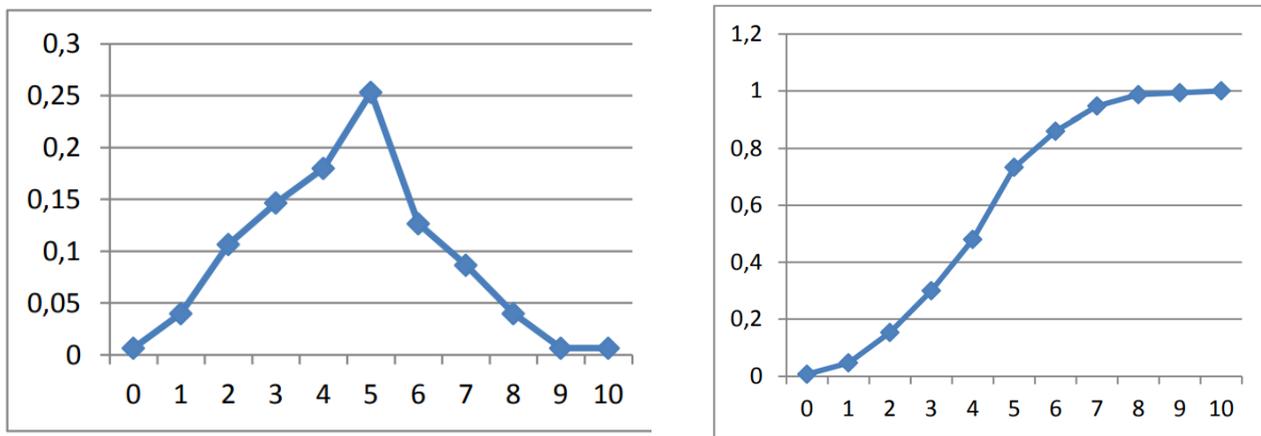


Рис. 3.6. Полигоны относительных и накопленных частот

Далее получаем выборочные характеристики и проверяем гипотезу о распределении случайной величины по закону Пуассона. В качестве точечной оценки параметра распределения выбираем выборочное среднее $\lambda = \bar{x} = 4,49$. В результате заполнения табл. 3.3 наблюдаемое значение случайной величины $\chi^2 = 9,26528$. Оно получено суммированием чисел последнего столбца рис. 3.7.

xi	ni	ni/N	ni*/N	хи2
0	1	0,00667	0,006667	0,273626
1	6	0,04	0,046667	0,313644
2	16	0,10667	0,153333	0,051557
3	22	0,14667	0,3	0,446146
4	27	0,18	0,48	0,078142
5	38	0,25333	0,733333	6,0035
6	19	0,12667	0,86	0,001601
7	13	0,08667	0,946667	0,038831
8	6	0,04	0,986667	0,120667
9	1	0,00667	0,993333	1,741278
10	1	0,00667	1	0,195685
				9,261528

Рис. 3.7. Определение наблюдаемого значения случайной величины

Критическое значение $\chi^2_{кр} = \text{ХИ2ОБР}(\alpha, r) = 16,91898$, где $\alpha = 0,05$, $r = k - 2 = 9$. Так как $\chi^2 < \chi^2_{кр}$, то гипотеза о распределении по закону Пуассона при уровне значимости $\alpha = 0,05$ не противоречит опытным данным.

3.2 Исследование уравнений линейной парной регрессии

Уравнения линейной регрессии имеет вид $y = f(x) = a + bx$. Построение линейной регрессии сводится к оценке ее параметров a , b . Классический подход

к оцениванию параметров линейной регрессии основан на методе наименьших квадратов (МНК).

Для определения зависимости между сменной производительностью одной единицы технологического оборудования (переменная Y) и мощностью привода (переменная X) в 10 цехах были проведены исследования, результаты которых представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	8	11	12	9	8	8	9	9	8	12
Y	5	10	10	7	5	6	6	5	6	8

Стоит задача по вычислению коэффициентов уравнения линейной регрессии по пространственной выборке табл. 3.4. Вычисляем значения, используя данные табл. 3.5. $\bar{x} = 9,4$; $\bar{y} = 6,8$; $\bar{x}^2 = 90,8$; $\overline{xy} = 66,4$.

Таблица 3.5

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
№ п/п	x	y	xy	x^2	y^2	$(y - \bar{y})$	$(y - \bar{y})^2$	\hat{y}_l	$(y - \hat{y}_l)$	$(y - \hat{y}_l)^2$
1	8	5	40	64	25	-1,8	3,24	5,38	0,38	0,1429
2	8	5	40	64	25	-1,8	3,24	5,38	0,38	0,1429
3	8	6	48	64	36	-0,8	0,64	5,38	-0,62	0,3869
4	8	6	48	64	36	-0,8	0,64	5,38	-0,62	0,3869
5	9	7	63	81	49	0,2	0,04	6,39	-0,61	0,3672
6	9	6	54	81	36	-0,8	0,64	6,39	0,39	0,1552
7	9	5	45	81	25	-1,8	3,24	6,39	1,39	1,9432
8	11	10	110	121	100	3,2	10,24	8,43	-1,57	2,4775
9	12	10	120	144	100	3,2	10,24	9,44	-0,56	0,3114
10	12	8	96	144	64	1,2	1,44	9,44	1,44	2,0794
Сумма	94	68	664	908	496	0	33,6	68	0	8,3934
Среднее	9,4	6,8	66,4	90,8	49,6					

Коэффициенты a , b вычисляем по формулам, а само уравнение регрессии примет вид $y = f(x) = -2,75 + 1,02x$.

Оценить значимость уравнения регрессии при уровне $\alpha = 0,05$ можно при помощи критерия Фишера (F -критерий). Уравнение парной регрессии значимо при уровне значимости α , если выполняется следующее неравенство $F > F_{1-\alpha; 1; n-2}$.

Величина $F_{1-\alpha; 1; n-2}$ - табличное значение F -распределения (приложение 3) с числами степеней свободы $k_1 = 1$ и $k_2 = n - 2$ квантиля уровня $\gamma = 1 - \alpha$. Эту вероятность можно также определить с помощью функции **ФРАСПОБР**: $F_{1-\alpha; 1; n-2} = \text{ФРАСПОБР}(\alpha; 1; n - 2)$.

Вычисление коэффициентов уравнения линейной регрессии в вычислительной среде табличного процессора *MS Excel* решается при помощи

статистических функций **НАКЛОН** (наклон прямой относительно оси X , коэффициент b) и **ОТРЕЗОК** (отрезок, отсекаемый прямой на оси Y , коэффициент a).

Для знакомства с этими возможностями введем необходимые исходные данные (рис. 3.8). В столбцах **B** и **C** вводятся данные табл. 3.4, записи в столбце **E** играют роль подсказок, столбец **F** заполняется по мере обработки. В ячейку **F3** вводится функция **НАКЛОН**, в ячейку **F4** - **ОТРЕЗОК**. Обе эти функции имеют два аргумента: диапазон ячеек со значениями Y (**C3:C12**) и диапазон ячеек со значениями X (**B3:B12**).

Статистическая функция **КВПИРСОН** вычисляет значение коэффициента детерминации. Функция **ЛИНЕЙН** (**изв_знач_y**; **изв_знач_x**; **константа**; **стат**) вычисляет коэффициенты линейной регрессии, коэффициент детерминации R^2 , F -статистику.

	A	B	C	D	E	F
1						
2	№	X	Y			
3	1	8	5		НАКЛОН	1,016393
4	2	11	10		ОТРЕЗОК	-2,7541
5	3	12	10		КВПИРСОН	0,750195
6	4	9	7			
7	5	8	5			
8	6	8	6			
9	7	9	6			
10	8	9	5			
11	9	8	6			
12	10	12	8			

Рис. 3.8. Применение статистических функций к выборке

В поле «**изв_знач_y**» вводится диапазон значений Y (**C3:C12**); «**изв_знач_x**» - диапазон значений X (**B3:B12**); **константа** устанавливается на **0**, если заранее известно, что свободный член равен 0, и на **1** в противном случае; **стат** устанавливается на 0, если не нужен вывод дополнительных сведений регрессионного анализа, и на 1 в противном случае.

Порядок использования функции **ЛИНЕЙН**: Выделить область пустых ячеек 5x2 (5 строк, 2 столбца) для вывода результатов регрессионной статистики и 1x2 для вывода только коэффициентов a , b . Ввести функцию **ЛИНЕЙН** вручную или через **Мастер функций**.

После корректного ввода функции в левой верхней ячейке выделенной таблицы появится первый итоговый элемент таблицы. Чтобы раскрыть всю таблицу, следует сначала нажать клавишу **F2**, а затем одновременно нажать клавиши **[Ctrl]**, **[Shift]**, **[Enter]**. Далее появляется следующая регрессионная статистика, представленная в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Значение коэффициента b	Значение коэффициента a
Среднеквадратическое отклонение b	Среднеквадратическое отклонение a
Коэффициент детерминации R^2	Среднеквадратическое отклонение y
F -статистика	Число степеней свободы
Регрессионная сумма квадратов	Остаточная сумма квадратов

3.3 Исследование уравнений нелинейной регрессии

Построение уравнение нелинейной регрессии с использованием команды «Добавить линию тренда». Команда **«Добавить линию тренда»** используется для выделения тренда (медленных изменений) при анализе временных рядов. Однако эту команду можно использовать и для построения уравнения нелинейной регрессии, рассматривая в качестве времени t независимую переменную x .

Эта команда позволяет построить следующие уравнения регрессии:

- линейные;
- полиномиальные;
- логарифмические;
- степенные;
- экспоненциальные.

Для построения одной из перечисленных регрессий необходимо:

1. Ввести по столбцам исходные данные (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$ (рис. 3.9).
2. По этим данным построить график в декартовой системе координат (рис. 3.9).
3. Установить курсор на любую точку построенного графика, сделать щелчок правой кнопкой и в появившемся контекстном меню выполнить команду **Добавить линию тренда** (рис. 3.9).
4. В появившемся диалоговом окне выбрать нужное уравнение регрессии.
5. «Включить» необходимые опции: **«Показать уравнение на диаграмме»** - на диаграмме будет показано выбранное уравнение регрессии с вычисленными коэффициентами; **«Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)»** - на диаграмме будет показано значение коэффициента детерминации R^2 (для нелинейной регрессии - индекс детерминации).

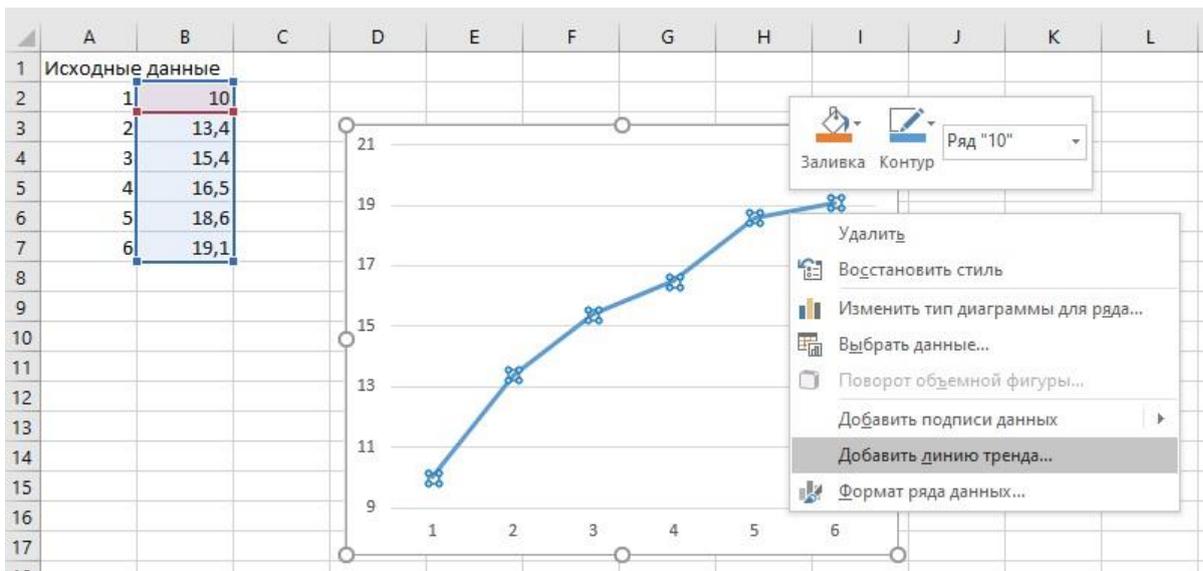


Рис. 3.9. Применение команды добавление линии тренда

Если по построенному уравнению регрессии необходимо выполнить прогноз, то нужно указать число периодов прогноза.

6. После задания всех перечисленных опций на диаграмме появится формула построенного уравнения регрессии и значение индекса детерминации R^2 (рисунок 3.10).

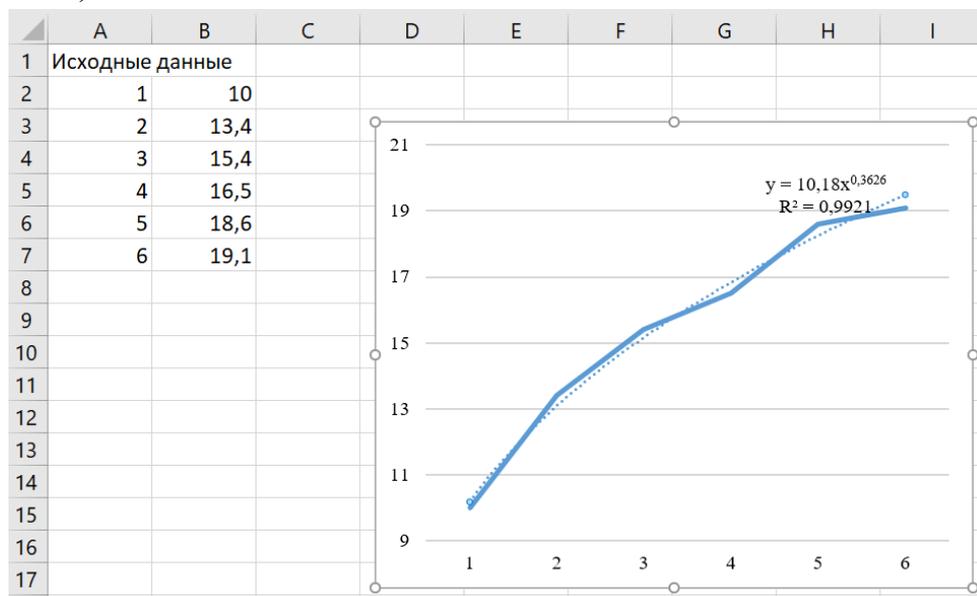


Рис. 3.10. Результаты получения уравнения регрессии и индекса детерминации

3.4 Исследование уравнений линейной множественной регрессии

Этот подраздел включает описание применения программного пакета при исследовании уравнений вида $\hat{y}(x_1, x_2) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$.

Данные о сменной производительности на одну единицу оборудования (переменная Y), мощности оборудования (переменная X_1) и об уровне механизации работ в цеху (переменная X_2), характеризующие процесс производства хлеба в 10 цехах, приведены в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Номер цеха i	X_1	X_2	Y
1	8	5	5
2	11	8	10
3	12	8	10
4	9	5	7
5	8	7	5
6	8	8	6
7	9	6	6
8	9	4	5
9	8	5	6
10	12	7	8

Предполагая, что между переменными Y , X_1 , X_2 существует линейная зависимость, необходимо найти аналитическое выражение для этой зависимости, т. е. построить уравнение линейной регрессии.

Для пространственной выборки табл. 3.7 необходимо вычислить вектор коэффициентов $b = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{pmatrix}$ уравнения регрессии. Вектор коэффициентов,

найденный методом наименьших квадратов, является решением следующей системы уравнений: $X^T X b = X^T Y$, где X - матрица размерности 10×3 , первый столбец которой составлен из 1, а другие два столбца составлены из значений x_{i1} x_{i2} , т. е. матрица X имеет структуру

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 8 & 5 \\ 1 & 11 & 8 \\ \dots & \dots & \dots \\ 1 & 12 & 7 \end{pmatrix}$$

а Y - вектор, составленный из 10 значений y , т. е.

$$Y = \begin{pmatrix} 5 \\ 10 \\ \dots \\ 8 \end{pmatrix}$$

Матрица $X^T X$ имеет обратную матрицу $(X^T X)^{-1}$, и тогда вектор коэффициентов равен $b = (X^T X)^{-1} X^T Y$.

Для реализации этой матричной формулы необходимо выполнить

следующие операции: транспонирование; умножение матриц (частный случай - умножение матрицы на вектор); вычисление обратной матрицы. Все эти операции можно реализовать с помощью матричных функций *MS Excel* категории функций **Ссылки и массивы**. Для работы с этими функциями можно либо обратиться к **Мастеру функций** и выбрать нужную категорию функций, затем указать имя функции и задать соответствующие диапазоны ячеек, либо непосредственно ввести с клавиатуры имя функции и задать соответствующие диапазоны ячеек [2].

Функция **ТРАНСП(диапазон ячеек)** осуществляет транспонирование матрицы, где параметр диапазон ячеек задает все элементы транспонируемой матрицы (или вектора).

Функция **МУМНОЖ(диапазон_1; диапазон_2)** осуществляет умножение матриц в категории функций **Математические**. Параметр **диапазон_1** задает элементы первой из перемножаемых матриц, а параметр **диапазон_2** - элементы второй матрицы. При этом перемножаемые матрицы должны иметь соответствующие размерности (если первая матрица размерности $n \times k$, вторая - $k \times m$, то результатом будет матрица размерности $n \times m$).

Функция **МОБР(диапазон ячеек)** осуществляет обращение матрицы (вычисление обратной матрицы) в категории функций **Математические**. Параметр **диапазон ячеек** задает все элементы обращаемой матрицы, которая должна быть квадратной и невырожденной.

При использовании этих функций необходимо соблюдать следующий порядок действий:

1. Выделить фрагмент ячеек, в которые будет занесен результат выполнения матричных функций (при этом надо учитывать размеры исходных матриц);
2. Ввести арифметическое выражение, содержащее обращение к матричным функциям *MS Excel*;
3. Одновременно нажать клавиши **[Ctrl]**, **[Shift]**, **[Enter]**. Если этого не сделать, то вычислится только один элемент результирующей матрицы или вектора.

Используя режим **Регрессия**, можно вычислить вектор коэффициентов уравнения регрессии. Табличный процессор *MS Excel* содержит модуль **Анализ данных**. Этот модуль позволяет выполнить статистический анализ выборочных данных (построение гистограмм, вычисление числовых характеристик и т. д.). Режим работы **Регрессия** этого модуля осуществляет вычисление коэффициентов линейной множественной регрессии с k переменными, построение доверительных интервалов и проверку значимости уравнения регрессии.

После вызова режима **Регрессия** на экране появляется диалоговое окно (рис. 3.11), в котором задаются следующие параметры:

1. Входной интервал Y - вводится диапазон адресов ячеек, содержащих значения y_i - (ячейки должны составлять один столбец).
2. Входной интервал X - вводится диапазон адресов ячеек, содержащих значения независимых переменных. Значения каждой переменной представляются одним столбцом. Количество переменных - не более 16.
3. Метки - включается, если первая строка во входном диапазоне содержит заголовок. В этом случае автоматически будут созданы стандартные названия.
4. Уровень надежности - при включении этого параметра задается надежность Y при построении доверительных интервалов.
5. Константа-ноль - при включении этого параметра коэффициент $b_0 = 0$.
6. Выходной интервал - при включении активизируется поле, в которое необходимо ввести адрес левой верхней ячейки выходного диапазона, который содержит ячейки с результатами вычислений режима **Регрессия**.
7. Новый рабочий лист - при включении этого параметра открывается новый лист, в который, начиная с ячейки **A1**, вставляются результаты работы режима **Регрессия**.
8. Новая рабочая книга - при включении этого параметра открывается новая книга, на первом листе которой, начиная с ячейки **A1**, вставляются результаты работы режима **Регрессия**.
9. Остатки - при включении вычисляется столбец, содержащий невязки $y_i - \hat{y}_i$,
 $i = 1, \dots, n$.
10. Стандартизованные остатки - при включении вычисляется столбец, содержащий стандартизованные остатки.
11. График остатков - при включении выводятся точечные графики невязки $y_i - \hat{y}_i$, $i = 1, \dots, n$ в зависимости от значений переменных x_j , $j=1, \dots, k$. Количество графиков равно числу k переменных x_j .
12. График подбора - при включении выводятся точечные графики предсказанных по построенной регрессии значений от значений переменных x_j , $j=1, \dots, k$. Количество графиков равно числу k переменных x_j .

Первоначально вводим в столбец **C** десять значений первой переменной X_1 , в столбец **D** - десять значений второй переменной X_2 , а в столбец **F** - десять значений зависимой переменной Y .

После этого вызовем режим **Регрессия** и в диалоговом окне зададим необходимые параметры (рис. 3.11).

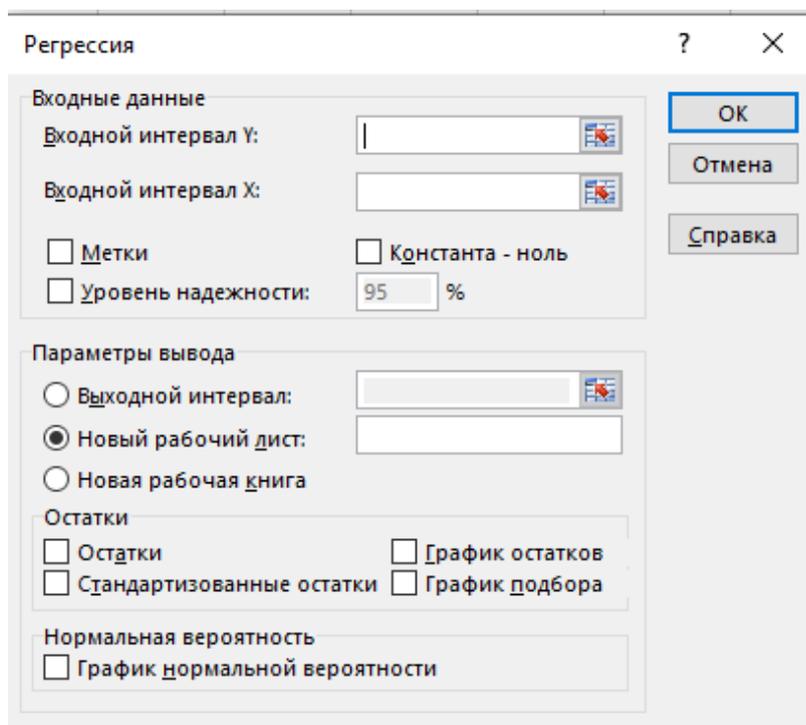


Рис. 3.11. Режим работы модуля Регрессия

Результаты работы приведены на рис. 3.12. Заметим, что из-за большой «ширины» таблиц, в которых выводятся результаты работы режима **Регрессия**, часть результатов помещена в другие ячейки.

ВЫВОД ИТОГОВ						
<i>Регрессионная статистика</i>						
Множественный R		1,31245E-08				
R-квадрат		1,72253E-16				
Нормированный R-квадрат		-0,125				
Стандартная ошибка		3,211308145				
Наблюдения		10				
<i>Дисперсионный анализ</i>						
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия		1	1,42109E-14	1,42109E-14	1,378E-15	0,999999971
Остаток		8	82,5	10,3125		
Итого		9	82,5			

Рис. 3.12. Результаты работы модуля Регрессия

Дадим краткую интерпретацию показателям, значения которых вычисляются в режиме **Регрессия**. Первоначально рассмотрим показатели, объединенные названием

Множественный R - корень квадратный из коэффициента детерминации.
R-квадрат - коэффициент детерминации R^2 .

Нормированный R-квадрат - приведенный коэффициент детерминации
Стандартная ошибка - оценка S для среднеквадратического отклонения σ .
Наблюдения - число наблюдений n .

Перейдем к показателям, объединенным названием *Дисперсионный анализ* (рис. 4.2).

Столбец df - число степеней свободы. Для строки *Регрессия* показатель равен числу независимых переменных $k_1 = k - 1$; для строки *Остаток* он равен $k_2 = n - (k_1 + 1) = n - k$; для строки *Итого* $k_1 + k_2 = n - 1$.

Столбец SS – сумма квадратов отклонений.

Столбец MS - дисперсии, вычисленные по формуле $MS=SS/df$, т. е. дисперсия

на одну степень свободы.

Столбец F - значение F_c , равное F -критерию Фишера.

Столбец Значимость F - значение уровня значимости, соответствующее вычисленной величине F -критерия и равное вероятности $P(F(k_1, k_2) \geq F_c)$, где $F(k_1, k_2)$ - случайная величина, подчиняющаяся распределению Фишера с k_1, k_2 степенями свободы. Если вероятность меньше уровня значимости α (обычно $\alpha = 0,05$), то построенная регрессия является значимой.

Перейдем к следующей группе показателей, объединенных в табл. 3.8.

Таблица 3.8

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>
F-пересечение	-3,539	1,907	-1,8564
Переменная X_1	0,854	0,221	3,8726
Переменная X_2	0,367	0,243	1,5108
	<i>P-значение</i>	<i>Нижние 95 %</i>	<i>Верхние 95 %</i>
	0,1058	-8,0477	0,9690
	0,0061	0,3325	1,3753
	-0,1746	-0,2074	0,9415

Столбец Коэффициенты - вычисленные значения коэффициентов b_0, b_1, \dots, b_k , расположенных сверху вниз.

Столбец Стандартная ошибка - значения $s_{bj} j= 0, \dots, k$, вычисленные по формуле

Столбец t-статистика - значения статистик T_b

Столбец P-значение - содержит вероятности случайных событий

Если эта вероятность меньше уровня значимости α , то принимается гипотеза о значимости соответствующего коэффициента регрессии.

Из табл. 4.2 видно, что значимым коэффициентом является только

коэффициент при x_1 : $b_1 = 0,854$, так как P -значение при x_1 равно 0,0061, что меньше α .

Столбцы Нижние 95 % и Верхние 95 % - соответственно нижние и верхние интервалы для оцениваемых коэффициентов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как проводится сортировка статистических данных в *MS Excel*?
2. Какие статистические характеристики можно вычислить с помощью меню «Описательная статистика» в *MS Excel*?
3. Опишите этапы построения интервального статистического ряда в *MS Excel*?
4. Как построить гистограмму частот в *MS Excel*?
5. Как построить функцию распределения статистического ряда в *MS Excel*?
6. Какие статистические функции имеются в табличном процессоре *MS Excel*?
7. Как проводится корреляционный и регрессионный анализ в *MS Excel*?

Глава 4. АНАЛИЗ ДАННЫХ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Прогнозирование результатов научного эксперимента и математическое моделирование технологических процессов

В результате анализа информационного массива необходимо установить непрерывность или дискретность (прерывистость) исследуемого параметра (исследуемых параметров) в зависимости от входных данных. В непрерывных объектах все входные сигналы представляют собой непрерывные функции выходных параметров от входных. В дискретных объектах все входные сигналы колеблются с определенной амплитудой вокруг теоретического значения. Практические задачи иногда требуют использования простого математического аппарата для описания эмпирической зависимости выходного параметра от входного (входных параметров) только в определенном диапазоне. В более сложных случаях требуется определить твердо установленные закономерности и структурные параметры. Закономерности определяют, как правило, на основе создания и решения математических моделей процесса. В результате поискового эксперимента и анализа априорного информационного массива устанавливаются схемы взаимодействия рассматриваемого объекта с внешней средой по соотношению входных и выходных параметров.

Основой совместного анализа теоретических и экспериментальных исследований является сопоставление выдвинутой рабочей гипотезы с опытными данными наблюдений.

В результате теоретико-экспериментального анализа могут возникнуть три случая:

1) установлено полное или достаточно хорошее совпадение рабочей гипотезы, теоретических предпосылок с результатами опыта. При этом дополнительно группируют полученный материал исследований таким образом, чтобы из него вытекали основные положения разработанной ранее рабочей гипотезы, в результате чего последняя превращается в доказанное теоретическое положение, в теорию;

2) экспериментальные данные лишь частично подтверждают положение рабочей гипотезы и в той или иной ее части противоречат ей. В этом случае рабочую гипотезу изменяют и перерабатывают так, чтобы она наиболее полно соответствовала результатам эксперимента. Чаще всего производят дополнительные корректировочные эксперименты с целью подтвердить изменения рабочей гипотезы, после чего она также превращается в теорию;

3) рабочая гипотеза не подтверждается экспериментом. Тогда ее критически анализируют и полностью пересматривают. Затем проводят новые экспериментальные исследования с учетом новой рабочей гипотезы. Отрицательные результаты научной работы, как правило, не являются бросовыми, они во многих случаях помогают выработать правильные представления об объектах, явлениях и процессах.

После выполненного анализа принимают окончательное решение, которое формулируют как заключение, выводы или предложения. Эта часть работы требует высокой квалификации, поскольку необходимо кратко, четко, научно выделить то новое и существенное, что является результатом исследования, дать ему исчерпывающую оценку и определить пути дальнейших исследований. Обычно по одной теме не рекомендуется составлять много выводов (не более 5–10). Если же помимо основных выводов, отвечающих поставленной цели исследования, можно сделать еще и другие, то их формулируют отдельно, чтобы не затемнить конкретного ответа на основную задачу темы.

Все выводы целесообразно разделить на две группы: научные и производственные.

Прежде чем делать выводы - краткое изложение полученных результатов, исследователю надо еще раз проверить завершенность каждой отдельной части работы и доказательность аргументации в масштабе всей работы в целом. Лишь после этого следует формулировать выводы по существу поставленной проблемы, по побочным вопросам, по вопросам практического значения и использования полученных результатов.

Выводы рекомендуется формулировать возможно более тщательно, точно, не перегружая цифровыми данными и частностями и не пытаясь включить в них, помимо утверждений, еще и их обоснование - должно содержаться в предшествующем изложении.

Выводы должны быть немногочисленны (только самое важное) и обоснованы. Они полезны не только тем, что облегчают читателю оценку и использование исследования. Самому исследователю они служат средством самопроверки.

Предложения или рекомендации по практическому применению выводов при решении конкретной задачи в определенных условиях и обстановке оправдают себя, как правило, только в том случае, если они перспективны. Поэтому следует по возможности учитывать не только существующие условия, но и те изменения, которые должны произойти в ближайшее время.

В работах перспективного характера, решающих крупные проблемы (например, перевода целой отрасли промышленности на технологию или

организацию производства, построенных на новом принципе), такому прогнозированию должно быть отведено в работе особое место. Претворение в жизнь принятых по таким проблемам решений сопряжено с большими затратами, с нарушением хода производства, а потому следует предусмотреть все необходимые для их внедрения материальные и организационные предпосылки: производственные площади, оборудование, техническую помощь, подготовленные кадры, заранее разработанный порядок организации и последовательность работ по переводу и т. д. Нужные для такого предвидения качества может выработать в себе только исследователь, обладающий широким профессиональным и общекультурным кругозором. Необходимую помощь окажет ему и знакомство с общей литературой по прогнозированию. Именно в процессе разработки перспективных предложений исследователь сможет наиболее эффективно использовать историческую часть своей работы. Недоучет общей перспективы развития отрасли нередко бывает причиной того, что результаты исследования остаются нереализованными.

Подобно выводам предложения могут иметь как позитивный, так и негативный характер (например, рекомендации отказа от применявшихся ранее агротехнических приемов или методов лечения).

Рекомендации обычно завершают прикладные исследования. Но они могут завершить и сугубо теоретическую работу; там они носят организационно-методический характер: как продолжать исследование, какой предмет исследования избрать в будущем, кому его поручить, какой метод выбрать и т. п.

Выдвигая те или иные предложения, исследователь определяет их эффективность. Если, например, речь идет о вновь внедряемой конструкции, технологии, форме организации производства, системе управления и т. п., необходимо учесть не только их положительный эффект, но и рассчитать и сопоставить с этим эффектом объем связанных с их внедрением затрат - трудовых, материальных и денежных. Без такой оценки невозможно определить степень реальности проведения и окупаемость мероприятия. Если предложение будет принято, такой расчет послужит основой для планирования вызываемых его осуществлением затрат.

В том случае если исследование рекомендует к использованию одно из нескольких конкурирующих предложений, производится сравнительный расчет эффекта и затрат по каждому варианту и выбирается тот, который обеспечивает наилучшие показатели.

Методика и техника такого расчета представляются довольно сложными и спорными, и только в редких случаях исследователь может произвести этот расчет самостоятельно - необходима кооперация с экономистом-плановиком. Исследователь, который пожелал бы глубже ознакомиться с проблемой, найдет

необходимые указания в литературе об экономической эффективности исследований, весьма обширной и обстоятельной.

Участвуя в работе по экономическому обоснованию предложения, исследователь должен обратить особое внимание на два момента, которые могут ускользнуть из поля зрения экономиста:

1) наряду с прямым эффектом осуществления предложения необходимо учитывать и косвенный. Если, например, исследователь предлагает применять новый сплав, дающий возможность облегчить вес самолета, необходимо учесть не только экономию, достигаемую на его производстве (такой экономии может и не быть), но и экономию при эксплуатации самолета, его ремонте, за счет продления срока его службы и т. п.;

2) наряду с экономическим эффектом следует определить и эффект внеэкономический. Если, например, применение нового сплава повышает надежность самолета в эксплуатации, то при этом уменьшается риск катастроф. Этот внеэкономический эффект, в свою очередь, может увеличить и экономическую эффективность предложения, поскольку уменьшение опасности воздушных сообщений, повышая их популярность, приводит к росту воздушных перевозок, особенно пассажирских. В иных случаях введение новых материалов, конструкций или технологий, замена традиционных видов топлива более прогрессивными и другие технические новшества повышают безопасность производства, эксплуатации и соответствие требованиям гигиены, не давая чисто экономического эффекта или даже увеличивая стоимость изделия и его эксплуатации. Иногда, например, в строительстве или в производстве товаров широкого потребления, вытекающее из проведенного исследования предложение по изменению каких-либо характеристик изделия обосновывается его эстетическим эффектом.

В подобных случаях расчет экономического эффекта - положительного или отрицательного, должен сочетаться с обоснованной характеристикой достигаемого политического, психологического, физиологического, эстетического и иного эффекта, прямого или побочного. Прямое сопоставление затрат с эффектом при этом неосуществимо, поскольку они выражаются в разных показателях, и окончательное решение должно быть принято только на основе экспертных оценок возможно более широкого круга компетентных лиц. Дело исследователя - в максимально конкретной форме с полной объективностью выявить как преимущества предлагаемого им новшества, так и его слабые места.

1. Дисперсионный анализ результатов научных исследований.

Необходимость установления влияния факторов на результаты реализации технологических процессов в сфере хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства, при оценке эффективности инноваций.

Статистические методы, позволяющие определить силу, направление, закономерности влияния факторов на результат в генеральной или выборочной совокупностях (расчет критерия F , корреляционный анализ, регрессия, χ^2 — (критерий согласия Пирсона и др.). Сущность дисперсионного анализа, разработанного английским ученым, математиком и генетиком Рональдом Фишером в 20-х годах XX века. Использование дисперсионного анализа в научно-практических исследованиях для изучения влияния одного или нескольких факторов на результативный признак. Отражение разнообразий значений факторных на разнообразии значений результативного признака, определение силы влияния факторов в выборочных совокупностях.

Сущность метода дисперсионного анализа, состоящая в измерении отдельных дисперсий (общая, факториальная, остаточная), и дальнейшем определении силы (доли) влияния изучаемых факторов (оценки роли каждого из факторов, либо их совместного влияния) на результативный(е) признак(и).

Дисперсионный анализ как статистический метод оценки связи между факторными и результативным признаками в различных группах, отобранный случайным образом, основанный на определении различий (разнообразия) значений признаков. В основе дисперсионного анализа лежит анализ отклонений всех единиц исследуемой совокупности от среднего арифметического. В качестве меры отклонений берется дисперсия (V)— средний квадрат отклонений. Отклонения, вызываемые воздействием факторного признака (фактора) сравниваются с величиной отклонений, вызываемых случайными обстоятельствами. Если отклонения, вызываемые факторным признаком, более существенны, чем случайные отклонения, то считается, что фактор оказывает существенное влияние на результативный признак.

Для того, чтобы вычислить дисперсию значения отклонений каждой варианты (каждого зарегистрированного числового значения признака) от среднего арифметического возводят в квадрат. Тем самым избавляются от отрицательных знаков. Затем эти отклонения (разности) суммируют и делят на число наблюдений, т.е. усредняют отклонения. Таким образом, получают значения дисперсий.

Важным методическим значением для применения дисперсионного анализа является правильное формирование выборки. В зависимости от поставленной цели и задач выборочные группы могут формироваться

случайным образом независимо друг от друга. Такие выборки называются независимыми.

Дисперсионный анализ, в котором проверяется влияние одного фактора, называется однофакторным (одномерный анализ). При изучении влияния более чем одного фактора используют многофакторный дисперсионный анализ (многомерный анализ).

Факторные признаки — это те признаки, которые влияют на изучаемое явление. Результативные признаки — это те признаки, которые изменяются под влиянием факторных признаков.

Для проведения дисперсионного анализа могут использоваться как качественные, так и количественные признаки.

Методы дисперсионного анализа:

1. Метод по Фишеру (*Fisher*) — критерий F ; Метод применяется в однофакторном дисперсионном анализе, когда совокупная дисперсия всех наблюдаемых значений раскладывается на дисперсию внутри отдельных групп и дисперсию между группами.

2. Метод "общей линейной модели". В его основе лежит корреляционный или регрессионный анализ, применяемый в многофакторном анализе.

Многофакторные комплексы можно исследовать, последовательно анализируя одно- или двухфакторные комплексы, выделяемые из всей наблюдаемой совокупности.

Условия применения дисперсионного анализа:

1. Задачей исследования является определение силы влияния одного (до 3) факторов на результат или определение силы совместного влияния различных факторов (качество исходного сырья, особенности подготовки сырья, технологический режим и т.д.).

2. Изучаемые факторы должны быть независимые (несвязанные) между собой.

3. Подбор групп для исследования проводится рандомизированно (случайный отбор). Организация дисперсионного комплекса с выполнением принципа случайности отбора вариантов называется рандомизацией (перев. с англ. — *random*), т.е. выбранные наугад.

4. Можно применять как количественные, так и качественные (атрибутивные) признаки.

При проведении однофакторного дисперсионного анализа рекомендуется (необходимое условие применения):

1. Нормальность распределения анализируемых групп или соответствие выборочных групп генеральным совокупностям с нормальным распределением.

2. Независимость (не связанность) распределения наблюдений в группах.

3. Наличие частоты (повторность) наблюдений.

Нормальность распределения определяется кривой Гаусса (Де Мавура), которую можно описать функцией $y = f(x)$, так как она относится к числу законов распределения, используемых для приближенного описания явлений, которые носят случайный, вероятностный характер.

Принцип применения метода дисперсионного анализа.

Сначала формулируется нулевая гипотеза, то есть предполагается, что исследуемые факторы не оказывают никакого влияния на значения результативного признака и полученные различия случайны.

Затем определяем, какова вероятность получить наблюдаемые (или более сильные) различия при условии справедливости нулевой гипотезы.

Если эта вероятность мала, то мы отвергаем нулевую гипотезу и заключаем, что результаты исследования статистически значимы. Это еще не означает, что доказано действие именно изучаемых факторов (это вопрос, прежде всего, планирования исследования), но все же маловероятно, что результат обусловлен случайностью. Максимальную приемлемую вероятность отвергнуть верную нулевую гипотезу называют уровнем значимости и обозначают $\alpha = 0,05$.

При выполнении всех условий применения дисперсионного анализа, разложение общей дисперсии математически выглядит следующим образом:

$$D_{\text{общ.}} = D_{\text{факт}} + D_{\text{ост.}},$$

$D_{\text{общ.}}$ - общая дисперсия наблюдаемых значений (вариант), характеризуется разбросом вариант от общего среднего. Измеряет вариацию признака во всей совокупности под влиянием всех факторов, обусловивших эту вариацию. Общее разнообразие складывается из межгруппового и внутригруппового;

$D_{\text{факт}}$ - факторная (межгрупповая) дисперсия, характеризуется различием средних в каждой группе и зависит от влияния исследуемого фактора, по которому дифференцируется каждая группа. Например, в группах различных по этиологическому фактору клинического течения пневмонии средний уровень проведенного койко-дня неодинаков — наблюдается межгрупповое разнообразие.

$D_{\text{ост.}}$ - остаточная (внутригрупповая) дисперсия, которая характеризует рассеяние вариант внутри групп. Отражает случайную вариацию, т.е. часть вариации, происходящую под влиянием неуточненных факторов и не

зависящую от признака — фактора, положенного в основание группировки. Вариация изучаемого признака зависит от силы влияния каких-то неучтенных случайных факторов, как от организованных (заданных исследователем), так и от случайных (неизвестных) факторов.

Поэтому общая вариация (дисперсия) складывается из вариации, вызванной организованными (заданными) факторами, называемыми факториальной вариацией и неорганизованными факторами, т.е. остаточной вариацией (случайной, неизвестной).

Классический дисперсионный анализ проводится по следующим этапам:

1. Построение дисперсионного комплекса.
2. Вычисление средних квадратов отклонений.
3. Вычисление дисперсии.
4. Сравнение факторной и остаточной дисперсий.
5. Оценка результатов с помощью теоретических значений распределения Фишера-Снедекора.

Корреляционный анализ результатов научных исследований.

Корреляционный анализ – это совокупность методов обнаружения так называемой корреляционной зависимости между случайными величинами.

Для двух случайных величин X и Y корреляционный анализ состоит из следующих этапов:

- построение корреляционного поля и составление корреляционной таблицы;
- вычисление выборочного коэффициента корреляции;
- проверка статической гипотезы о значимости корреляционной связи.

Рассмотрим подробнее каждый из указанных этапов.

Корреляционное поле и корреляционная таблица являются исходными данными при корреляционном анализе. Пусть $(x_k; y_k), k = 1, 2, \dots, n$, результаты парных наблюдений над случайными величинами X и Y . Изображая полученные результаты в виде точек в декартовой системе координат, получим корреляционное поле. По характеру расположения точек поля можно составить предварительное представление о форме зависимости случайных величин (например, о том, что одна из них в среднем возрастает или убывает с возрастанием другой).

Однако наличие большого числа различных значений результативного признака, соответствующих одному и тому же значению признака-фактора, затрудняет восприятие таких параллельных рядов. Особенно это сказывается при большом числе единиц, составляющих изучаемую совокупность. В таких

случаях целесообразнее воспользоваться для установления факта наличия связи корреляционной таблицей.

Построение корреляционной таблицы начинают с группировки значений факторного и результативного признаков. Поскольку в приводимом примере факторный признак представлен всего пятью вариантами повторяющихся значений, достаточно в первом столбце корреляционной таблицы выписать эти результаты. Для результативного признака необходимо определить величину интервала группировки. Корреляционная таблица уже при общем знакомстве дает возможность выдвинуть предположение о наличии или отсутствии связи, а также выяснить ее направление. Если частоты в корреляционной таблице расположены на диагонали из левого верхнего угла в правый нижний угол (т.е. большим значениям фактора соответствуют большие значения функции), то можно предположить наличие прямой корреляционной зависимости между признаками. Если же частоты расположены по диагонали из правого верхнего угла в левый нижний, то предполагают наличие обратной связи между признаками.

Необходимо подчеркнуть, что при рассмотрении корреляционной таблицы важно установить расположение основной части частот. Возможны варианты, когда все клетки корреляционной таблицы окажутся заполненными. Однако это обстоятельство еще не означает, что корреляционная связь между признаками отсутствует. Нужно установить, как расположена в таблице основная масса частот. Для того, чтобы сделать восприятие корреляционной таблицы более доступным и в целях более четкого выявления основной тенденции связи, можно для каждой строки рассчитать средние значения y_j результативного признака Y , соответствующие определенному значению признака-фактора X .

Итак, увеличение средних значений результативного признака с увеличением значений факторного признака еще раз свидетельствует о возможном наличии прямой корреляционной зависимости числа туристов, воспользовавшихся услугами фирмы, от затрат фирмы на рекламу.

4.2 Регрессионный анализ и интерпретация результатов научных исследований.

Зависимость между случайными величинами X и Y называется стохастической, если с изменением одной из них (например, X) меняется закон распределения другой (Y). В качестве примеров такой зависимости приведем зависимость веса человека (Y) от его роста (X), предела прочности стали (Y) от ее твердости (X) и т.д.

В теории вероятностей стохастическую зависимость Y от X описывают условным математическим ожиданием:

$$y(x) = M[Y | X = x] = \begin{cases} \sum_k y_k \Phi\{Y = y_k / x\}, Y - СВДТ \\ \int_{-\infty}^{+\infty} y - f(y-x) dy, Y - СВНТ \end{cases}$$

которое, как видно из записи, является функцией от независимой переменной x , имеющей смысл возможного значения случайной величины X .
Уравнение

$y = y(x)$ называется уравнением регрессии Y на x . Переменная x называется регрессионной переменной или регрессором. График функции $y = y(x)$ называется линией или кривой регрессии. Кривые регрессии обладают следующим свойством: среди всех действительных функций $\varphi(x)$.

Минимум $M[(Y - \varphi(x))^2]$ достигается для функции $\alpha(x) = M[Y | X = x]$, т.е. регрессия Y на x дает наилучшее в среднеквадратическом смысле предсказание величины Y по заданному значению $X=x$. На практике это используется для прогноза Y по X : если непосредственно наблюдаемой величиной является лишь компонента X случайного вектора (X) (например, X – диаметр сосны), то в качестве прогнозируемого значения Y (высота сосны) берется условное математическое ожидание простым является случай, когда регрессия Y на x линейна $y(x) = a_0 + a_1 x$.

Если (X) – случайный вектор, распределенный по двумерному нормальному закону, то коэффициенты a_0 и a_1 определяются равенствами:

$$a_0 = m_Y \rho \cdot \sigma_Y \cdot m_X / \sigma_X,$$

$$a_1 = \rho \cdot \sigma_Y / \sigma_X,$$

Уравнением регрессии в этом случае является прямая линия $y(x) = m_Y + \rho \cdot \sigma_Y / \sigma_X \cdot (x - m_X)$, проходящая через центр рассеивания $(m_X; m_Y)$ с угловым коэффициентом r_x , $Y = \rho \cdot \sigma_Y / \sigma_X$, называемым коэффициентом регрессии Y на x . В реальных экспериментах, связанных со статической обработкой опытных данных, условный закон распределения случайной величины Y при условии $X = x$ обычно заранее неизвестен. В таком случае, речь может идти лишь о каком-либо приближении к теоретической кривой регрессии, построенном на основе выборочных данных. Другими словами, задача заключается в подборе подходящей функциональной зависимости, наилучшим образом (в некотором статистическом смысле) приближающей стохастическую зависимость.

Во многих случаях можно считать, что «независимая» переменная X находится под контролем экспериментатора, и может быть измерена с любой заданной точностью, в то время как измеряемые значения Y как функции от X (выборочные значения y_i при фиксированных x_i) определяются с ошибкой (содержат шум измерения). Если вид функциональной зависимости

зафиксирован, то статистическую модель регрессии можно записать следующим образом $y_i = y(x_i) = \varphi(x_i; a_0, a_1, \dots, a_m) + \varepsilon(x_i)$

где a_0, a_1, \dots, a_m набор неизвестных параметров, определяющих функциональную зависимость (параметры регрессии); $\varepsilon(x_i)$ Случайные величины, складывающиеся при каждом фиксированном x_i из шума измерений и ошибки модели. При исследовании качества построения модели важно уметь разделять эти ошибки.

4.3 Прогнозирование результатов научного эксперимента и математическое моделирование технологических процессов

Прогноз как результат процесса прогнозирования, выраженный в словесной, математической, графической или другой форме суждения о возможных результатах научных исследований в области совершенствования технологического процесса, повышения эффективности пищевого производства и качества готовой продукции.

Под прогнозом понимается научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем, об альтернативных путях и сроках его осуществления. Процесс разработки прогнозов называется прогнозированием.

Общие черты прогнозов и планов - опережающий характер содержащейся в них информации. Взаимосвязь между прогнозом и планом. Прогнозирование как исследовательская база планирования. Прогноз, предшествующий разработке плана научного эксперимента, Прогноз, следующий за планом с целью определения возможности достижения запланированных целей.

Вероятностный характер прогнозирования. Вариантное содержание прогнозов. Пассивный прогноз. Активный прогноз. Возможность активных действий предприятия по проектированию инновационных технологий, совершенствованию техники и расширению ассортимента выпускаемой продукции. Вариантные и инвариантные прогнозы. Инвариантный прогноз, основанный на экстраполятивном подходе, простом продолжении сложившейся тенденции.

Вариантный прогноз, основанный на предположении о значительной неопределённости будущих результатов научных экспериментов, предполагающий нескольких вероятных вариантов развития. Точечный прогноз, предполагающий, что данный вариант включает единственное значение прогнозируемого показателя. Интервальный прогноз как такое предсказание результатов экспериментов, в котором предлагается некоторый интервал, диапазон значения прогнозируемого показателя.

Организационное, информационное, техническое, программное обеспечение прогнозирования результатов научного эксперимента. Разработку пакетов прикладных программ, специально предназначенных для применения различных методов прогнозирования с целью оперативного проведения расчетов, необходимых для обоснования возможных результатов проведения научного эксперимента.

Группа опережающих методов прогнозирования, основанных на использовании свойства научно-технической информации опережать реализацию научно-технических достижений. Публикационный метод, основанный на анализе и оценке динамики публикаций. Экспертные оценки как комплекс логических и математических процедур, направленных на получение от специалистов информации, на её анализ и обобщение с целью подготовки и выработки рациональных решений.

Время перемен усиливает потребность определить будущее, предвидеть, как и когда страна выйдет из кризиса, какие тенденции возобладают, каковы будут результаты социальных, политических и экономических перемен и что конкретно они принесут каждому человеку. Потребность в прогнозах испытывают руководители и работники управленческих органов всех уровней: местных, региональных, отраслевых, федеральных, так как ошибки в управлении, в проектах, программах, выборе стратегии проистекают из неумения предвидеть тенденции и последствия принимаемых решений. Соответственно различают два типа прогнозов: поисковые (изыскательские, трендовые, генетические) и нормативные (целевые, регулятивные). Поисковый прогноз отвечает на вопрос: что вероятнее всего произойдет при условии сохранения тенденций развития объекта. Нормативный прогноз представляет собой определение путей и сроков достижения желаемых состояний объекта или явления, принимаемых в качестве цели, и отвечает на вопрос: какими путями достичь желаемого.

Поисковый прогноз строится на определенной шкале (поле) возможностей, на которой затем устанавливается степень вероятности прогнозируемого состояния объекта. При нормативном прогнозировании происходит такое же распределение вероятностей, но уже в обратном порядке: от заданного состояния к наблюдаемым тенденциям. Нормативный прогноз есть вероятностное описание альтернативных путей достижения желаемых состояний объекта, включающее разработку мероприятий по реализации этих состояний. По объекту прогнозы делятся на:

- социальные - определяющие будущие изменения в человеке, его потребностях, интересах, социальном статусе, здоровье, образовании; в

отношениях между социальными группами, слоями; определяют будущее состояние социальной сферы; стабильное, нестабильное;

- экономические используются для предвидения общего состояния экономики, отрасли, предприятия, изменений в структуре воспроизводства, в рынках труда, спросе на профессии, в управлении;

-политические - определяющие изменения в расстановке политических сил, в отношениях социальных групп к партиям и лидерам, в политических ориентациях; политические прогнозы используются для прогнозирования результатов выборов и других политических событий;

-научно-технические - определяющие динамику производительных сил, открытия и изобретения, смену поколений и моделей техники, изменение технологий;

- экологические, позволяющие предвидеть динамику природных процессов, катастроф, их последствия, направления деятельности по охране окружающей среды и воспроизводству природных ресурсов и другие.

Прогнозы могут иметь разное время упреждения - от краткосрочных (например, суточные, связанные с колебаниями акций) до долгосрочных (на десятки) и сверхдолгосрочные. Первые носят более детализированный характер. Чем дальше горизонт упреждения прогноза, тем большее значение имеют теоретические исследования и длительность ретроспективы (времени основания) прогноза. Неодинаков и характер прогноза. Он может определять одну характеристику объекта (показатель) или носить комплексный характер для предприятия, города, региона, страны.

В зависимости от объекта прогнозирования соотношение между предвидением и управлением видоизменяется. У прогнозируемых природных или технических объектов (ураган, сопротивление материалов), взаимосвязь предвидения и управления может быть близка к нулевой, так как никакие управленческие решения не способны изменить предсказание. В таких случаях прогноз ограничивается предвидением и рекомендациями минимизировать его последствия (наводнение, землетрясение и т.д.). У прогнозируемых социальных объектов интенсивность взаимосвязи предвидения и управления может быть настолько высокой, что может изменить предсказанное состояние путем предпринятых действий на основе управленческих решений. Иными словами, управленческие решения приводят к "самоосуществлению" или к "саморазрушению" прогноза. В прогностике это называется "эффектом Эдипа". По типу циркулирующей в процессе экспертизы информации можно выделить три класса интуитивных моделей: индивидуальные оценки; коллективные оценки; комбинированные экспертные модели.

Классификация модели:

- к индивидуальным относятся модели типа интервью, психозвустической генерации идей;
- к коллективным - модели типа —мозговой атаки, сессий выработки коллективного мнения, коллективной экспертной оценки;
- к комбинированным - модели итеративных опросов типа — Дельфи их модификации.

Аналитическими методами прогнозные модели получаютсЯ в тех случаях, когда известны общие закономерности развития процесса, его общая структура, важнейшие аналитически выраженные функциональные связи, имеется опытная (контрольная) выборка, позволяющая проверить работоспособность модели.

Аналитические модели, разделяются на модели, построенные по типу: структуризации целей развития; имитационного моделирования; морфологического анализа. К статистическим относят методы, основу которых составляет формирование стохастических моделей прогнозирования. Предпосылкой применения таких методов является наличие необходимых статистических данных. Характеризующих период ретроспекции, и сведений, необходимых для определения модели прогноза. Широкое применение в прогнозировании статистических методов объясняется тем, что предметом статистики служит изучение методов выявления закономерностей массовых процессов. Относительно приложений математической статистики обратим внимание на появляющуюся у ряда авторов тенденцию рассматривать соответствующие методы как средство снятия неопределенности на различных этапах принятия решений. Подобное отношение сужает область применения статистических методов, однако справедливо акцентирует внимание на наиболее сложных случаях их использования.

Сущность интуитивных (эвристических) методов прогнозирования. Методы прогнозирования можно разделить на две группы. Эти эвристические методы, которые основаны на преобладании интуиции, то есть субъективных начал. Другую группу образуют экономико-математические методы, в которых преобладают объективные начала. К их числу относятся статистические методы. Значительно число методов в той или иной степени объединяют элементы обеих групп. Эвристические методы предполагают, что подходы, используемые для формирования прогноза, не изложены в явной форме и неотделимы от лица, делающего прогноз. При разработке прогноза доминируют интуиция, прежний опыт, творчество и воображение. К этой группе методов относятся методы социологических исследований и экспертные методы. Опрашиваемые, давая оценки, могут основывать свои суждения как

опираясь непосредственно на интуицию, так и используя определенные причинно-следственные связи, данные статистики и расчетов. В условиях рынка часто осуществляют прогнозирование спроса путем опросов потребителей, а также путем экспертных оценок. В качестве экспертов используют торговый персонал, обслуживающий определенные территории, дилеров, консультантов по маркетингу. В прогнозировании социально-экономического развития используют опросы населения, избирателей, отдельных социальных групп.

Интуитивные методы прогнозирования используются в тех случаях, когда невозможно учесть влияние многих факторов из-за незначительной сложности объекта прогнозирования. В этом случае используются оценки экспертов. При этом различают индивидуальные и коллективные экспертные оценки. В состав индивидуальных экспертных оценок входят: метод "интервью", при котором осуществляется непосредственный контакт эксперта со специалистом по схеме "вопрос-ответ"; аналитический метод, при котором осуществляется логический анализ какой-либо прогнозируемой ситуации, составляются аналитические докладные записки; метод написания сценария, который основан на определении логики процесса или явления во времени при различных условиях.

Методы коллективных экспертных оценок включают в себя метод "комиссий", "коллективной генерации идей" ("мозговая атака"), метод "Делфи", матричный метод. Эта группа методов основана на том, что при коллективном мышлении, во-первых, выше точность результата и, во-вторых, при обработке индивидуальных независимых оценок, выносимых экспертами, по меньшей мере могут возникнуть продуктивные идеи. Сущность метода коллективной экспертной оценки для разработки прогнозов состоит в определении согласованности мнений экспертов по перспективным направлениям развития объекта прогнозирования, сформулированным ранее отдельными экспертами, а также в оценке аспектов развития объекта, которая не может быть определена другими методами.

Содержание метода коллективной экспертной оценки:

1. Для организации проведения экспертных оценок создаются рабочие группы, в функции которых входят проведение опроса, обработка материалов и анализ результатов коллективной экспертной оценки.

2. Перед тем, как организовать опрос экспертов, необходимо уточнить основные направления развития объекта, а также составить матрицу, отражающую генеральную цель, подцели и средства их достижения.

3. При проведении опроса экспертов необходимо обеспечить однозначность понимания отдельных вопросов, а также независимость суждений экспертов.

4. Ведется обработка материалов коллективной экспертной оценки, которые характеризуют обобщенное мнение и степень согласованности индивидуальных оценок экспертов.

Данные опроса собирают в экспертной карте, примерный вид которой представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Экспертная карта

№ фактора	Наименование фактора	Степень влияния (оценка) фактора			
		Существенное (4)	Заметное (3)	Малое (2)	Не влияет (1)
1	Вязкость	+			
5	Влажность		+		

После этого проводят ранжирование оценок, т. е. самой высокой оценке присваивают наименьший ранг и по результатам строят матрицу рангов (таблица 4.2).

Таблица 4.2

Матрица рангов

№ фактора	Эксперты				Сумма рангов
	1	2	j	M	
X_1	a_{11}	a_{12}	a_{1j}	a_{1M}	S_1
X_2	a_{21}	a_{22}	a_{2j}	a_{2M}	S_2
X_i	a_{i1}	a_{i2}	a_{ij}	a_{iM}	S_i
X_N	a_{N1}	a_{N2}	a_{Nj}	a_{NM}	S_N

Здесь a_{ij} – ранг, приписанный j -тым экспертом i -му фактору.

Сущность метода мозговой атаки состоит в актуализации потенциала специалистов при анализе проблемной ситуации, реализующей вначале генерацию идей и последующее деструктурирование (разрушение, критику) этих идей с формулированием контридей. Метод "Дельфи" характеризуется тремя особенностями, которые отличают его от обычных методов группового взаимодействия экспертов. К таким особенностям относятся:

- а) анонимность экспертов;
- б) использование результатов предыдущего тура опроса;
- в) статистическая характеристика группового ответа.

Классификация поисковых методов прогнозирования В группу поисковых методов входят две подгруппы: экстраполяции и моделирования.

К первой подгруппе относятся методы: наименьших квадратов, экспоненциального сглаживания, скользящих средних.

Ко второй – структурное, сетевое и матричное моделирование. При формировании прогнозов с помощью экстраполяции обычно исходят из статистически складывающихся тенденций изменения тех или иных количественных характеристик объекта. Экстраполируются оценочные функциональные системные и структурные характеристики.

Тренд – это длительная тенденция изменения социальных показателей. При разработке моделей прогнозирования тренд оказывается основной составляющей прогнозируемого временного ряда, на которую уже накладываются другие составляющие. Результат при этом связывается исключительно с ходом времени. Для нахождения параметров приближенных зависимостей между двумя или несколькими прогнозируемыми величинами по их эмпирическим значениям применяется метод наименьших квадратов. Его сущность состоит в минимизации суммы квадратических отклонений между наблюдаемыми величинами и соответствующими оценками (расчетными величинами), вычисленными по подобранному уравнению связи.

Распространенной методикой описания тех или иных процессов и явлений служит моделирование. Моделирование считается достаточно эффективным средством прогнозирования возможного явления новых или будущих технических средств и решений. Регрессионный анализ используется для исследования форм связи, устанавливающих количественные соотношения между случайными величинами изучаемого случайного процессам. Корреляционный анализ изучает корреляционные связи между случайными величинами. Он позволяет количественно оценивать связи между большим числом взаимодействующих явлений. Его изменение делает возможным проверку различных гипотез о наличии и силе связи между двумя явлениями и группой явлений. Прогнозирование по аналогии представляет собой сравнение прогнозируемой технологии с такой же технологией, которая была в прошлом. В применении этого метода имеется ряд проблем: употребление случайных аналогий; историческая уникальность каждой ситуации; проблема исторически обусловленного сознания людей.

4.4 Нормативные методы прогнозирования

Нормативные методы прогнозирования состоят в определении необходимых и достаточных средств для достижения возможного состояния изучаемого объекта и отвечают на вопрос: "что будет?", "что мы хотим увидеть?", "какими средствами этого достичь?". К числу нормативных методов прогнозирования относятся: - дерево целей; - морфологические модели (разбиение проблемы на части, которые являются независимыми друг от друга; проблема решается для каждой из этих частей); - Блок схемы, последовательности выполнения задач (применяются в тех случаях, когда процесс или объект можно представить в виде одной или нескольких цепочек последовательных этапов. Преимущества нормативных методов: выявляют структуру и организуют проблему; способствуют гарантии полноты исследования. Недостатки: тенденция вносить жесткость в предлагаемые решения.

Проведение эксперимента. Перед проведением эксперимента необходимо выяснить следующее:

1) можно ли установить выбранные уровни входных факторов на используемом для эксперимента оборудовании и удерживать их во время опыта;

2) возможно ли возникновение негативных последствий от реализации выбранных сочетаний уровней факторов;

3) возможно ли проведение параллельных опытов во время эксперимента;

4) когда были проверены и откалиброваны измерительные приборы.

Параллельными называются опыты, в которых уровни факторов повторяются. Рекомендуется повторять эксперименты не менее трех раз. Проведение параллельных опытов дает возможность сделать более надежными оценки влияния входных факторов на выходной фактор и выполнить расчеты статистических характеристик. После составления матрицы планирования необходимо произвести рандомизацию опытов. Рандомизация (от англ. *random* – случайный) – введение случайной последовательности проведения опытов.

Цели математического моделирования для технических объектов и технологических процессов.

Ранее нами уже были подробно изложены общие цели моделирования. С учетом специфики технических объектов и технологических процессов машиностроительного производства имеет смысл их конкретизировать и обозначить цели моделирования следующим образом:

1. Помочь при решении задач стратегического и тактического управления. Существует иерархия задач управления технологическими процессами и комплексами. На верхнем уровне решаются задачи

стратегического планирования и управления. На нижних уровнях – тактические задачи календарного планирования и текущего управления. Этой иерархии задач соответствует иерархия математических моделей.

2. Заменить недопустимые на реальном техническом объекте опыты экспериментами на его модели. Опыты на реальном объекте заменяются компьютерными (вычислительными) экспериментами, что позволяет существенно повысить качество принимаемых инженерных и управленческих решений, снизить сроки и затраты на достижение оптимальных результатов.

3. Свести исследование реального объекта к решению математической задачи. Имеющееся в настоящее время математическое, программное, компьютерное обеспечение позволяет смоделировать и исследовать большое количество вариантов решаемой задачи, выбрать и обосновать наиболее целесообразное решение.

4. Получить эффективный инструмент исследования сложных систем и процессов. Математическое моделирование позволяет рассмотреть ряд одновременно протекающих в системе процессов и выбрать оптимальный инструмент их исследования.

5. Обобщить знания, накопленные об объекте.

Модели служат как бы аккумуляторами знаний об объектах и выполняют особую смыслообразующую роль в системе научно-технических знаний.

6. Экономико-математические и статистические методы прогнозирования.

Экономико-математические методы.

При использовании экономико-математических методов структура моделей устанавливается и проверяется экспериментально, в условиях, допускающих объективное наблюдение и измерение. Определение системы факторов и причинно-следственной структуры исследуемого явления — начальный этап математического моделирования.

Статистические методы занимают особое место в прогнозировании. Методы математической и прикладной статистики используются при планировании любых работ по прогнозированию, при обработке данных, полученных как эвристическими, методами, так и при использовании собственно экономико-математических методов. В частности, с их помощью определяют численность групп экспертов, опрашиваемых граждан, периодичность сбора данных, оценивают параметры теоретических экономико-математических моделей. Каждый из указанных методов обладает достоинствами и недостатками. Все методы прогнозирования дополняют друг друга и могут использоваться совместно.

Метод сценариев — эффективное средство для организации прогнозирования, объединяющего качественный и количественный подходы.

Сценарий — это модель будущего, в которой описывается возможный ход событий с указанием вероятностей их реализации. В сценарии определяются основные факторы, которые должны быть приняты во внимание, и указывается, каким образом эти факторы могут повлиять на предполагаемые события. Как правило, составляется несколько альтернативных вариантов сценариев. Сценарий, таким образом, — это характеристика будущего в изыскательском прогнозе, а не определение одного возможного или желательного состояния будущего.

Обычно наиболее вероятный вариант сценария рассматривается в качестве базового, на основе которого принимаются решения. Другие варианты сценария, рассматриваемые в качестве альтернативных, планируются в том случае, если реальность в большей мере начинает приближаться к их содержанию, а не к базовому варианту сценария.

Сценарии обычно представляют собой описание событий и оценки показателя и характеристик во времени. Метод подготовки сценариев вначале использовался для выявления возможных результатов военных действий.

Позже сценарное прогнозирование стали применять в экономической политике, а затем и в стратегическом корпоративном планировании. Теперь это наиболее известный интеграционный механизм прогнозирования экономических процессов в условиях рынка.

Сценарии являются эффективным средством преодоления традиционного мышления. Сценарий — это анализ быстро меняющегося настоящего и будущего, его подготовка заставляет заниматься деталями и процессами, которые могут быть упущены при изолированном использовании частных методов прогнозирования. Поэтому сценарий отличается от простого прогноза. Он является инструментом, который используется для определения видов прогнозов, которые должны быть разработаны, чтобы описать будущее с достаточной полнотой, с учетом всех главных факторов. Использование сценарного прогнозирования в условиях рынка обеспечивает лучшее понимание ситуации, ее эволюции; оценку потенциальных угроз; выявление благоприятных возможностей; выявление возможных и целесообразных направлений деятельности; повышение уровня адаптации к изменениям внешней среды. Сценарное прогнозирование является эффективным средством подготовки плановых решений как на предприятии, так и в государстве.

Планирование тесно связано с прогнозированием, разделена этих процессов в известной мере условно, поэтому в планировании и прогнозировании могут использоваться одни и те же методы или тесно взаимосвязанные методы. Решения об утверждении планов. Планы являются результатом управленческих решений, которые принимаются на основе

возможных плановых альтернатив. Принятие управленческого решения осуществляется по некоторым критериям. Используя эти критерии, альтернативы оценивают с точки зрения достижения одной или нескольких целей. Критерии отражают цели, которые ставят лица, принимающие управленческие решения. В экономической или производственной системе для формирования целей могут использоваться подходы кибернетики. Например, если цели многочисленны и взаимосвязаны, то целесообразно провести системный анализ. Цели можно ранжировать в порядке значимости. Можно построить дерево целей. Это позволит систематизировать связи важнейшей цели с менее значимыми целями, не добившись которых нельзя достичь более важных целей.

Решение, принимаемое по единственному критерию, считают простым, а по нескольким критериям — сложным. Критерии, в которых сформулированы количественные или порядковые шкалы оценок, позволяют использовать математические методы исследования операций для подготовки решений. Решения об утверждении планов, как правило, являются не только сложными из-за множественности критериев, но и просто трудными по причинам неопределенности, ограниченности информации и высокой ответственности. Поэтому окончательные решения об утверждении планов принимаются путем эвристического, интуитивного выбора из ограниченного числа предварительно подготовленных альтернатив. Методы планирования, таким образом, это методы подготовки плановых альтернатив или, по меньшей мере, одного варианта плана для утверждения лицом или органом, принимающим решение.

Методы подготовки одного или нескольких вариантов планов различают по используемым методам составления этих планов, методам и срокам возможной реализации планов, объектам планирования. Подобно прогнозированию, планирование может основываться на эвристических и математических методах. Среди математических методов исследования операций особое место занимают методы оптимального планирования.

Методы оптимального планирования. В решении задач подготовки оптимальных, то есть наилучших по определенным критериям, планов могут использоваться методы математического программирования. Задачи математического программирования состоят в отыскании максимума или минимума некоторой функции при наличии ограничений на переменные элементы решения. Известно большое количество типовых задач математического программирования, для решения которых разработаны эффективные методы, алгоритмы и программы для компьютеров, например:

1. задачи о составе смеси, которые состоят в определении рациона, обладающего минимальной стоимостью и состоящего из разных продуктов с

разным содержанием питательных веществ, по условию обеспечения в рационе содержания их не ниже определенного уровня;

2. задачи об оптимальном плане производства, которые состоят в определении наилучшего по объему реализации или прибыли плана производства товаров при ограниченных ресурсах или производственных мощностях;

3. транспортные задачи, суть которых выбор плана перевозок, обеспечивающего минимум транспортных расходов при выполнении заданных объемов поставок потребителям в разных пунктах, при разных возможных маршрутах, из разных пунктов, в которых запасы или производственные мощности ограничены.

Методы реализации, сроки реализации планов и объекты планирования. По методам реализации планы могут подразделяться на директивные и индикативны планы. Директивные планы предназначаются непосредственно для безусловного исполнения. Таковыми являются планы для производственных подразделений предприятия. Методы формирования должны обеспечивать однозначность директивных планов. Индикативные планы представляют собой лишь ориентиры экономического развития и экономической политики для предприятий, организаций, домохозяйств, а также государства и регионов. Экономические индикаторы планов могут варьироваться в зависимости от условий. Методы формирования должны обеспечивать определение допустимых пределов случайного изменения экономических индикаторов, а также выявление следствий исполнения или неисполнения отдельных условий плана субъектами.

При поиске оптимальных решений для осуществления управления технологическими процессами пищевых производств необходимо, чтобы математическая модель изучаемого процесса в явном виде отражала зависимость выбранного критерия оптимальности от параметров и факторов, характеризующих данный процесс [3].

Для определения всех факторов, влияющих на технологический процесс и характеризующих его функционирование, составляют параметрическую схему изучаемого процесса. Он представляется в ней так называемым кибернетическим «черным ящиком», т. е. обычным прямоугольником, по сторонам которого стрелками обозначают все факторы. Параметрическая схема характеризует взаимосвязь параметров и показателей, определяющих вход, состояние и выход технологического процесса, при этом совсем необязательно иметь сведения о процессах, протекающих в системе и их взаимосвязи.

Факторы и параметры, (рис. 4.1), принято подразделять на возмущающие F , наблюдаемые (измеряемые) Z , управляемые Y и управляющие X . Следует

отметить, что это разделение в определенной степени условно. Оно зависит от целей и задач, которые стоят перед исследователем при изучении процесса. Если они изменяются, то параметры могут поменяться местами.

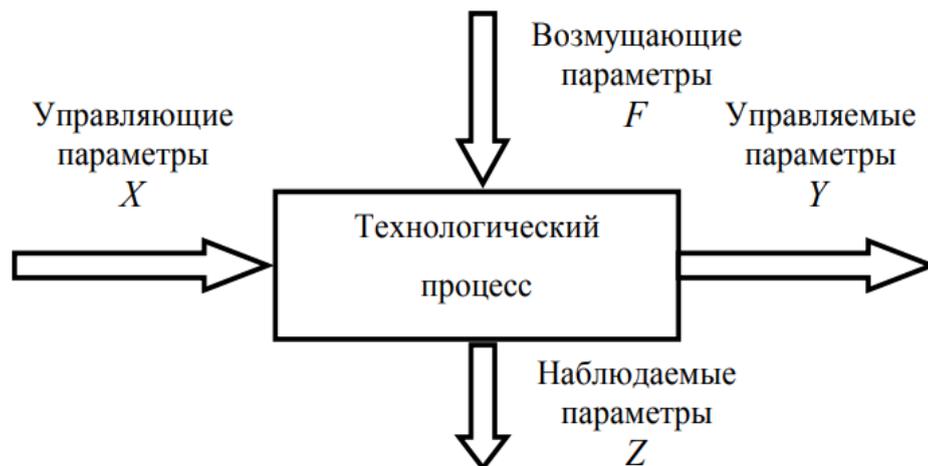


Рис. 4.1. Параметрическая схема абстрактного технологического процесса

Все параметры по направленности действия на технологический процесс следует разбить на две группы: входные – управляющие и возмущающие; и выходные – управляемые и наблюдаемые.

Управляющие – это параметры, которые непосредственно влияют на технологический процесс. Их можно измерять и целенаправленно изменять, т. е. с их помощью можно управлять процессом.

Возмущающие представляют собой переменные, которые оказывают влияние на ход процесса, но их целенаправленно менять невозможно.

К управляемым параметрам относятся переменные, изменение которых показывает эффективность функционирования технологического процесса.

Наблюдаемые параметры косвенно связаны с характером процесса и отражают состояние объекта исследования. По отношению к процессу входные параметры являются внешними, а выходные – внутренними. Важнейшие параметры – управляющие и управляемые.

Параметрическая схема позволяет установить взаимосвязь между переменными, которые в количественном отношении характеризуют математическую модель процесса.

Управляемые параметры определяют критерий эффективности, результат функционирования процесса, цель его проведения. Среди них можно выделить количественные параметры – производительность, выход изделия и качественные – комплексный показатель качества, влажность, кислотность, удельный объем, вязкость и др.

Возмущающие – стремятся нарушить технологический режим. К ним можно отнести: качество и состав основного и дополнительного сырья,

характеристики окружающей среды (температура, влажность), параметры технологического состояния оборудования (коэффициент заполнения аппарата, его чистота и исправность) и др.

Управляющие – их целенаправленное изменение приводит к изменению состояния технологического процесса и управляемых параметров. К ним можно: отнести количество сырья, расход тепло- и энергоносителей, продолжительность процесса и др.

Наблюдаемые (измеряемые, рассчитываемые) параметры характеризуют количество и состояние полуфабрикатов, условия протекания процессов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите три случая, которые могут возникнуть в результате теоретико-экспериментального анализа.
2. Какие требования предъявляются к выводам или предложениям по научному исследованию?
3. Чем обычно завершают прикладные исследования?
4. Без какой оценки невозможно определить степень реальности проведения и окупаемость мероприятия?
5. В чём отличие прямого и косвенного эффекта?
6. На какие моменты исследователь должен обратить особое внимание, участвуя в работе по экономическому обоснованию предложения?
7. Для чего проводится дисперсионный анализ результатов научных исследований?
8. В чём сущность метода дисперсионного анализа?
9. Что является важным методическим значением для применения дисперсионного анализа.
10. Что называют факторными признаками?
11. Какие признаки называют результативными?
12. Назовите методы дисперсионного анализа.
13. Перечислите условия применения дисперсионного анализа.
14. Какие необходимые применяются условия при проведении однофакторного дисперсионного анализа?
15. Что подразумевается под принципом применения дисперсионного анализа?
16. Чем характеризуется факторная (межгрупповая) дисперсия.
17. Чем характеризуется остаточная (внутригрупповая) дисперсия.
18. Какие этапы включает в себя классический дисперсионный анализ.
19. Дайте определение корреляционному анализу.

Глава 5. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОИЗВОДСТВО

5.1. Патентование, защита авторских прав, разработка нормативно-технической документации

В современных условиях развития научно-технического прогресса, увеличения объёма научной и научно-технической информации, быстрой сменяемости и обновления знаний особое значение приобретает подготовка высококвалифицированных специалистов, способных к самостоятельной работе, к внедрению в производственный процесс новейших и прогрессивных результатов.

Объектом изобретательской или творческой деятельности человека является любой способ (организации какой-либо деятельности, изготовления, сборки и т. п.), устройство (машина, система или её отдельный элемент), вещество (материал, обладающий новым свойством) или новый способ использования уже известных способов, устройств или веществ.

Изобретением считается подкреплённый государственным документом (патентом) и юридически признанный акт о создании нового объекта, для которого характерно наличие совокупности неочевидных, оригинальных свойств, а также обладающего практической значимостью. Кроме того, должна быть подтверждена возможность использования данного объекта в промышленной сфере или других областях.

Патенты и свидетельства на полезные модели – документы, которые закрепляют и охраняют право изобретателя или коллектива авторов на принадлежащий ему (или им) объект интеллектуальной собственности (ИС).

К другим документам, защищающим права авторов творческих разработок, можно отнести авторское право на новые технологические инструкции, способы обработки и переработки сельскохозяйственного сырья, методики исследования сырья и продуктов переработки, расчетные формулы используемые в технологических картах и рецептурах, на технологии с внедрением новых программ и алгоритмов.

Патент – охраняемый документ, который удостоверяет на государственном уровне исключительное право, авторство и приоритет изобретения, полезной модели, промышленного образца либо селекционного и который закрепляет за лицом, которому он выдан, исключительное право на изобретение. Выше сказанное означает, что изобретение не может быть использовано без согласия патентообладателя.

Согласие на использование изобретения выражается в виде выдачи или продажи лицензии на полную передачу или частичное использование

патентных прав. Такая лицензия выдаётся государственным патентным ведомством изобретателю или его правопреемнику по его заявке, которая должна быть рассмотрена в соответствии с законодательно установленной процедурой. Действие национального патента распространяется лишь на территорию того государства, где он выдан. На законодательном уровне также устанавливается срок действия патента. Патентообладателю предоставляется монопольное право на использование изобретения. Если оно кем-то использовано без разрешения патентообладателя, последний имеет право подать иск о возмещении убытков, запрещении использования патента и т.п.

Интеллектуальная собственность – это термин, используемый для обозначения исключительных прав на продукт интеллектуальной деятельности или к ним приравненные средства индивидуализации юридических лиц, продукции, работ и услуг. Согласно учредительным документам Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) «интеллектуальная собственность» включает права, которые относятся непосредственно к:

- литературным, художественным, научным произведениям и программному обеспечению;
- исполнительской деятельности (звукозаписи, радио и телевизионные программы);
- изобретениям во всех областях человеческой деятельности;
- промышленным образцам;
- товарным знакам, знакам обслуживания, фирменным наименованиям и коммерческим обозначениям;
- другие права, относящиеся к интеллектуальной деятельности в производственной, научной и других областях.

Рационализаторское предложение – это предложение производственно-технического характера, связанное с применением новейших технологий способных улучшать производственный цикл путём изменения конструкции изделия, этапов производства, более эффективного использования оборудования и труда рабочих.

Сущность рационализаторского предложения может быть выражена:

в особенностях конструктивного выполнения объектов, при предварительной подготовке сырья к производству; в изменении последовательности и порядка выполнения приемов производственного цикла; во введении новых операций и исключении операций, условий и режимов их выполнения, в изменении количественного соотношения компонентов при производстве, как продуктов питания, так и в производстве комбикормов; во

введении или исключении ингредиентов в рецептурах, которые способствуют получению новой продукции улучшенного качества.

Ускорение научно-технического прогресса неразрывно связано с изобретательским движением, которое непосредственно зависит от научных достижений, на основе положений, связанных с организацией, проведением и оформлением научно-исследовательской работы, а также с основными понятиями науки. В связи с этим необходимо освещать общие вопросы патентования, изобретательства, правовой охраны и использования объектов интеллектуальной собственности, в том числе объектов промышленной собственности, а также структуру, правила оформления, порядок подачи и экспертизы заявок на изобретения. В основах патентования дана общая характеристика и виды научно-технической информации, особое внимание уделено содержанию и использованию патентной информации.

Развитие законодательства в области изобретательства.

Основы советского законодательства в области изобретательства были заложены декретом «Положение об изобретениях» от 30 июля 1919 года. В декрете указывалось, что всякое изобретение, признанное полезным комитетом по делам изобретений может быть объявлено достоянием РСФСР. За автором изобретения сохранялось право авторства на изобретение, что удостоверялось выдачей ему авторского свидетельства.

Далее в 1924 году было издано постановление ЦИК и СНК СССР «О патентах на изобретения». Изобретение охранялось путём выдачи патента и предоставления его владельцу исключительного права на изобретение. Патент выдавался автору или на имя предприятия, если деятельность изобретателя по роду его служебных обязанностей была направлена именно на создание данного вида изобретений.

В апреле 1931 года было принято «Положение об изобретениях и технических усовершенствованиях». В этом положении были введены две формы правовой охраны изобретений – авторское свидетельство и патент.

В 1941 году было утверждено новое «Положение об изобретениях и технических усовершенствованиях». При этом формы правовой охраны остались те же – авторское свидетельство и патент.

В 1955 году создается Комитет по делам изобретений и открытий при совете Министров СССР.

В 1959 г. Утверждается новое «Положение об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях», в котором впервые были даны определения изобретения и рационализаторского предложения. В Положении регламентировался порядок подачи и рассмотрения заявок на открытия.

За время действия положения 1959 года происходили важные изменения в экономике страны, что потребовало совершенствования законодательства в области изобретательства.

Далее в 1973 году было принято Постановление № 584 об утверждении

«Положения об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях», которое действовало до 1 июля 1991 года. Затем вступил в силу «Закон об изобретениях».

Две формы охраны изобретений (авторское свидетельство и патент) привело к тому, что у изобретения, охраняемого авторским свидетельством, не было хозяина в лице конкретного предприятия, что обусловило отсутствие определенных преимущественных прав на изобретения при их использовании. Таким образом, обезличенность государственной собственности с одной стороны, и отсутствие экономической заинтересованности предприятий в использовании с другой стороны, тормозили достижение надлежащих темпов ускорения научно-технического прогресса.

Перестройка изобретательства в современных условиях применительно к новым методам хозяйствования предполагает применение новых подходов к решению проблем использования изобретений и форм их правовой охраны. В настоящее время действует закон с изменениями и дополнениями, внесёнными федеральным законом «О внесении изменений и дополнений в патентный закон РФ от 07.02.2003 г. № 22-ФЗ».

Настоящим Законом регулируются отношения, возникающие в связи с правовой охраной и использованием изобретений, полезных моделей и промышленных образцов.

Промышленная собственность. Изобретения.

К объектам промышленной собственности относятся изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки и знаки обслуживания. Более подробно остановимся на объекте-изобретение.

Изобретением признаётся новое и обладающее существенными отличиями техническое решение задачи в любой отрасли народного хозяйства, социально-культурного строительства или обороны страны, дающее положительный эффект.

Изобретения не являются продуктом права, они создавались человечеством задолго до появления законов, регулирующих отношения по поводу этих объектов. Под охрану Закона попадает определённая часть изобретений, на которые накладываются различные ограничения.

К ограничениям относятся исключение из числа охрано-способных изобретений, охрана которых нецелесообразна на современном этапе или целесообразна, но по особым правилам, нормам, отличающихся от норм охраны изобретений.

Полный перечень изобретений, не признаваемых патентоспособными, приведён в патентном законе РФ: открытия, а также научные теории и математические методы; решения, касающиеся только внешнего вида изделий и направленные на удовлетворение эстетических потребностей; правила и методы игр, интеллектуальной или хозяйственной деятельности; программы для ЭВМ; решения, заключающиеся только в представлении информации; сорта растений, породы животных; топологии интегральных микросхем; решения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали.

Объекты изобретений.

Изобретение как объект охраны может относиться к устройству, способу, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений и животных, а также к применению известного ранее устройства, способа вещества, штамма по новому назначению. Существование перечисленных объектов изобретения вытекает из наличия тех составных частей, которые характеризуют человеческую деятельность вообще. Она включает следующие элементы: определенную потребность, на удовлетворение которой направлена деятельность; предмет деятельности; действия с предметом; средства деятельности; результат деятельности.

Устройство как объект изобретения – это сооружение, изделие, являющееся конструктивным элементом или совокупностью конструктивных элементов, находящихся в функционально-конструктивном единстве, и удовлетворяющее, как правило, определенную потребность общества в результате своего функционирования или использования.

Устройство как объект изобретения могут характеризовать следующие признаки:

- 1) наличие конструктивного элемента (элементов);
- 2) Наличие связи между элементами;
- 3) Взаимное расположение элементов;
- 4) Форма выполнения элемента (элементов) или устройства в целом, в частности геометрическая форма;
- 5) Параметры и другие характеристики элемента (элементов) и их

взаимосвязь;

- б) материал, из которого выполнен элемент (элементы)
- 7) или устройство в целом;
- 8) а также среда, выполняющая функцию элемента.

Этот объект изобретения должен характеризоваться обязательно в статическом состоянии как совокупность взаимосвязанных конструктивных элементов. При этом принцип «статического» состояния исключает использование параметров режима работы устройства. В то же время могут употребляться физические характеристики материалов, не являющиеся функцией рабочих параметров.

Способ как объект изобретения – это прием или система приемов (процесс) выполнения взаимосвязанных действий над материальным объектом с помощью материальных объектов. Из всех объектов изобретений способ имеет наибольшее разнообразие в признаках, которые могут его характеризовать. Наряду с таким обязательным признаком, как наличие действия или действий, в характеристике способа могут участвовать вещества и устройства, над которыми или с помощью которых эти действия совершаются.

Характерной особенностью способа в отличие от устройства является то, что в тех случаях, когда он представляет совокупность приемов, он соотнесен во времени (выполняются последовательно, одновременно т.п.). Для характеристики способа используются следующие признаки: наличие действия или совокупности действий; порядок выполнения таких действий во времени; условия осуществления действий, режим использования веществ (исходного сырья, реагентов, катализаторов и т.п.), устройств (приспособлений, инструментов, оборудования и т.д.), штаммов микроорганизмов, культур клеток растений и животных.

Для характеристики композиций используются, в частности, следующие признаки: качественный состав (ингредиенты); количественный состав (содержание ингредиентов); структура композиции; структура ингредиентов.

Условия патентоспособности

Новизна – качество быть новым либо следовать за этим, быть оригинальным или необычным.

Изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является действительно новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо. Изобретение является новым, если оно не известно из уровня техники. Согласно закону, уровень техники включает в себя любые сведения, ставшие общедоступными в мире до даты приоритета изобретения.

Сведения считаются общедоступными, если они содержатся в источнике, с которым любое лицо имело возможность ознакомиться само либо о содержании, которого ему может быть законным путем сообщено. Опубликованные в мире сведения считаются общедоступными, если они доведены до общественности посредством печати, радиовещания и телевидения на определенную дату.

Используются следующие правила при определении даты, с которой изобретению могут противопоставляться общедоступные сведения, представленные в различных источниках информации:

- 1) опубликованные описания к охраняемым документам, опубликованные заявки – с указанной на них даты публикации;
- 2) отечественные издания – с даты, подписания в печать;
- 3) иные издания – с даты, выпуска в свет, а при отсутствии возможности ее установления с последнего месяца или 31 декабря указанной в издании года, если время выпуска в свет определено соответственно лишь месяцем или годом;
- 4) депонированные рукописи статей, обзоров, монографий и других материалов – с даты, депонирования;
- 5) отчеты о научно-исследовательских работах, пояснительные записки к опытно-конструкторским работам, и другая конструкторская, технологическая и проектная документация, находящаяся в органах научно-технической информации с даты регистрации их поступления в эти органы;
- 6) нормативно-техническая документация – с даты регистрации ее в уполномоченном на это органе;
- 7) материалы диссертаций и авторефераты диссертаций, изданные на правах рукописей с даты регистрации поступления их в библиотеку;
- 8) принятые на конкурс работы с даты выкладки их для ознакомления, подтвержденной документами, относящимися к проведению конкурса;
- 9) визуально воспринимаемые источники информации (плакаты, чертежи, схемы, фотоснимки и т.п.) – с даты, когда стало возможным их обозрение, подтвержденное официальными документами;
- 10) устные доклады, лекции, выступления – с даты, когда был сделан доклад, прочитана лекция, состоялось выступление, если они зафиксированы аппаратами звуковой записи или стенографически в порядке, установленном действующими на указанную дату правилами проведения соответствующих мероприятий;

11) сообщения по радио, телевидению, в кино – с даты такого сообщения, если оно зафиксировано на соответствующем носителе информации в установленном порядке, действующем на указанную дату.

Следует учесть, что при определении новизны изобретения кроме общедоступных сведений в уровень техники включаются (при условии их более раннего приоритета) все поданные в Российской Федерации другими лицами заявки на изобретения и полезные модели (кроме отозванных), а также запатентованные в РФ изобретения и полезные модели. Заявки тех же авторов не могут включаться в уровень техники при экспертизе изобретения так же, как отозванные заявки.

Изобретательский уровень – все сведения о состоянии техники в рассматриваемой области, которые приведены в общедоступных источниках по всему миру.

Необходимо помнить, о существовании отличия изобретательского уровня от понятия новизны. Оно заключается в том, что для обоснования отсутствия такого уровня не требуются какие-либо ссылки на информационные материалы. По этой причине, понятие изобретательского уровня носит более субъективный характер, и элементы персонального подхода экспертизы при проверках по этому признаку присутствуют в заключениях.

Изобретение имеет изобретательский уровень, если оно для специалиста явным образом не следует из уровня техники. Условия изобретательского уровня означает, что решение, составляющее суть охраноспособного изобретения, не только должно быть отличающимся от известных, но и являться продуктом творчества, т.е. создания чего-то, отличного от всего, что существовало прежде, либо содержащего известные элементы, дающие при их использовании неизвестный результат. Например, создание новой рецептуры на хлеб, обогащенный добавками растительного происхождения, для получения нового продукта.

Изобретение признается соответствующим изобретательскому уровню, если не выявлены решения, имеющие признаки, совпадающие с его отличительными признаками, или такие решения выявлены, но нет сведений об известности влияния отличительных признаков на достигаемый изобретением технический эффект.

При определении творческого характера изобретения, т.е. соответствия его изобретательскому уровню, количество объектов сравнения может быть любым, а сами они могут относиться к любой области науки и техники.

Изобретение признаётся промышленно применимым, если оно может быть реально использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и иных отраслях деятельности (п. 4 ст. 1350 ГК РФ). Данный

термин «промышленная применимость» не имеет единообразного, закрепленного в нормативных актах толкования.

В соответствии с Патентным законом РФ изобретение является промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других областях деятельности. Кроме того, для определения охраноспособности изобретения должна быть подтверждена возможность его осуществления с помощью описанных в заявке или известных до даты приоритета средств, а при осуществлении изобретения должно реализоваться указанное назначение изобретения.

Необходимо отметить, что в требование промышленной применимости не вкладывается смысл обеспечения тех или иных преимуществ, предполагаемого изобретения перед известными решениями.

Указанное требование означает не целесообразность, а лишь принципиальную возможность использования изобретения.

Одним из важных условий успешного развития науки, литературы и искусства является не только признание за создателями творческих произведений и их правомерными пользователями определенных субъективных гражданских прав, но и обеспечение этих прав надежной правовой защитой.

На сегодняшний день, несмотря на видимую прочность существующей системы защиты авторских и смежных прав, часто можно наблюдать примеры ее нарушения. Это вызвано различными факторами, среди которых особо хотелось бы выделить стремительное развитие информационно-цифровых технологий.

5.2 Мероприятия по внедрению результатов научных исследований в производство

Результативность исследования в значительной степени определяется степенью его реализации. Внедрение – это трудный и трудоемкий этап, требующий от исследователя не только разносторонних знаний, но и организаторских способностей, контактности, гибкости, настойчивости и инициативы.

Наряду с объективными трудностями, присущими процессу внедрения, один из главных его тормозов – недостаточная заинтересованность внедряющего предприятия. Часто работы, связанные с внедрением, ставят под угрозу выполнение текущих планов. При этом отрицательную роль играют и другие моменты: недостатки исследования, в частности недоучет производственных условий, несовершенство механизма материального стимулирования и др. Необходимо отметить, что по мере укрепления научно-

производственных объединений, усиления связи между институтами и предприятиями проблема внедрения обычно теряет свою остроту.

Форма внедрения результатов исследования определяется, прежде всего, характером темы.

Простейшей формой внедрения, общей для всех тем, является опубликование, так как, работа, если она выполнена хорошо, должна стать общественным достоянием.

Многие исследования предназначаются не только для научных работников, но и для практиков. Авторы этих работ могут и должны, преодолев ложную скромность, вместе со своими руководителями заботиться о том, чтобы специалисты данной отрасли были возможно шире информированы о их выходе (через общую и отраслевую печать, объявления, радио и телевидение, выставки новых работ и т. п.).

Полезной формой внедрения, к сожалению, еще мало применяемой, является передача экземпляров работы в другие научные и информационные учреждения. Эту же цель преследует депонирование работ. Функцию хранения ненапечатанных работ ныне выполняют и органы научно-технической информации.

Определенное значение, как с народнохозяйственной точки зрения, так и с точки зрения личных интересов исследователя имеет охрана приоритета открытия или изобретения. Она осуществляется путем подачи заявки в Комитет по открытиям и изобретениям.

Для некоторых работ опубликование является основной формой их реализации. Таковы, например, работы, ограничивающиеся только постановкой новой проблемы, исследования поискового характера. Но для подавляющего большинства работ опубликование – первый шаг внедрения.

Для теоретических и исторических работ дальнейшим важным шагом в их реализации является включение в учебные курсы. Важной формой внедрения исследований является их последующее использование в разработке других проблем. Прикладные и в том числе методические работы реализуются путем их непосредственного внедрения в практику производственных, научных и иных организаций.

Забота о внедрении лежит на руководстве учреждений. Но исследователь также должен принимать активное участие в реализации своей работы. Подчас он лучше, чем кто-либо, может найти способы устранения возникающих препятствий, внести необходимые уточнения и усовершенствования и т. п.

Внедрение технических исследований проходит три стадии.

Первая стадия – подготовка к внедрению. Совместно с заказчиком или

потребителем составляется план внедрения с указанием фронта внедрения, определяемого на основе сопоставления технико-экономических показателей производства при существующих технологическом процессе, оборудовании, оснастке, организации производства и при рекомендуемых исследованиях, определяются частные и конечные сроки и последовательность внедрения по агрегатам, цехам, предприятиям, исполнители, разделение функций между ними (поскольку во внедрении участвуют по крайней мере две организации, это разделение должно быть особенно четким); затем подготавливается документация, проводится испытание отдельных узлов и блоков, их сборка, монтаж, отладка и настройка, а также испытание и доводка агрегатов в лабораторных условиях.

Вторая стадия – собственно внедрение. При проведении конструкторских разработок – это монтаж конструкции и ее испытание на рабочем месте, изготовление опытных партий и их лабораторное испытание, обучение работников методам ее эксплуатации, передачу потребителю систем учета, планирования и управления, оформление акта. В технологических разработках в стадию внедрения входят уточнение технологии на рабочем месте и корректировка документации.

Третья стадия – завершение внедрения. На данной стадии проводится испытание внедренной конструкции (технологии, системы организации производства и т. п.) в производственных условиях; устраняются обнаруженные при испытании дефекты, конструкция доводится до требуемых условий и показателей; происходит передача документации, оформление акта. Участие исследователя необходимо на всех трех стадиях. При внедрении работ, направленных на совершенствование планирования и организации труда и производства, его участие необходимо и на стадии перехода к массовому или серийному производству, так как лишь здесь может быть практически проверена эффективность предлагаемой методики и отработаны необходимые коррективы.

Как при составлении плана внедрения, так и при его выполнении наибольшие трудности возникают в тех случаях, когда исследование проводится не для определенного заказчика, а в расчете на широкий круг потребителей независимо от их отраслевой принадлежности.

Исследователи, разрабатывающие проекты комплексной механизации, реконструкции, нестандартного оборудования, должны быть готовы к тому, что в процессе внедрения они столкнутся со значительными трудностями из-за участия в них многих организаций различной подчиненности. Относительно легче и быстрее внедряются разработки технологических процессов и оснастки.

В плане работы должна быть предусмотрена последующая проверка

эффективности внедренных исследований, осуществляемая по истечении определенного срока. Срок этот не должен быть слишком коротким, так как судить об их полезности можно лишь после их полного освоения, а отрицательные последствия могут в первое время не обнаружиться.

Предметом проверки является достижение запроектированных показателей: мощности, производительности, скорости, качества, себестоимости, сроков освоения; выявление сильных и слабых сторон внедренной техники и технологии и т. п.; выяснение причин обнаруженных недостатков; определение рентабельности внедрения.

Результатом проверки может явиться внесение в работу коррективов и их отражение в документации (инструкциях, технологических картах, формах учета и т.д.). При внесении уточнений и изменений необходимо, как и при выполнении основной работы, позаботиться не только об их научно-технической, но и об экономической оправданности.

Необходимо помнить – чем больше упорного труда потрачено исследователем на доведение работы до завершения, чем больше творческой энергии в этот труд вложено, тем больше активности и инициативы исследователь должен проявить на заключительном этапе. Иначе возникающие задержки и препятствия могут практически обесценить всю предшествующую работу. Это положение необходимо помнить потому, что объем всякого рода недоделок, вызванных недостаточно тщательной разработкой темы, бывает очень велик, а отношение к их устранению – недостаточно ответственным.

Дальнейшее совершенствование организации научного труда повысит и эффективность завершающего этапа научных исследований.

Общая характеристика и понятие защиты авторских прав

Авторское право – это в объективном смысле институт гражданского права, который регулирует правоотношения, связанные с созданием и использованием произведений науки, литературы и искусства, то есть объективных результатов творческой деятельности людей в этих областях. Авторское право включает как неимущественные, т.е. моральные права автора, которые являются неотъемлемой частью и действуют бессрочно, так и имущественные права на использование данного произведения, которые автор может передавать другим лицам.

В соответствии с ч. 1 ст. 45 Конституции РФ провозглашается и гарантируется защита прав и свобод человека и гражданина. В ч. 2 ст. 45 Конституции гарантируется право каждого защищать свои права и свободы всеми способами в соответствии с законом.

ГК РФ в п. 1 ст. 1 устанавливает, как одно из основных начал гражданского законодательства необходимость беспрепятственного осуществления гражданских прав, обеспечение восстановления нарушенных прав, их судебной защиты. В качестве одной из основных задач гражданского судопроизводства ст. 2 ГПК РФ называет правильное и своевременное, что немаловажно, рассмотрение гражданских дел в целях защиты нарушенных или оспариваемых прав, свобод и законных интересов граждан, организаций и иных лиц.

При рассмотрении понятия «защита авторских прав» как правовой категории надлежит указать на его относительную самостоятельность в ряду иных категорий, например, таких, как «реализация субъективного права»,

«охрана авторских прав» и др. Следует обратить особое внимание на то, что общеправовой термин «защита права» может применяться в различных смыслах. В законодательстве, в частности, понятие «защита права» нередко носит абстрактный характер и обозначает возможность государства защищать те или иные права, не уточняя, идет ли речь о защите нарушенных прав, или о гарантиях, формах реализации тех или иных еще не нарушенных прав.

Охрана есть установление общего правового режима, опирающегося на весь комплекс правовых норм и правовую деятельность, а защита – совокупность мер, которые предпринимаются в случаях, когда гражданские права либо интересы нарушены или оспорены.

Институт «права на защиту» выступает основанием или условием реализации «защиты права» в общественном отношении, в том числе авторском, урегулированном нормами права, который в общем виде выглядит как предоставленная управомоченному лицу возможность применения мер правоохранительного характера для восстановления его нарушенного или оспариваемого права или законного интереса.

Субъектами, обладающими правомочиями на защиту авторских прав, являются непосредственно носители этих прав, т.е. сами авторы, их наследники, иные правопреемники, работодатели авторов в случаях создания служебных произведений.

Нарушителями авторских прав являются физические и юридические лица, которые не выполняют требования гражданского законодательства в части регулирования авторских отношений. Чаще всего такими нарушителями становятся лица, которые допускают незаконное использование произведений. Подобные действия считаются контрафактными (от французского слова «*contrefacon*» – нарушение прав интеллектуальной собственности), а нарушители именуются пиратами (от англ. неологизма «*piracy*» – нарушение прав интеллектуальной собственности).

Формы защиты прав авторов

Защита авторских прав осуществляется в предусмотренном законом порядке, т.е. посредством применения надлежащей формы, средств и способов защиты.

Под формой защиты понимается комплекс внутренне согласованных организационных мероприятий по защите субъективных прав и охраняемых законом интересов. Формы защиты целесообразно подразделять на судебные и несудебные. К первому виду относится защита в различных судах, ко второму – административно-правовая и самозащита.

Основным средством защиты авторских прав является подача иска в суд. В некоторых странах такие иски рассматриваются специальными судами, например, Судом по авторскому праву Великобритании (*The Copyright Tribunal*). В Российской Федерации право на судебную защиту своих авторских прав уполномоченными субъектами чаще всего реализуется путем обращения в суд общей юрисдикции или арбитражный суд. Арбитражная подведомственность возникает, если участниками спорного правоотношения являются юридические лица и (или) индивидуальные предприниматели, и спор носит экономический характер либо иным образом связан с предпринимательской деятельностью. При этом нужно учитывать, что арбитражному суду не подведомственны споры по искам авторов о защите авторских прав от несанкционированного использования произведений.

Кроме подачи иска в суд общей юрисдикции или арбитражный суд право на судебную защиту авторских прав может быть реализовано путем обращения в Конституционный Суд РФ. Причем этот орган не только восстанавливает – при наличии достаточных оснований – нарушенное правовое положение субъектов, но и признает несоответствующим Конституции применяемый нормативный акт. Прецедент обращения в Конституционный Суд за защитой авторских прав уже существует.

Так, 28 апреля 1992 г. Конституционный Суд РФ вынес постановление по делу о проверке конституционности постановления Президиума Верховного Совета РСФСР от 3 февраля 1992 г. №2275–1 «О Всероссийском агентстве по авторским правам». Данным постановлением Конституционного Суда РФ постановление Президиума Верховного Совета РСФСР было признано несоответствующим Конституции РФ, так как устанавливало существенные ограничения конституционных прав авторов и выходило за рамки своей компетенции. С момента выхода постановления Конституционного Суда РФ постановление Президиума Верховного Совета РСФСР утратило силу, и правоотношения, возникшие на основании данного постановления, приводились к состоянию, существовавшему до его издания.

Защита гражданских прав в административной форме допускается гражданским законодательством, но согласно п. 2 ст. 11 ГК РФ – это возможно лишь в случаях, предусмотренных законом. В настоящее время авторское законодательство таких случаев прямо не предусматривает.

Управомоченные субъекты могут осуществлять защиту своих авторских прав и самостоятельно. Типичным примером средства самозащиты являются действия, совершаемые в порядке необходимой обороны и крайней необходимости. В рассматриваемой области спектр средств самозащиты достаточно узок и сводится в основном к возможности отказа совершать определенные действия в интересах неисправного контрагента, например, отказаться от внесения в произведение изменений и дополнений, не предусмотренных соответствующим договором, либо от исполнения договора в целом, например, в случае его недействительности.

Способы защиты авторских прав

Наибольшую практическую значимость и эффективность среди рассмотренных форм защиты авторских прав имеет судебная защита, реализуемая через обращение в суд общей юрисдикции или арбитражный суд. При этом обратиться в суд с соответствующим иском вправе правообладатель, а также организация, управляющая имущественными правами авторов на коллективной основе (от своего имени, но в защиту прав лиц, управление имущественными правами которых осуществляет такая организация). Судебная защита обеспечивается применением предусмотренных законом способов защиты.

Следует учитывать, что понятие «форма защиты права» является категорией процессуального права, а термин «способы защиты права» – материального (регулятивного) права. Под способами защиты понимаются предусмотренные законодательством правовые средства, с помощью которых могут быть достигнуты пресечение, предотвращение, устранение нарушений права, его восстановление и (или) компенсация потерь, вызванных нарушением права. Способы защиты авторских прав в России в зависимости от того, к области каких правовых отношений они относятся, могут быть разделены по типам на: гражданско-правовые, административно-правовые и уголовно-правовые.

Наибольшую эффективность и практическую значимость имеют гражданско-правовые способы защиты авторских прав. Защита авторских прав методами публичного права (административно-правовыми и уголовно-правовыми способами) носит дополнительный характер и в основном направлена на общую и частную превенцию (предупреждение) нарушений.

Гражданско-правовые способы защиты авторских прав и их правовая регламентация

В гражданском законодательстве Российской Федерации можно выделить два уровня регулирования способов защиты гражданских прав.

Первый уровень состоит в определении таких способов защиты, которые носят универсальный характер и могут быть применены для защиты, как правило, любого субъективного гражданского права. Данные способы защиты установлены ст. 12 ГК РФ.

Второй уровень регулирования заключается в установлении способов защиты, применяемых для защиты только конкретных видов гражданских прав или для защиты от конкретных нарушений. Применительно к нарушениям авторских прав такие способы установлены в основном в главе

69 ГК РФ (ст. 1250–1254), являющейся общей для любых отношений интеллектуальной собственности. А непосредственно в главе 70 («Авторское право») изложены лишь некоторые уточняющие нормы (ст. 1290, 1299–1302). Следует отметить, что дифференциация правового регулирования защиты прав в четвертой части ГК РФ проводится, прежде всего, исходя из характера нарушенных прав. Изначально устанавливается принципиально важная норма о том, что все интеллектуальные права (в том числе и права на авторские произведения) защищаются теми же способами, которые предусмотрены для защиты других гражданских прав и содержаться непосредственно в ГК (п. 1 ст. 1250). Однако сделана оговорка о том, что данные способы используются «с учетом существа нарушенного права и последствий нарушения этого права».

Далее (ст. 1251 ГК РФ) законодатель в числе способов защиты таких прав называет признание права, восстановление положения, существовавшего до нарушения права, пресечение действий, нарушающих право или создающих угрозу его нарушения, компенсацию морального вреда, публикацию решения суда о допущенном нарушении. Однако приведенный перечень не является исчерпывающим.

При нарушении авторских прав могут пострадать также честь, достоинство и деловая репутация автора. Но тогда подлежат применению общие для всего гражданского права нормы ст. 152 ГК РФ.

Безусловной новеллой является включение в ст. 1253 ГК РФ правила о том, что при неоднократном или грубом нарушении исключительного права суд в соответствии с п. 2 ст. 61 ГК РФ может принять решение о ликвидации такого юридического лица по требованию прокурора; при тех же обстоятельствах может быть прекращена предпринимательская деятельность гражданина, осуществляющего ее без образования юридического лица. Данная норма имеет административно-правовую природу, но ее помещение в ГК РФ

принципиальных возражений не вызывает в целях комплексности описания мер ответственности.

Отдельно выделяются нормы (ст. 1252 ГК РФ) о применении мер защиты исключительных прав, сопровождающиеся пояснениями законодателя относительно лиц, к которым могут предъявляться соответствующие требования.

Главная особенность сложившейся системы защиты прав в рассматриваемой сфере заключается в том, что не всякий правообладатель может заявить любое требование и использовать любой способ защиты. Это касается и авторов. Так, после передачи автором своего исключительного права он утрачивает и право на соответствующий данному праву иск, например, на компенсацию. Именно так истолковал подобную ситуацию и Пленум Верховного Суда РФ в постановлении №15.

Отдельные способы защиты личных неимущественных и исключительных прав.

Уже отмечалось, что содержащиеся в ст. 12 ГК РФ способы (меры) защиты гражданских прав в целом подлежат применению и при защите правообладателей в сфере авторского права.

Первым в числе способов защиты ст. 12 ГК РФ называет признание права – способа, применяемого как при нарушении авторских прав, так и в случае угрозы их нарушения, при оспаривании прав со стороны других лиц.

Необходимость в применении этого способа защиты возникает тогда, когда оспаривается само наличие у субъекта авторских прав или имеется неопределенность принадлежности этих прав (например, если произведение опубликовано автором анонимно). Снятие такой неопределенности, создание условий для реализации всех прав субъекта и предупреждение со стороны третьих лиц действий, препятствующих осуществлению этих прав, – цели применения данного способа защиты. Судебное решение о признании авторских прав придает ясность, устойчивость правовому положению автора(правообладателя) и может служить основанием для применения санкций, способных предотвращать возможные нарушения.

Пункт 1 ст. 1252 ГК РФ допускает использование иска о признании исключительного права к лицу, которое отрицает или иным образом не признает право, «нарушая тем самым интересы правообладателя». Необходимо обратить внимание, что законодатель говорит не о нарушении конкретно субъективного права, а интересов. Следовательно, истец не должен доказывать факт правонарушения.

Следующий способ – восстановление положения, существовавшего до нарушения права. Он применяется, когда авторские права могут быть реально восстановлены путем устранения последствий нарушения. Например, автор может потребовать восстановления своего произведения в первоначальном виде, если в него были внесены не согласованные с ним изменения. Если произведение уже обнародовано, то восстановление нарушенных авторских прав в полном объеме уже невозможно. Однако и в этом случае правообладатель может потребовать применения данного способа защиты (проставление на экземплярах произведений имен создателей, уничтожение контрафактных экземпляров и т.п.).

Требование о прекращении действий, нарушающих право или создающих угрозу его нарушения, является одним из наиболее распространенных способов защиты авторских прав. Чаще всего этот способ защиты применяется в сочетании с возмещением убытков или выплатой компенсации. При этом прекращение действий, нарушающих право или создающих угрозу его нарушения, ведет к пресечению нарушения авторских прав, а возмещение убытков или выплата компенсации направлены на предоставление правообладателям денежной компенсации за потери, которые уже были им понесены.

Хотя действовавший ранее Закон об авторском праве возможность применения данной меры прямо не называл, на практике она применялась.

Пресечение действий может заключаться и в установлении запрета. В четвертой части ГК РФ возможность применения данной меры предусмотрена как в отношении личных неимущественных прав, так и исключительного права.

Пресечение действий и установление запрета на их совершение содержательно могут совпадать с мерами по обеспечению исковых требований (ст. 1302 ГК РФ, ст. 139 – 146 ГПК РФ, ст. 90 – 100 АПК РФ). Но

если вторые установлены как меры процессуального характера и направлены на создание условий по обеспечению исполнения будущего решения по делу, то первые представляют собой самостоятельные санкции, которые могут приниматься по итогам рассмотрения дела и составлять существо судебного решения.

Защита авторских прав может также осуществляться в результате признания оспоримой сделки недействительной и применения последствий ее недействительности, применения последствий недействительности ничтожной сделки. Данный способ защиты может использоваться в случае, когда автор (иной правообладатель) полагает нарушенными свои права при наличии договора (иной сделки); например, если оказывается, что издательство не является юридическим лицом или же содержание договора противоречит закону (ст. 168 ГК РФ), либо договор заключен под влиянием обмана и т.п.

Основным последствием, помимо установления факта недействительности, здесь является двусторонняя реституция, т.е. стороны приводятся в положение, предшествовавшее заключению сделки (п. 2 ст. 167 ГК РФ).

Закон не указывает данный способ защиты применительно к сделкам в сфере авторского права, но этого и не требуется, поскольку норма является универсальной для любых сделок (договоров).

Признание недействительным акта государственного органа или органа местного самоуправления как способ защиты в сфере действия авторского права встречается редко, поскольку деятельность указанных органов мало связана с результатами творчества. Но он применим также для защиты прав авторов (правообладателей), например, широко используется при защите интересов авторов (правообладателей) в налоговых отношениях.

Следующий способ защиты гражданских прав по ст. 12 ГК РФ – присуждение к исполнению обязанности в натуре (см. также ст. 396 ГК РФ). Такие иски к автору об исполнении обязательств, связанных с созданием произведений, весьма затруднены характером творческого процесса и по общему правилу удовлетворению не подлежат. Но они не касаются иных требований, в том числе денежных, о передаче материальных объектов и пр.

В числе способов защиты называется и возмещение убытков (ст. 15, 393 и др. ГК РФ), которое является универсальной и всеобщей гражданско- правовой санкцией, подлежащей применению и в случаях, когда отсутствует прямое указание закона об этом. Однако закон в ряде случаев специально указывает на возможность применения данного способа защиты. Так, в подп.

3 п. 1 ст. 1252 ГК РФ предусматривается возможность обращения с требованием о возмещении убытков к лицу, которое неправомерно использовало результат интеллектуальной деятельности (средство индивидуализации) без заключения соглашения с правообладателем либо иным образом нарушило его исключительное право и тем самым причинило ущерб.

Требования о возмещении убытков по поводу нарушения личных неимущественных прав если и может быть предъявлено, то лишь теоретически, так как практически невозможно обосновать факт возникновения имущественных потерь.

Состав убытков определен ст. 15 ГК РФ и складывается из двух основных компонентов: а) реального ущерба, включающего вынужденные расходы, утрату, повреждение и (или) порчу имущества, расходы, которые потребуются произвести для восстановления нарушенного права; б) упущенной выгоды, т.е. доходов, которые лицо получило бы при обычных условиях в случае отсутствия правонарушения. Следует отметить, что общим правилом является возмещение убытков в полном объеме.

Необходимо выделить, что ответственность авторов по договорам ограничена (ст. 1290 ГК РФ). Так, автор по договорам о предоставлении прав отвечает лишь в размере суммы реального ущерба, если только договором не предусмотрен меньший размер ответственности. То же и в случае с неисполнением или ненадлежащим исполнением автором договора авторского заказа: автор лишь возвращает аванс, а также уплачивает неустойку (а она устанавливается только договором, т.е. ее может и не существовать). Общий размер указанных выплат ограничен суммой реального ущерба, причиненного заказчику. Следовательно, автор фактически вообще не возмещает убытки, поскольку размер реального ущерба выступает лишь контрольной величиной, сам же ущерб не взыскивается.

Особо закон (подп. 4 п. 1 ст. 1252 ГК РФ) выделяет предъявление требования обладателя исключительного права об изъятии материального носителя к его изготовителю, импортеру, хранителю, перевозчику, продавцу, иному распространителю, недобросовестному приобретателю. Применение данной нормы требует включения в ее гипотезу условий, указанных в п. 5 указанной статьи. Они таковы: оборудование, прочие устройства и материалы, главным образом используемые или предназначенные для совершения нарушения исключительных прав на результаты интеллектуальной собственности (средства индивидуализации), по решению суда подлежат изъятию из оборота и уничтожению за счет нарушителя, если законом не предусмотрено их обращение в доход РФ. Успешное и эффективное применение данной новеллы требует определенной практики и анализа, поскольку, в частности, следует установить ее отраслевой характер. Но уже исходно ясно, что квалифицировать ее как конфискацию нельзя, так как по смыслу подп. 4 п. 1 и п. 5 применение рассматриваемой санкции может произойти как по инициативе суда, так и по инициативе заинтересованной стороны (правообладателя).

Отдельно выделяется требование обладателя исключительного права о публикации решения суда о допущенном нарушении с указанием действительного правообладателя, что нужно оценивать, как средство не только общей, но и частной превенции.

Защита авторских прав возможна и путем взыскания неустойки, также упоминаемой ст. 12 ГК РФ (см. ст. 330 ГК РФ). Однако само авторское законодательство не предусматривает так называемых законных неустоек, поэтому обращение к подобному средству возможно только в случаях, когда неустойка установлена соответствующим договором.

Компенсация морального вреда (см. также ст. 151, 1099–1101 ГК РФ) названа в ст. 12 ГК РФ как отдельный способ защиты, в связи с тем, что

причинение морального вреда имеет иную природу, формы и правовые основания в сравнении с возмещением убытков.

В авторском законодательстве такая норма предусмотрена ст. 1251 ГК РФ применительно к случаям нарушения личных неимущественных прав. Но она не предусматривает право на компенсацию морального вреда всех правообладателей при нарушении их прав, а только авторов и лиц, указанных в нормах п. 2 ст. 1251 ГК РФ.

Наконец, в числе способов защиты ст. 12 ГК РФ называет и прекращение или изменение правоотношения. По общему правилу подобное возможно в результате судебного акта. Заинтересованные лица, права которых находятся под угрозой или уже нарушаются, могут добиться изменения своего правового положения, например, в результате предъявления иска об изменении или прекращении договора (ст. 450–453 ГК РФ). В принципе данная мера может в соответствующих случаях применяться и авторами (правообладателями).

Особым способом защиты является компенсация и о ней следует сказать отдельно в связи с особой популярностью и особенностями применения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Определение патента, характеристика.
2. Дайте определение – рационализаторское предложение.
3. Понятие интеллектуальной собственности, характеристика.
4. Назовите Федеральный закон, регулирующий отношения, возникающие в связи с правовой охраной и использованием изобретений, полезных моделей и промышленных образцов.
5. Расскажите о развитии законодательства в области изобретательства.
6. Дайте характеристику объектов промышленной собственности.
7. Дайте определения устройствам как объектам изобретения.
8. Перечислите признаки, которые могут характеризовать устройство как объект изобретения.
9. Расскажите, что определяет способ как объект изобретения.
10. Объясните, что является характерной особенностью способа в отличие от устройства.
11. Объект изобретения, характеристика, какие вещества включает.
12. Перечислите признаки, используемые для характеристики

индивидуальных соединений.

13. Раскройте понятие новизны как условия патентоспособности.

14. Назовите условия, при которых изобретение признается соответствующим изобретательскому уровню.

15. Назовите и охарактеризуйте формы внедрения результатов исследований.

16. Перечислите и опишите этапы внедрения результатов научных исследований в производство.

17. Назовите условия в соответствии с Патентным законом РФ, которые определяют промышленную применимость изобретения.

18. Дайте определения субъекту и объекту права.

19. Назовите, что является основным средством защиты авторских прав.

20. Дайте определение понятию «защита авторских прав».

21. Назовите субъекты, обладающие правомочиями на защиту авторских прав.

22. Контрафактные действия, их характеристика.

23. Расскажите о первом уровне регулирования способов защиты гражданских прав.

24. Охарактеризуйте второй уровень регулирования способов защиты гражданских прав.

25. Охарактеризуйте главную особенность сложившейся системы защиты прав в рассматриваемой сфере.

26. Приведите пример, когда применяется способ защиты права – восстановление положения.

ГЛОССАРИЙ

1. Научное исследование – это изучение закономерностей развития явлений объективного мира и их объяснений;
2. Научная абстракция – общий метод теоретического исследования.
3. Моделирование – это процесс создания модели как концептуального представления некоторого явления.
4. Предмет исследования – это строго определенный, не расплывчатый обозначенный экспериментальной темой объект.
5. Программы эксперимента – это последовательность этапов и действий, связанных с местом, временем проведения эксперимента, методиками, регистрацией измерений, применением определенной техники.
6. Цель исследования – это определение предполагаемого результата работы.
7. Задача исследования – это выбор путей и средств, для достижения цели в соответствии с выдвинутой гипотезой.
8. Гипотеза – это вероятностное предположение о причине каких-либо явлений, достоверность которого при современном состоянии производства и науки не может быть проверена и доказана, но которое объясняет данные явления, без него необъяснимые.
9. Общая гипотеза – это научно обоснованное предположение о причинах, законах и закономерностях природных и общественных явлений, а также закономерностях психической деятельности человека.
10. Частная гипотеза – это научно обоснованное предположение о причинах, происхождении и о закономерностях части объектов, выделенных из класса рассматриваемых объектов природы, общественной жизни или психической деятельности человека.
11. Рабочая гипотеза – это предположение, выдвигаемое, как правило, на первых этапах исследования.

12. Научная гипотеза – объясняет закономерности развития явлений и отвечает требованиям: единственным аналогом процесса, явления; давать объяснение как можно большему числу обстоятельств, которые связаны с этим явлением; оказаться в состоянии предсказывать другие явления, не входящие в число тех, на основе которых она строилась изначально.

13. Выборка – часть объектов из генеральной совокупности, отобранных для изучения, с тем чтобы сделать заключение обо всей генеральной совокупности.

14. Уровень значимости – это величина, используемая для оценки истинности некоторого результата или гипотезы.

15. Ранжирование – расположение собранных данных в определенной последовательности (убывания или нарастания показателей).

16. Дисперсия случайной величины – одна из усреднённых характеристик случайной величины.

17. Среднеквадратическое отклонение – показатель рассеивания значений случайной величины относительно её математического ожидания

18. Коэффициент вариации – относительное стандартное отклонение, это стандартная мера дисперсии распределения вероятностей или частотного распределения.

19. Критерий Стьюдента (t -критерий) – критерий, позволяющий найти вероятность того, что оба средних значения в выборке относятся к одной и той же совокупности.

20. Критерий Фишера – это критерий, который используется для сравнения двух и более относительных показателей, характеризующих частоту определенного признака, имеющего два значения.

21. Критерий Кохрена – критерий, используемый для проверки того, оказывают ли два или более воздействий одинаковый эффект на группы.

22. Критерий Пирсона (χ^2 -квадрат) – метод, оценивающий значимость различий между фактическим количеством исходов или качественных характеристик выборки.

23. SPSS – программа для статистической обработки данных, один из лидеров рынка в области коммерческих статистических продуктов, предназначенных для проведения прикладных исследований в общественных науках.

24. SYSTAT – это пакет программ для статистики и статистической графики.

25. Статистическая шкала – отношение, позволяющее оценивать во сколько раз оцениваемый признак какого-либо объекта больше (или меньше) другого.

26. Статистическая гипотеза – описание ожидаемых результатов исследования, с которыми сравниваются наблюдаемые данные.

27. Нулевая гипотеза – это то, что мы хотим опровергнуть, если перед нами стоит задача доказать значимость различий.

28. Альтернативная гипотеза – это то что мы ходим доказать, гипотеза о значимости различий.

29. Качественная обработка данных – это способ предварительного проникновения в сущность объекта путем выявления его не измеряемых свойств.

30. Количественная обработка данных – это внешнее изучение объекта и в ней доминирует аналитическая составляющая (корреляционный анализ, факторный анализ, кластерный анализ).

31. Регрессионное исчисление – это метод математической статистики, позволяющий свести частные, разрозненные данные к некоторому линейному графику, приблизительно отражающему их внутреннюю взаимосвязь, и получить возможность по значению одной из переменных приблизительно оценивать вероятное значение другой переменной.

32. Корреляционный анализ – это совокупность методов обнаружения так называемой корреляционной зависимости между случайными величинами.

33. Дискретные переменные – это переменная, которая может принимать одно из ограниченного и обычно фиксированного числа возможных

значений, назначая каждую единицу наблюдения определённой группе или номинальной категории на основе некоторого качественного свойства.

34. Патент – это документ, который удостоверяет признание на государственном уровне нового технического решения изобретением и который закрепляет за лицом, которому он выдан, исключительное право на изобретение.

35. Гипотетико-дедуктивный метод — это теоретический метод научного познания, основанный на дедуктивном выводе следствий из гипотезы или системы гипотез.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Табулированные значения критерия Стьюдента

Число степеней свободы f	Уровень значимости $p, \%$				
	10	5	2,5	1	0,5
1	3,0777	6,3138	12,7062	31,8205	63,6567
2	1,8856	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248
3	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409
4	1,5332	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041
5	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074
7	1,4149	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995
8	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554
9	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498
10	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693
11	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058
12	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545
13	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123
14	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768
15	1,3406	1,7530	2,1314	2,6025	2,9467

Приложение 2

Табулированные значения χ^2 - критерия

Число степеней свободы f	Уровень значимости $p, \%$		Число степеней свободы f	Уровень значимости $p, \%$	
	5	1		5	1
1	3,84	6,64	11	19,68	24,73
2	5,99	9,21	12	21,03	26,22
3	7,81	11,34	13	22,36	27,69
4	9,49	13,28	14	23,69	29,14
5	11,10	15,09	15	25,00	30,58
6	12,59	16,81	16	26,30	32,00
7	14,07	18,48	17	27,59	33,41
8	15,51	20,09	18	28,87	34,81
9	16,92	21,67	19	30,14	36,19
10	18,31	23,21	20	31,41	37,57

Приложение 3

Табулированные значения критерия Фишера
(уровень значимости $p = 5\%$)

Число степеней свободы f_2 (знаменатель)	Число степеней свободы f_1 (числитель)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
1	161,45	199,50	215,71	224,58	230,16	234,00	236,77	238,88	240,54	241,88	243,91
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,39	19,40	19,41
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,67
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,99
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91
11	4,84	3,98	3,58	3,35	3,20	3,09	3,01	2,94	2,89	2,85	2,78
12	4,74	3,88	3,49	3,25	3,10	2,99	2,91	2,84	2,79	2,75	2,68
13	4,66	3,80	3,41	3,17	3,02	2,91	2,83	2,76	2,71	2,67	2,60
14	4,60	3,73	3,34	3,11	2,95	2,84	2,76	2,69	2,64	2,60	2,53
15	4,54	3,68	3,29	3,05	2,90	2,79	2,70	2,64	2,58	2,54	2,47
16	4,49	3,63	3,23	3,00	2,85	2,74	2,65	2,59	2,53	2,49	2,42
17	4,45	3,59	3,19	2,96	2,81	2,69	2,61	2,54	2,46	2,44	2,38
18	4,41	3,55	3,15	2,92	2,77	2,66	2,57	2,51	2,45	2,41	2,34

Приложение 4

Табулированные значения критерия Кохрена
(уровень значимости $p = 5\%$)

Число степеней свободы f_2	Число степеней свободы f_1					
	1	2	3	4	5	6
4	0,9065	0,7679	0,6841	0,6287	0,5895	0,5598
6	0,7808	0,6161	0,5321	0,4803	0,4447	0,4184
8	0,6798	0,5157	0,4377	0,3910	0,3595	0,3362
10	0,6020	0,4450	0,3733	0,3311	0,3029	0,2823
12	0,5410	0,3921	0,3624	0,2880	0,2624	0,2439
15	0,4709	0,3346	0,2758	0,2419	0,2195	0,2034

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безуглов, И.Г. Основы научного исследования [Текст]: учебное пособие для аспирантов и студентов-дипломников/И.Г. Безуглов, В.В. Лебединский, А.И. Безуглов; Москов. открытый соц. ун-т. - Москва: Академический Проект, 2008. - 194 с.
2. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя Р. Вадзинский. – СПб.: Питер, 2008. – 608 с.
3. Дерканосова, Н.М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум [Текст]: учеб. пособие / Н.М. Дерканосова, А. А. Журавлев, И. А. Сорокина; Воронеж. гос. технол. акад. - Воронеж: ВГТА, 2011. - 196 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]: учебник / Б.А. Доспехов. – М.: Альянс, 2011. – 351 с.
5. Землянский, А.А. Теоретические основы обработки данных [Текст]: монография / А. А. Землянский; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева, Учетно-финансовый фак., Каф. прикладной информатики. - Москва: Изд- во РГАУ-МСХА, 2012. - 158 с
6. Зинченко А.П. Статистика [Текст]: учебник / А.П. Зинченко. – М.: Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). - М.: РГАУ-МСХА, 2014. - 367 с.
7. Глинский Б. А. Моделирование как метод научного исследования. М., 1965.
8. Кузнецов И. Н. Научное исследование: Методика проведения и оформление. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2008. – 460 с.
9. Кирюшин Б.Д. Основы научных исследований в агрономии / Б.Д.Кирюшин, Р.Р. Усманов, И.П. Васильев. – М.: КолосС, 2009. – 398 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
10. Кошурников А.Ф. Основы научных исследований [Текст]: Учеб. пособие Мин-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего проф. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2014. –317 с
11. Лунев В.А. Математическое моделирование и планирование эксперимента: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2012. - 153.с

12. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований [Текст]: учебное пособие / М.Ф. Шкляр. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2010. – 244 с.
13. Розова Н.К. Управление качеством - СПб.: Питер, 2002.
14. Конституция Российской Федерации. Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года. // Российская газета от 25.12.1993. – №237.
15. Часть первая Гражданского кодекса Российской Федерации от 30.11.1994 №51-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1994. №32.
16. Гражданский процессуальный кодекс РФ от 14.11.2002 №138 – ФЗ //Собрание законодательства Российской Федерации. 2002. №46.
17. Усманов, Р.Р. Методические указания по планированию и статистической обработке экспериментов в научной агрономии с использованием ЭВМ [Текст]: (для студ. агрон. фак.) / Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. Каф.земледелия и методики опытного дела; Сост. Р. Р. Усманов, Сост. Д. В. Васильева, Сост. И. П. Васильев. - М.: МСХА, 1993. – 130 с.

Учебное издание

**Алла Владимировна Новикова
Татьяна Анатольевна Толмачева
Александр Николаевич Мартеха**

**ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Учебное пособие

Подписано в печать 30.11.2021 . Формат 60x84 ¹/₁₆.
Печ. л. 6,5. Тираж 50 экз. Заказ 131.

Издательство РАУ-МСХА
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 44
Тел. 8 (499) 977-40-64