

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

к изучению курса

**«Основы научных исследований»**

(для студентов специальности 6.050200

«Менеджмент организаций» всех форм обучения)

**ГОРЛОВКА – 2007**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

к изучению курса

**«Основы научных исследований»**

(для студентов специальности 6.050200

«Менеджмент организаций» всех форм обучения)

Утверждено на заседании  
учебно-методической  
комиссии факультета  
«Экономика и управление»  
Протокол № от 21.11.2007 г.

Утверждено  
на заседании кафедры  
«Менеджмент организаций»  
Протокол № 5 от 03.11.07 г.

## ГОРЛОВКА - 2007

УДК 001.8(071)

Методическое пособие к изучению курса «Основы научных исследований» (для студентов специальности 6.050200 «Менеджмент организаций» всех форм обучения) / Составители: В.А.Кулаков, В.В.Галушка. – Горловка: АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», 2007. – 106с.

Методическое пособие к изучению курса «Основы научных исследований» должно способствовать более системному и последовательному овладению студентами знаниями по курсу «Основы научных исследований», а также служить источником научной информации в творческом процессе написания дипломной или магистерской работы.

Составители:

Кулаков В.А., доц., к.т.н.  
Галушка В.В., ас.

Ответственный  
за выпуск:

Кулаков В.А., доц., к.т.н.

Рецензент:

Мельникова Е.П., проф., д.т.н.

Компьютерный набор и верстка:

Головчанская М., гр. МО 046  
Троценко В., гр. МО 046

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НАУКЕ, НАУЧНЫХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЙ, КАДРАХ И УЧРЕЖДЕНИЯХ.....	6
1.1 Определение и основные особенности науки.....	6
1.2 Наука как система знаний.....	8
1.3 Общенаучные методы исследований и их классификация.....	10
1.4 Организация науки и подготовка научных кадров.....	14
2 ВЫБОР ТЕМЫ, ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. СТАДИИ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	19
2.1 Методы обоснования тем научных исследований.....	19
2.2 Порядок построения, изложения и оформления научно-исследовательской работы (НИР).....	21
2.3 Составление технико-экономического обоснования (ТЭО) на проведение научно-исследовательских работ.....	22
2.4 Стадии исследований.....	23
2.5 Информационное обеспечение.....	25
2.6 Информационный поиск.....	27
2.7 Анализ информации и формулирование задач научного исследования.....	28
3 МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	30
3.1 Общие аспекты.....	30
3.2 Модели исследований.....	31
3.3 Аналитические методы.....	36
3.4 Вероятностно-статистические методы исследований.....	37
3.5 Методы системного анализа.....	41
4 МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	44
4.1 Методология эксперимента.....	44
4.2 Разработка плана-программы эксперимента.....	46
4.3 Основные понятия планирования эксперимента.....	47
4.4 Методы графического изображения результатов исследований.....	52
4.5 Методы подбора эмпирических формул.....	54
4.6 Регрессионный анализ.....	58
4.7 Определение законов распределения и их адекватности экспериментальным данным.....	61
4.8 Оценка измерений (наблюдений в экспериментальных исследованиях).....	63

4.9	Проведение эксперимента.....	64
4.10	Средства измерений.....	65
5	АНАЛИЗ И ОФОРМЛЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	67
5.1	Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений.....	67
5.2	Виды систематизации результатов исследования и их содержание	68
5.3	Отчет о НИР, его содержание и методика составления.....	71
5.4	Подготовка научных материалов к опубликованию в печати.....	72
6	ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА В ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	74
6.1	Особенности творческого труда в проведении научных исследований.....	74
6.2	Организация труда и его планирование в научных исследованиях.	76
6.3	Рациональный трудовой режим исследователя и организация рабочего места .....	80
7	ВНЕДРЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	82
7.1	Внедрение законченных научных исследований.....	82
7.2	Эффективность научных исследований и ее критерии.....	83
7.3	Расчет экономической эффективности научных исследований.....	87
	САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ.....	90
	ВОПРОСЫ К САМОКОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ.....	92
	ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.....	94
	WEB-РЕСУРСЫ, ПОСВЯЩЕННЫЕ НАУЧНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ... 105	
	СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	106

## **ВВЕДЕНИЕ**

В пособии на современном уровне систематизированы оригинальные сведения методологического, научно-теоретического и методического характера, которые можно использовать как материал при изучении курса «Основы научных исследований» (ОНИ).

Основное значение данного курса в системе вузовского обучения состоит в возможности проведения целостного методологического анализа в свете понимания сущности тех явлений, которые обуславливают основной учебный материал по специальности «Менеджмент организаций».

Пособие написано в соответствии с программой курса ОНИ, на основе лекций читаемых автором, основываясь на последних достижениях науки и практики по вопросу научных знаний.

Практика показывает, что научный труд значительно повышает интерес к изучению общенаучных и специальных дисциплин по избранной специальности, способствует формированию теоретических и практических навыков, необходимых исследователю, расширяет научный кругозор и способности для проведения методологического анализа и критического понимания достижений современной науки.

Материалы пособия помогут правильно ориентироваться в сложной структуре взаимоотношений между отдельными звеньями процесса научного знания в целом, а также при выполнении конкретных исследований.

Пособие может быть полезным не только студентам вузов, но и начинающим исследователям – магистрантам, аспирантам – именно тем, кто, выполняя научную работу должен знать, из каких компонентов она состоит и как переходит в последовательный процесс тех или иных положений и закономерностей.

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НАУКЕ, НАУЧНЫХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЙ, КАДРАХ И УЧРЕЖДЕНИЯХ

*Сила воли – верное и самое важное искусство исследователя. Только умея управлять своей волей, он может надеяться преодолевать трудности, которые природа выдвигает на его пути...*

*Творческие силы ума остаются бесплодными при отсутствии энтузиазма и силы воли...*

*Гений – это страдание...*

*Гений никогда не упреждает своего времени, но всегда только угадывает его не для всех видимое содержание и смысл...*

*Мыслящий и работающий человек есть мера всему. Он есть огромное планетарное явление...*

*Ученые обычно отличаются излишней чувствительностью и так же легко возбуждаются, как художники и поэты...*

*В науке, как и в истории, определенный этап развития требует своего гения. Определенный период развития требует людей соответствующего склада мышления...*

*Работа в науке – это тяжелый труд, здесь поражения более часты, чем победы и достижения...*

*Счастлив, кто видит чудо...*

Эдгар По

## 1.1 Определение и основные особенности науки

**Наука** – это непрерывно развивающаяся система знаний об объективных законах природы, общества и мышления, которая создается и превращается в непосредственную практическую силу общества в результате специальной деятельности людей и учреждений.

Наука, являясь основной формой познания мира, создается для непосредственного выявления существенных, наиболее важных сторон всех явлений природы, общества и мышления. Наука представляет собой знания, приведенные в систему.

Одновременно следует заметить, не все знания, приведенные в систему, адекватны науке. Например, практические пособия по планированию, нормированию, учету, финансированию, статистике представляют собой определенную систему знаний, но их нельзя отнести к научным знаниям, поскольку они не раскрывают новые явления в хозяйственной деятельности предприятий, а содержат конкретные инструктивные указания по выполнению работ экономического характера.

**Отличительной чертой науки** является ее активный поисковый (процесс) характер. Она должна постоянно изменяться и развиваться, находить новые решения и результаты, способствовать более рациональному использованию природы, организации труда. Если наука не выявляет рациональных путей решения практических задач, то она не может удовлетворять потребности, которыми вызвано ее развитие. Поэтому наука – не только система знаний, объясняющих мир, но одновременно и средство, метод его изменения и преобразования.

Современная наука имеет ряд характерных особенностей. Прежде всего, это бурное лавинообразное развитие. История никогда не знала еще таких темпов развития науки. Только за последние 30 лет получено сведений примерно 75% от объема знаний, накопленных человечеством, хотя следует признать, что за 10-15 лет темпы эти снизились.

Анализ показывает, что основные характеристики научной деятельности за последние 250 лет возрастают по экспоненциальному закону. Через каждые 10...15 лет все показатели удваиваются. Поэтому считают, что основным законом анализа науки является экспоненциальный.

Многие считают, что этот закон развития науки со временем должен измениться. Темпы привлечения ресурсов (люди, ассигнования и т.п.) будут замедляться, и подчиняться кривой 2 (рис. 1.1). Однако интенсивность использования ресурсов будет возрастать. Поэтому объем научной продукции, получение новой информации, по-видимому, будет приближаться к экспоненциальному закону.

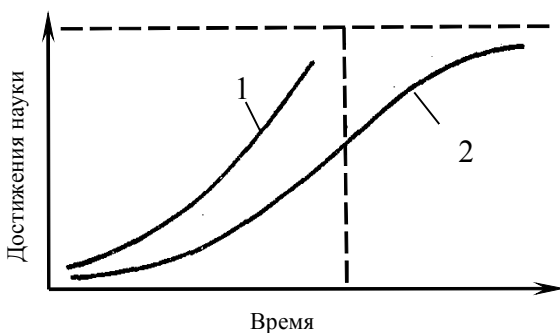


Рисунок 1.1 – Закономерности развития научных исследований во времени: 1 – экспонента, 2 – вероятная кривая.



Лавинообразность развития науки заключается и в систематическом создании новых ее видов, направлений, проблем. Возникает, так называемое, дерево науки. Каждое новое направление (ветвь) рождает новые проблемы. Разветвление науки во многих случаях сопровождается слиянием отдельных ее ветвей. Например, экономическая кибернетика, вычислительная техника, физико-химическая механика, биофизика, математическая экономика, трибохимия и т.д.

Деление наук на исследовательские (теоретические) и прикладные относительно. Так, теоретические науки отделены от непосредственного применения их результатов на практике, поскольку они занимаются поисками и открытием новых закономерностей (например, философия). Прикладные более тесно связаны с практической деятельностью людей, поскольку имеют своей целью разработку наиболее экономически рациональных способов внедрения открытий теоретической науки (например, бухгалтерский учет, статистика, анализ хозяйственной деятельности, маркетинг, менеджмент и т.д.).

Важная особенность науки – ее рентабельность. Став непосредственно производительной силой, базой технического прогресса, наука является самой эффективной отраслью, обеспечивающей, благодаря внедрению законченных разработок, наибольший экономический эффект.

Многие ученые высказывают мнение, что наука раскрывается либо как система знаний, либо как метод, либо как прикладная математика. Например, Леонардо да Винчи утверждал, что нет никакой достоверности там, где невозможны или применения математических наук, или соединения с ними. На протяжении длительного исторического периода использовались математические знания в различных науках и взаимно обогащались смежные.

## **1.2 Наука как система знаний**

Не всякое знание можно рассматривать как научное. Нельзя признать научными те знания, которые получает человек лишь на основе простого наблюдения.

Научные знания принципиально отличаются от слепой веры, от беспрекословного признания истинным того или иного положения без какого-либо логического его обоснования и практической проверки.

Развитие науки идет от сбора фактов, их изучения и систематизации, обобщения и раскрытия отдельных закономерностей к связанной, логически стройной системе научных знаний, которая позволяет объяснить уже известные факты и предсказать новые.

Факты систематизируют и обобщают с помощью простейших абстракций (понятий, определений), являющихся важными структурными элементами науки. Наиболее широкие понятия категории - это самые общие абстракции. К категориям относятся философские понятия о форме и содержании явлений, в экономике (менеджменте) – товар, стоимость.

Важная форма знаний – принципы (постулаты), аксиомы. Под принципами понимают исходные положения какой-либо отрасли науки (аксиомы Евклидовой геометрии, постулаты Бора в квантовой механике и т.д.).

Важнейшим составным звеном в системе научных знаний являются научные законы, отражающие наиболее существенные, устойчивые, повторяющиеся объективные внутренние связи в природе, обществе, мышлении. Обычно законы выступают в форме определенного соотношения понятий, категорий.

Наиболее высокой формой обобщения и систематизации знаний является теория (от греч. *theoria* – наблюдение, исследование) – логическое обобщение опыта, общественной практики, отражающее объективные закономерности развития природы и общества, т.е. система обобщающих положений в той или иной отрасли знаний.

Теоретические знания основываются на научных теориях. Они включают процессы как создания теорий (выдвижения гипотез), так и следствия из них.

Без теории ученый не может составить методiku исследования, поскольку теория воплощает в себе содержание метода.

Научная теория имеет характерные для неё границы применимости, за пределами которых она получает ограниченное действие или полностью становится неприемлемой.

Теория непрерывно связана с практикой. Каждая теория имеет сложную структуру. Так, в экономической теории можно выделить 2 части:

- экономико-математические методы, логические уравнения и т.п.;
- «содержательную» интерпретацию (категории, законы, принципы).

**Гипотеза** – научно обоснованные предположения, выдвигаемые для объяснения какого-либо процесса.

Формой осуществления и развития науки является научное исследование, т.е. изучение явлений и процессов, анализ влияния на них различных факторов, а также изучение взаимодействия явлений с целью получить убедительно доказанные и полезные для науки и практики решения с максимальным эффектом.

Научное исследование имеет объект, предмет, на познание которого оно направлено. Объектом может быть предмет материального мира (АТП,

АРЗ, автомобильная дорога), явление (какие-то процессы), свойства (надежность функционирования хозяйственной системы управления).

**Цель научного исследования** – определение конкретного объекта и всестороннее, достоверное изучение его структуры, характеристик, связей на основе разработанных в науке принципов и методов познания; получение полезных для деятельности человека результатов, внедрение в производство.

Наука включает в себя методы исследований.

Под **методом** понимают способ теоретического исследования или практического осуществления какого-либо явления или процесса. В настоящее время используется математический метод исследования.

Выполнение научного исследования непрерывно связано с его методологией, т.е. в конечном итоге это совокупность методов, способов, приемов, их определенная последовательность, схема, принятая при разработке научного исследования. В методологии научных исследований выделяют **2 уровня познания:**

- **эмпирический** – наблюдение и эксперимент, а также группировка, классификация и описание результатов эксперимента;
- **теоретический** – построение и развитие научных гипотез и теорий, формулировка законов и выведение из них логических следствий.

### **1.3 Общенаучные методы исследований и их классификация**

Классификация общенаучных методов исследования и их применения приведена на рисунке 1.2.

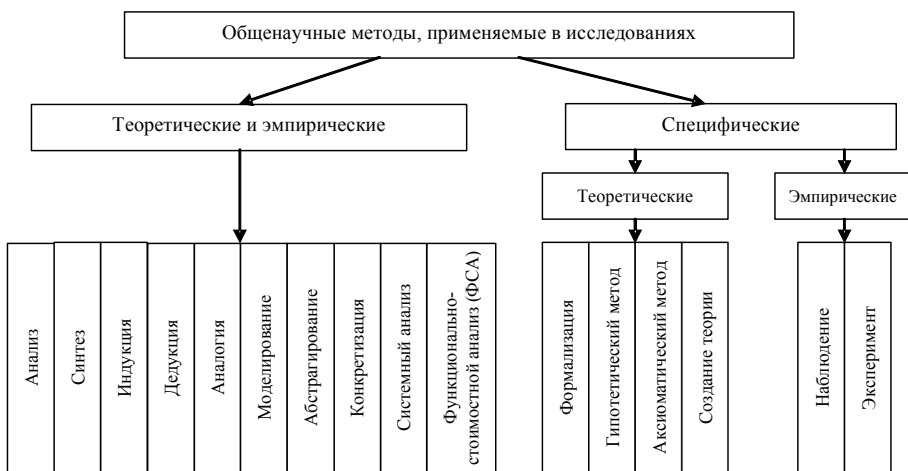


Рисунок 1.2 – Классификация общенаучных методов исследования

**Анализ** – включает в себя изучение предмета путем мысленного или практического расчленения его на составные элементы (например, анализ производительности труда рабочих производится по предприятию в целом и по каждому цеху).

**Синтез** (от греч. *synthesis* - соединение) – метод изучения объекта в его целостности, в единстве и взаимной связи его частей. В процессе научных исследований синтез связан с анализом (производительность труда по производственному объединению (концерну) в целом).

**Индукция** (от лат. *inductio* – наведение, побуждение) – метод исследования, при котором общий вывод о признаках множества элементов делается на основе изучения этих признаков у части элементов одного множества (например, изучаются факторы, отрицательно влияющие на производительность труда по каждому отдельному предприятию, а затем обобщаются в целом по объединению (концерну), в состав которого входят эти предприятия как производственные единицы).

**Дедукция** – (от лат. *deductio* – выведение) – метод логического умозаключения от общего к частному, т.е. сначала исследуется состояние объекта в целом, а затем его составных частей (применительно к предыдущему примеру, сначала анализируется производительность труда в целом по объединению, и далее - по его производственным единицам).

**Аналогия** – метод научного умозаключения, посредством которого достигается познание одних предметов и явлений на основании их сходства с другими (например, производительность труда в объединении может исследоваться не по каждому предприятию, а лишь по выбранным в качестве

аналога выпускающим однородную с другими предприятиями продукцию и имеющим одинаковые условия для производственной деятельности).

**Моделирование** – метод научного познания, основанный на замене изучаемого предмета, явления на его аналог, модель, содержащую существенные черты оригинала. В экономических исследованиях широко применяется экономико-математическое моделирование, когда модель и ее оригинал описываются тождественными уравнениями и исследуются с применением ЭВМ, например, транспортные маршруты при автомобильных перевозках грузов, моделирование поведения потребителей.

**Абстрагирование** (от лат. *abstrahere* – отвлекать) – метод отвлечения, позволяющий переходить от конкретных предметов к общим понятиям и законам развития (на основании изучения работы предприятий за прошедший период прогнозируется развитие отрасли (региона) на будущий период, в маркетинге – исследование спроса и прогнозирование на будущее).

**Конкретизация** (от лат. *concretus* – густой, твердый) – метод исследования предметов во всей их разносторонности, в качественном многообразии реального существования в отличие от абстрактного, отвлеченного изучения предметов (например, перспективы развития отрасли определяются на основании конкретных расчетов с применением новой техники и технологии, сбалансированности ресурсов и др.).

**Системный анализ** – изучение объекта исследования как совокупности элементов, образующих систему. В научных исследованиях он предусматривает оценку поведения объекта как системы со всеми факторами, влияющими на его функционирование. Метод применяется при изучении деятельности производственных объединений и отрасли в целом. В практике исследований он применяется путем использования следующих методик: процедур теории исследования операций, анализа систем для исследования объектов в условиях неопределенности; системотехники, включающей проектирование и синтез сложных систем (проектирование и оценка экономической эффективности АСУ, технологических процессов и др.).

**Функционально-стоимостной анализ (ФСА)** – метод исследования объекта (изделия, процесса, структуры) по его функции и стоимости, применяемый при изучении эффективности использования материальных и трудовых ресурсов.

Целевой функцией ФСА является достижение оптимального соотношения между потребительской стоимостью объекта и затратами на его разработку, снижение себестоимости выпускаемой продукции и повышение ее качества, рост производительности труда.

**Формализация** (от лат. *formula* – форма, определенное правило) – метод исследования объектов путем представления их элементов в виде

специальной символики, например, представление себестоимости перевозок формулой, в которой при помощи символов изображены статьи затрат.

$$S_{\text{общ}} = 3П_{\text{в}} + O_{\text{тч}} + 3_{\text{т}} + 3_{\text{см}} + 3_{\text{ш}} + 3_{\text{то.тр.}} + A_{\text{нс}} + OP, \quad (1.1)$$

где  $3П_{\text{в}}$  - зарплата водителей;

$O_{\text{тч}}$  - отчисления в бюджет;

$3_{\text{т}}$  - затраты на топливо;

$3_{\text{см}}$  - затраты на смазочные материалы;

$3_{\text{ш}}$  - затраты на шины;

$3_{\text{то.тр.}}$  - затраты на ТО и ТР;

$A_{\text{нс}}$  - амортизационные отчисления на восстановление подвижного состава;

$OP$  - общехозяйственные расходы.

Примером может также служить уравнение объема продаж, который контролирует менеджер:

$$Q = f(P, K, c, M), \quad (1.2)$$

где  $Q$  - объем продаж;

$P$  - прейскурантная цена единицы товара;

$K$  - снижения с цены (транспортные затраты и т.д.);

$c$  - общие затраты на производство;

$M$  - затраты на рекламу, продвижение товара, маркетинг, исследования, обучение персонала.

**Гипотетический метод** (от греч. *hipothetikos* – основанный на гипотезе) основан на научном предположении, выдвигаемом для объяснения какого-либо явления и требующем проверки на опыте и теоретического обоснования, чтобы стать достоверной научной теорией. Он применяется при исследовании новых экономических явлений, не имеющих аналогов (изучение эффективности новых машин и оборудования), себестоимости новых видов продукции и т.п.)

**Аксиоматический метод** – предусматривает использование аксиом, являющихся доказанными научными знаниями, которые применяются в научных исследованиях в качестве исходных положений для обоснования новой теории. Прежде всего, это относится к использованию экономических законов.

**Создание теории** – обобщение результатов исследования, нахождение общих закономерностей в поведении изучаемых объектов, а также

распространение результатов исследования на другие объекты и явления, что способствует повышению надежности проводимого экспериментального исследования.

**Наблюдение** – метод изучения предмета науки путем его количественного измерения и качественной характеристики. Применяется при изучении трудоемкости сборки, ремонта автомобилей путем хронометражных наблюдений, изучении спроса на двигатели, автомобили и т.д.

**Эксперимент** (от лат. *experimentum* – проба, опыт) – научно поставленный опыт в соответствии с целью исследования для проверки результатов теоретических исследований. Проводится в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явления и воссоздавать его повторно в заданных условиях, например, проведение эксперимента в ряде отраслей народного хозяйства по применению новых систем управления и стимулирования.

**Конкретно-научные (частные) методы** научного познания представляют собой специфические методы конкретных наук, например экономических. Эти методы формируются в зависимости от целевой функции данной науки и характеризуются взаимным проникновением в однородные отрасли наук. Так, методы экономического анализа развились на базе бухгалтерского учета и статистики и характеризуются взаимопроникновением, выходом за пределы области знания, в которой они формировались.

Таким образом, общенаучные методы исследования применяются во взаимной связи и обусловленности в теоретических и эмпирических исследованиях.

## **1.4 Организация науки и подготовка научных кадров**

Организацией науки в Украине занимается Министерство по делам науки и технологий Украины, но определяет вместе с научными учреждениями направление развития научных исследований и использование их в народном хозяйстве. Министерство подает планы развития науки Правительству или Верховной Раде Украины на утверждение и обеспечение финансирования из государственного бюджета или других источников.

Высшим научным центром государства есть Национальная академия наук Украины (НАН). Она возглавляет и координирует фундаментальные исследования в разных областях науки. НАН есть государственным научным

учреждением, которое объединяет все направления науки и поддерживает связи с научными центрами других стран.

Руководство НАН Украины возглавляет Президент, который избирается общими собраниями ученых. Они же избирают вице-президентов, ученого секретаря, президиум и ревизионную комиссию.

НАН состоит из отделений соответствующих областей науки, в частности отделение общественных наук, включает в числе других, также экономические науки. Кроме отраслевых есть и территориальные отделения (Донецкое, Западное, Южное) и территориальные филиалы.

Отделение НАН объединяют научно-исследовательские институты (НИИ). Так, в составе отделения общественных наук НАН есть опытно-научный институт экономики. Специализированные НИИ есть также в других отделениях НАН. Они возглавляют развитие науки в этой области знаний, в них сосредоточены ведущие научные силы.

Кроме НАН в Украине функционируют государственные отраслевые академии - Украинская академия аграрных наук, в составе которой есть Научно-исследовательский институт аграрной экономики; Украинская академия медицинских наук, Украинская академия архитектуры и строительства и др. В составе отраслевых академий есть НИИ разного профиля и соответственно области науки.

В Украине функционируют специализированные академии, которые объединяют ученых на общественных основах по профилю их научной деятельности. К ним принадлежат Украинская международная академия оригинальных идей, Академия инженерных наук, Украинская технологическая академия и др. Отдельные из этих академий имеют статус международных. Так, Украинская международная академия оригинальных идей, как общественная научная организация объединяет ученых, изобретателей и рационализаторов Украины и зарубежных стран, которые своими научными идеями изобретениями опередили время и сделали весомый вклад в развитие науки и техники. Академия в своем составе имеет НИИ, выдает несколько научных журналов - "Идея", "Дарование", "Аукцион оригинальных идей" и др.

В Украине действует значительное количество отраслевых НИИ, подчиненных министерствам и ведомствам. Так, НИИ экономики подведомственный Министерству экономики Украины, НИИ финансов - Министерству финансов Украины, НИИ статистики - Министерству статистики Украины и др. В отраслевых НИИ неэкономического профиля (НИИ черной металлургии, химии, строительства и др.) являются научно-исследовательские подразделения, которые выполняют исследования по темам экономического профиля (отделы, лаборатории). Научно-исследовательские



учреждения отраслевого подчинения проводят научные исследования преимущественно прикладного характера, в которых имеет потребность область, к которой они относятся. В частности, эти НИИ выполняют в особенности сложные и трудоемкие научно-исследовательские работы, которые нуждаются в объединении усилий коллектива ученых (разработка методик прогнозирования развития области, предотвращение инфляции и банкротства и др.). Соответственно направлению НИИ определяется его структура: создаются отделы, лаборатории, секторы, которые большей частью возглавляют ведущие ученые в этой области знаний.

Высшие учебные заведения (университеты, академии, институты) имеют специальные подразделения, которые выполняют научно-исследовательские работы за счет государственных бюджетных и хозрасчетных средств. Выполняют исследования профессорско-преподавательские работники с привлечением студентов, а также ученых на конкурсной основе. Тематика исследований в этих учреждениях формируется по профилю вуза, его факультетов и кафедр на договорных началах с предприятиями, организациями или в форме государственного заказа.

Кадры науки подготавливают высшие учебные заведения и научно - исследовательские учреждения.

Соответственно Закону Украины об образовании в Украине установлена система научных степеней и ученых званий. Выпускникам колледжа, института, университета по результатам квалификационной работы присуждается первая научная степень - бакалавра соответствующей специальности.

Выпускникам института, академии, университета, других к ним приравненных учебных заведений по результатам защиты квалификационной работы присуждается вторая научная степень - магистра соответствующей специальности.

Научные степени кандидата и доктора наук присуждаются специализированными учеными советами высших учебных заведений в установленном порядке по результатам защиты диссертации.

Ученые звания доцента, профессора, старшего научного сотрудника присваиваются учеными советами высших учебных заведений и утверждаются в установленном порядке.

Научная деятельность в системе высшего образования является составной частью подготовки специалистов и осуществляется научными коллективами, отдельными учеными по договорам, контрактами, государственным заказами, программами, проектами. С этой целью создаются научные, научно-производственные подразделения, объединения,

ассоциации, технологические центры новых информационных технологий, научно-технического творчества и прочие формирования.

Докторская диссертация - это работа, в которой сформулированы и обоснованы научные положения, которые характеризуются как новое направление в соответствующей области науки или осуществлено теоретическое обобщение и решение большой научной проблемы, которая имеет большое народнохозяйственное и социально-культурное значения.

Ученые, которые работают в вузе, аттестуются тремя учеными званиями. На первом этапе, если специалист приступает к педагогической работе в вузе, его назначают на должность ассистента. Кандидаты наук, которые имеют определенный стаж работы в вузе и проявили себя как способные педагоги и ученые, избранные по конкурсу советом вуза на должность доцента, получают это звание после соответствующего утверждения. Доктора наук, которые имеют научно-педагогический стаж работы в вузе, избранные по конкурсу советом вуза на должность профессора, получают это звание также после соответствующего утверждения. Сотрудникам НИИ присваивается звание младшего научного сотрудника советом института и старшего научного сотрудника.

Наиболее выдающиеся ученые выбираются собранием НАН Украины, отраслевыми и общественными академиями членами-корреспондентами и, соответственно, действительными членами-академиками. Научным работникам и работникам высшей школы за большие заслуги в науке и педагогике присваиваются почетные звания “Заслуженный деятель науки и техники Украины”, “Заслуженный работник высшей школы” и др.

Для подготовки научно-педагогических и научных кадров в Украине существует докторантура, аспирантура и магистратура. Докторантура, как высшая ступень единой системы непрерывного образования, создается при высших учебных заведениях, научных учреждениях и организациях, которые имеют необходимую научную и материальную базу. Открытие и закрытие докторантуры, контроль за ее деятельностью осуществляет Министерство Украины, а в академических научных учреждениях - президиум НАН и другие академии.

В докторантуру принимаются граждане Украины, кандидаты наук, которые имеют научные достижения в избранной области науки. Граждане других государств могут быть зачислены в докторантуру по договорам с вузами, научными учреждениями, составленными на международной основе или частными лицами.

Срок подготовки в докторантуре не должен превышать трех лет. Тема докторской диссертации утверждается не позднее трехмесячного срока после зачисления кандидата в докторантуру. За время пребывания в

докторантуре кандидат на получение ученой степени на доктора наук должен подготовить и защитить на специализированном ученом совете диссертацию.

Аспирантура является основной формой подготовки научно-педагогических и научных кадров. К аспирантуре принимаются граждане Украины, которые имеют высшее образование и квалификацию специалиста, магистра. Граждан других стран можно принимать к аспирантуре по договорам, которые составляются с вузами, НИИ или соответственно по межгосударственным и межправительственным соглашениям.

Аспирантура функционирует при высших учебных заведениях, научных учреждениях, которые имеют необходимую научную и материальную базу. Срок обучения в аспирантуре с отрывом от производства не должен превышать трех лет, а в аспирантуре без отрыва от производства - 4-х лет.

Завершается обучение в аспирантуре на специализированном ученом совете диссертацией, на получение ученой степени кандидата наук.

Аналогично аспирантуре в вузах функционирует магистратура, в которую принимают лица, которые имеют степень бакалавра. После завершения обучения в магистратуре магистрант защищает завершённую работу перед специализированным советом на получение звания магистра по определенной специальности.

Итак, организация науки и подготовка научных кадров подчинены созданию единой системы науки и ее кадрового обеспечения.

## **2 ВЫБОР ТЕМЫ, ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. СТАДИИ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Методы обоснования тем научных исследований**

В научно-исследовательской работе различают научные направления, проблемы и темы.

Под **научным направлением** понимают сферу научных исследований научного коллектива, посвященных решению каких-либо крупных фундаментальных теоретически-экспериментальных задач в определенной отрасли науки. Успех научной работы, эффективность ее во многом зависят от того, насколько удачно обосновано научное направление.

Структурными единицами направления являются комплексные программы и проблемы, темы и вопросы.

**Комплексная проблема** включает несколько проблем.

Под **проблемой** понимают сложную научную задачу, которая охватывает значительную область исследования и имеет перспективное значение. Полезность таких задач и их экономический эффект иногда можно определить только ориентировочно.

Проблема состоит из ряда тем.

**Тема** – научная задача, охватывающая определенную область научного исследования. Она базируется на многочисленных

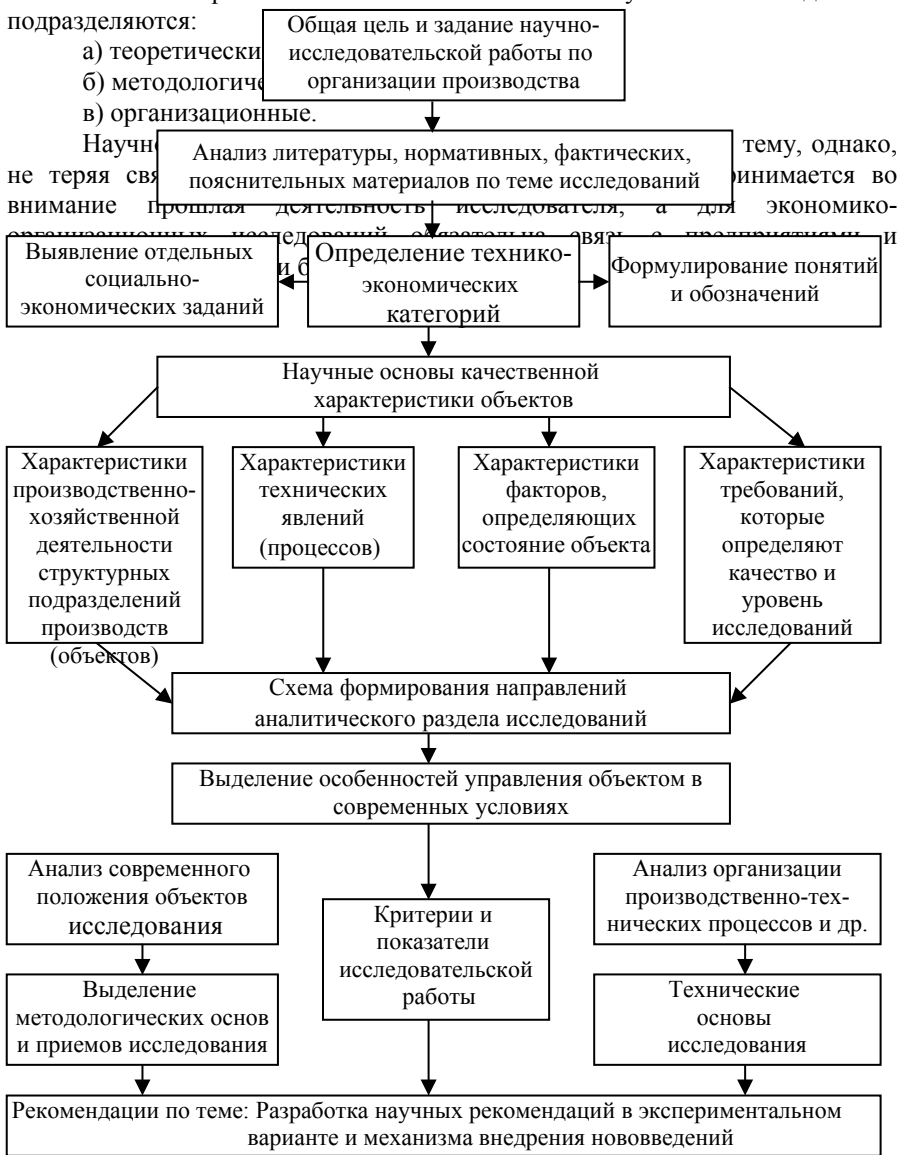
исследовательских вопросах. Под **научными** вопросами понимают более мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной области научного исследования. Результаты решения этих задач имеют не только теоретическое, но, главным образом, и практическое значение, поскольку можно сравнительно точно установить ожидаемый экономический эффект.

При разработке темы или вопроса выдвигается конкретная задача в исследовании: разработать новый материал, машину, конструкцию.

По конкретной экономике темы научных исследований подразделяются:

- а) теоретически
- б) методологически
- в) организационные.

Научное исследование проводится с учетом прошлой деятельности исследователя, а для экономико-организационных исследований с учетом производственных и организационных условий. Научное исследование проводится с учетом прошлой деятельности исследователя, а для экономико-организационных исследований с учетом производственных и организационных условий.



## Рисунок 2.1 - Модель научно-исследовательской работы по изучению организации производства

Исследователь, особенно аспирант, должен сам избирать тему исследования, делать ее обоснование в части предполагаемой новизны (выставляя гипотезы).

Этапы постановки проблемы:

1. Формулирование проблемы.
2. Разработка структуры проблемы.
3. Актуальность проблемы.

Тема должна иметь научную новизну, вносить вклад в науку, соответствовать профилю научного коллектива (ВУЗ, НИИ, отдел, кафедра). Желательно в коллективе иметь несколько непрофильных тем (10%), это может вызвать энтузиазм.

Важной характеристикой темы является возможность быстрого внедрения в производство.

Выбору темы должно предшествовать тщательное ознакомление с отечественными и зарубежными литературными источниками данной и смежной специальностей.

После ознакомления с темой научный работник делает доклад руководителю и коллективу, в котором обосновывает постановку вопроса и его состояние на момент изучения темы.

Для оценки народнохозяйственной необходимости разработки тем необходимо определить коэффициент экономической эффективности.

$$K_{\text{э}} = \frac{C_r \sqrt{T}}{Z_0},$$

где  $C_r$  – стоимость продукции за год после освоения научного исследования и внедрения в производство;

$Z_0$  – общие затраты на выполнение научного исследования;

$T$  – продолжительность производственного внедрения, в годах.

Важнейшим критерием перспективности темы является ее экономичность. Однако, надо учитывать и другие показатели. В этом случае наиболее достоверной является экспертная оценка.

## **2.2 Порядок построения, изложения и оформления научно-исследовательской работы (НИР)**

Основанием для проведения НИР является договор.

Техническое задание (ТЗ) должно состоять из следующих разделов:

1. Основание для проведения работ.
2. Цель и исходные данные для проведения работ.
3. Этапы НИР.
4. Основные требования к НИР.
5. Способ реализации результатов НИР.
6. Перечень технической документации, предъявляемой по окончании работ.
7. Порядок рассмотрения и приема НИР.
8. Технико-экономическое обоснование (ТЭО).
9. Приложения.

## **2.3 Составление технико-экономического обоснования (ТЭО) на проведение научно-исследовательских работ**

Высокая эффективность темы может быть достигнута при условии, что еще до ее разработки выполнено ТЭО. Поэтому непременным условием перед проведением исследований по выбранной теме является проведение ТЭО на НИР или опытно-конструкторскую разработку (ОКР) с осуществлением предварительной и системной проработки на новизну и перспективность.

Цель составления ТЭО – установить данные в новейших достижениях науки и техники по рассматриваемой теме на Украине и за рубежом.

В нем обосновывается народнохозяйственная потребность, предполагаемые объекты внедрения, ожидаемые технико-экономические и социальные результаты.

Состав ТЭО включает в себя такие разделы: исходные положения, результаты предварительно выполненных патентных поисков на новизну и перспективность, народно-хозяйственная необходимость, объем и место внедрения, технико-экономические и социальные результаты.

В первом разделе ТЭО указывают причины разработки темы, что послужило основанием для ее выполнения. Основу раздела составляет литературный обзор, в котором описывается уже достигнутый уровень исследований и полученные результаты. Особое внимание уделяется еще нерешенным вопросам, обосновывается актуальность, значимость и важность работы для отрасли и народного хозяйства страны.

Такой обзор позволяет обосновать задачи исследования, описать приемственные методы решения и аргументировать возможность применения новых, более прогрессивных методов и методик математического аппарата и ЭВМ.

Далее разрабатывают общую методологию проведения исследований, выделяют даты, планируют получение конечной продукции в результате выполнения темы, расчетный экономический эффект.

Таким эффектом является уменьшение ассигнований капложений, снижение себестоимости продукции и работ, рост производительности труда, повышение качества продукции, улучшение условий труда и т.д.

Патентную проработку проводят за последние 5...7 лет.

Кроме экономического эффекта в ТЭО необходимо указать предполагаемые социальные результаты, о производительности труда, охраны окружающей среды, производственной санитарии.

**Рабочий план** (в нем отражены календарные сроки начала и окончания работ по этапу, стоимость работ. В плане указываются исполнители).

В рабочем плане предусматривается выдача в определенные сроки оформленных результатов (анкетные обследования, хронометражи, измерения, расчеты).

## 2.4 Стадии исследований



Все, что было указано, составляет подготовительную стадию, в которую входят, помимо ТЭО, программа исследований, план исследований, методика исследований и рабочий план.

**Программа** – указывается исполнитель (отдел, лаборатория, кафедра), заказчик, задачи, содержание, методы, определенные результаты.

**ТЭО** рассматривалось выше. Также оно включает наименование темы, проблемы, данные о заказчике, научном руководителе, какая НИР (теоретическая, поисковая, прикладная, конструкторская), сметную стоимость, сроки выполнения, место и время возможного внедрения.

**План исследования** – состоит из введения, разделов и глав, которые содержат содержательные заголовки, заключение.

В плане определяются предприятия, на базе которых будут выполняться исследования, уточнено время командировок, предусматриваются средства сбора информации.

**Методику исследования** характеризуют различные методы и приемы, которые предполагается применить по данной теме.

О рабочем плане было сказано выше.

На подготовительной стадии ведется работа по созданию условий, необходимых для выполнения исследований (материально-техническая база).

**Стадия исследования** включает создание новой информации и преобразование ее с применением новейших средств вычислительной техники – ЭВМ, теоретических, эмпирических и специальных методов в процессе научного исследования.

**Создание новой информации** состоит в проведении наблюдений и выборе оценочных критериев исследуемых экономических процессов, а также сборе и группировке информации. При этом предусматривается изучение технологических процессов, применяемых прогрессивных средств производства (автоматизированных линий, станков с программным управлением и т.п.), экономичных видов сырья, использование достижений технического прогресса в управлении производством, применение новейших методов и технических средств в планировании, учете, контроле и экономическом анализе производственной и финансовой деятельности предприятий, отрасли и народного хозяйства в целом.

Это позволяет выявить положительные и отрицательные факторы, влияющие на функционирование объекта исследования и определить, какими критериями их следует измерять.

Преобразование информации на ЭВМ согласно методике исследования включает алгоритмизацию и постановку задач, программное обеспечение их решения и выдачу информации.

**Выполнение исследований** с применением теоретических и эмпирических методов включает следующие этапы:

- доказательство гипотез – приведение собранной информации в систему;
- формулирование выводов и рекомендаций, выбор методов проверки достоверности результатов;
- научный эксперимент – проверка предварительных результатов исследований путем их апробации в производственных и лабораторных условиях;
- корректировка результатов исследований;
- литературное изложение результатов исследования (отчет о НИР, диссертация, публикация промежуточных данных).

**Стадия внедрения** предусматривает апробацию и внедрение результатов научных исследований.

Апробация состоит в коллективном обсуждении выполненного научного исследования на научно-технических советах, публикаций на конференциях, семинарах. Внешнее рецензирование внедрения.

Результаты внедрения оцениваются актом внедрения, а также осуществлением авторского надзора за производственным внедрением результатов научно-технических исследований.

## 2.5 Информационное обеспечение

**Информация** – это совокупность каких-либо сведений, данных о состоянии или изменении объектов реального мира.

Научная коммуникация основана на контактах людей, обусловленных проведением научных исследований.

*Виды контактов:*

- *рабочий* – между учеными одного научного подразделения (НИИ, лаборатории, кафедры);
- *информационный прямой* – на научных конференциях, симпозиумах, семинарах;
- *информационный косвенный* – переписки, обмен публикациями;
- *информационный опосредованный* – через специальную научную литературу, радио, телевидение, кино.

**Источники информации** по теме организации и экономики производства делятся на:

- **нормативные** - акты по учету, анализу, контролю, статистике, ЦСУ Украины, министерств.
- **литературные:**

а) материалы по экономическому развитию страны;

б) монографии, учебники, рефераты, сборники, тезисы докладов;

- **планово-учетные** – экономическое и социальное развитие акционерного общества (потребность сырья, фонд зарплаты и т.д.), бухгалтерские учетные документы и отчетность.

Кроме того, в научных исследованиях источники информации группируются по хронологическому и тематическому признакам.

Например, по тематическому признаку – управление народным хозяйством, экономический анализ и т.д.

В практике экономических исследований возникает потребность в *группировке источников информации по признакам:*

- *языковому* – по языковой однородности;

- *географическому* – отечественные и зарубежные источники;

- *авторской принадлежности*.

По крупной проблеме источники информации группируются по предметной системе классификации. Например, группируются разделы по планированию потребности материальных ресурсов, по использованию трудовых ресурсов и т.д.

Характерной чертой развития современной науки является рост новых научных данных. Ежегодно в мире издается около 0,5 млн. книг по различным вопросам, несколько миллионов публикаций, регистрируется несколько сот тысяч диссертаций.

Много информации содержится в виде рукописей (депонированная рукопись в ГНТБ Украины). Информация имеет свойство «стареть». Это объясняется появлением новой печатной и неопубликованной информации или уменьшением потребности в данной информации.

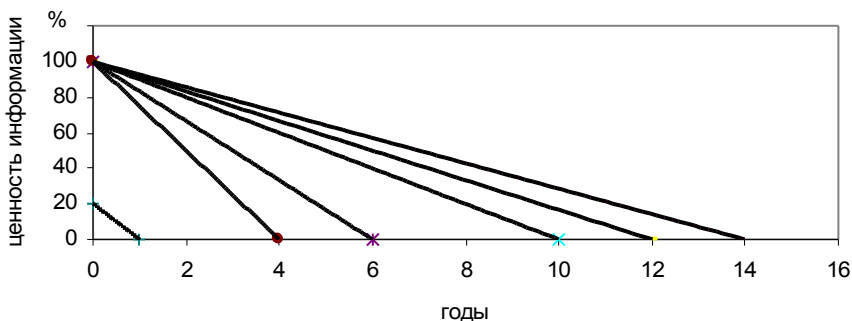


Рисунок 2.2 - Закономерности старения информации

На рисунке приведены закономерности «старения» информации. Интенсивность падения ценности информации («старения») ориентировочно составляет 10% в день для газет, 10% в месяц для журналов, 10% в год для книг.

Отыскать новое, передовое, научное в решении данной проблемы — сложная задача не только для одного научного работника, но и для большого научного коллектива.

Неудовлетворительное использование мировой информации приводит к дублированию исследований. Количество повторно изучаемых данных достигает в различных областях научно-технического творчества от 60 до 80%, а это потери, которые в США, например, оцениваются многими миллиардами долларов ежегодно.

К основным учреждениям информации Украины относят: ГНТБ Украины, областная библиотека им. Н. Крупской, ЦНТБ в г. Донецке, Украинский институт научно-технической и экономической информации, Державне патентне відомство України.

## 2.6 Информационный поиск

После выбора и технико-экономического обоснования темы производят информационный поиск (совокупность операций, направленных на отыскание литературы по разрабатываемой теме). Цель поиска — всесторонний анализ информации по теме, освещение состояния вопроса (составление аналитического обзора), уточнение при необходимости темы, обоснование целей и задач научных исследований.

Поиск включает два этапа: отыскание необходимой информации и проработку источников.

*Поиск может быть:*

- *ручным*, т.е. по обычным библиографическим карточкам, картотекам, печатным указателям;
- *автоматизированным*, с помощью ЭВМ.

Информационный поиск осуществляется с помощью информационно-поискового языка (ИПЯ). Он представляет собой смысловую систему символов и правил их сочетания. В ИПЯ применяют различные варианты.

Наибольшее распространение получили универсальная десятичная классификация документов информации (УДК), ББК.

УДК разделяет все области знаний на 10 отделов, каждый из которых делится на 10 подразделов, а подраздел – на 10 меньших частей.

Например, учебное пособие для ВУЗов «ОНИ» имеет индекс по УДК 001.8(07), который расшифровывается следующим образом:

001 – наука в целом ;

001.8 – общие методы, научный анализ и синтез;

(07) – материалы для преподавания.

Затем возникла классификация ББК (библиотечно-библиографическая классификация), которая имеет более развитую систему. Основные деления ББК распределяет по 21 отделу (например, У – экономика), отделы на разделы и т.д.

Методика и техника научно-исследовательской работы в области экономики и экономических исследований в ББК группируется в отдельном подразделе, который включает основные типовые деления методики и техники исследований, а также передовой опыт производственной работы.

В настоящее время УДК чаще применяется в технических науках, ББК – в экономических.

## **2.7 Анализ информации и формулирование задач научного исследования**

**Анализ информации** – одна из важнейших задач. Всю информацию необходимо классифицировать и систематизировать.

Для этого целесообразно в истории разработки данной темы выделить научные этапы, которые характеризуются качественными скачками.

На каждом этапе литературные источники нужно подвергнуть тщательному критическому анализу. Для этого необходимо иметь определенную эрудицию и уровень знаний.

Анализ должен быть критичным. Критику недостатков (методов, методик, формул, принципов и т.д.) следует производить корректно, интеллигентно, приводя обоснованные аргументы.

В процессе активного анализа возникают следственные соображения и мнения, выявляющие наиболее актуальные вопросы, подлежащие исследованию в первую и вторую очереди, формируются представления. Все это постепенно формирует фундамент будущей гипотезы научного исследования.

Весь объем информации систематизируют по вопросам разрабатываемой темы. При этом рассматривают последние издания научно-технической информации, по возможности монографии.

Этот вариант отбора информационных источников более прост, его чаще применяют, т.к. он требует меньших затрат времени.

Руководящей идеей всего анализа информации должно быть обоснование актуальности и перспективности предполагаемой цели научного исследования. Каждый источник анализируют с точки зрения исторического научного вклада в решение и развитие данной темы. При этом тщательно разбирают роль теории, эксперимента и ценности производственных рекомендаций.

На основании результатов проработки информации делают методологические выводы, в которых проводят итог критического анализа. В выводах должны быть освещены следующие вопросы: актуальность и новизна темы; последние достижения в области теоретических и экспериментальных исследований по теме (на Украине и за рубежом); важнейшие, наиболее актуальные теоретические и экспериментальные задачи, а также производственные рекомендации, подлежащие разработке в данный момент, целесообразность и экономическая эффективность этих разработок.

На основе указанных выводов формулируют в общем виде цели и конкретные задачи научного исследования. Обычно количество задач, подлежащих исследованию по теме одним научным сотрудником колеблется от 3 до 5...8.

При этом важная роль принадлежит научному руководителю. Он ограничивает и направляет поиск, помогает разобраться (особенно начинающему) научному работнику в огромном потоке информации, отбросить второстепенные источники.

## **3 МЕТОДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3.1 Общие аспекты**

Теоретические исследования должны быть творческими, их целью является получение новой, ценной информации.

Опровергнуть существующие или создать новые научные гипотезы, глубоко объяснить процессы или явления, которые раньше были непонятными или слабоизученными, связать воедино различные явления, т.е. найти стержень изучаемого процесса, научно обобщить большое количество опытных данных – все это невозможно без теоретического творческого мышления.

Творческий процесс совершенствует известное решение. Совершенствование является процессом непрерывным. Когда переработка достигает границ, определенных ранее поставленной целью, создается продукт умственного труда, например, гипотеза исследования, т.е. научное предвидение.

Процесс совершенствования приводит к своеобразному, оригинальному решению. Оригинальность проявляется в самостоятельной, неповторимой точке зрения на процесс или явление.

Теоретическое исследование имеет несколько стадий:

Выбор проблемы, знакомство с известными решениями, отказ от известных путей решения аналогичных задач, перебор различных вариантов решения, решение.

Творческое решение часто не укладывается в заранее намеченный план.

Иногда оригинальное решение появляется «внезапно», после казалось бы длительных и бесплодных попыток. Часто удачные решения возникают у специалистов смежных областей, на которых не давит груз известных решений. Творческий процесс представляет по существу разрыв привычных представлений и взглядов на явление с другой точки зрения.

Собственные творческие мысли, оригинальные решения возникают тем чаще, чем больше сил, труда, времени затрачивается на постоянное обдумывание объекта исследования, чем глубже научный работник увлечен исследовательской работой.

Успешное выполнение теоретических исследований зависит не только от кругозора, настойчивости и целеустремленности, но и от того, в какой мере он владеет методами и способами научного исследования.

### **3.2 Модели исследований**

Первичными в познании сущности процессов выступают наблюдения. Любой процесс зависит от многих действующих на него факторов. Каждое наблюдение или измерение может зафиксировать только некоторые из них.

Для того, чтобы наиболее полно понять процесс, необходимо иметь большое количество наблюдений и измерений. Выделить главное и затем



глубоко исследовать процессы или явления с помощью обширной, не систематизированной информации затруднительно. Поэтому такую информацию стремятся «сгустить» в абстрактное понятие – модель.

Под **моделью** понимают искусственную систему, отражающую с определенной степенью точности основные свойства изучаемого объекта – оригинала. Модель находится в определенном соответствии с изучаемым объектом, может заменить его при исследовании и позволяет получить информацию об изучаемом объекте.

Метод моделирования – изучение явлений с помощью моделей – один из основных в современных исследованиях.

Различают физическое и математическое моделирование.

Модели могут быть физические, математические, натурные.

**Физические** модели позволяют наглядно представить протекающие в действительности процессы. С помощью физических моделей можно изучать влияние отдельных параметров на течение физических процессов.

**Математические модели** позволяют количественно исследовать явления, порой трудно поддающиеся изучению на физических моделях.

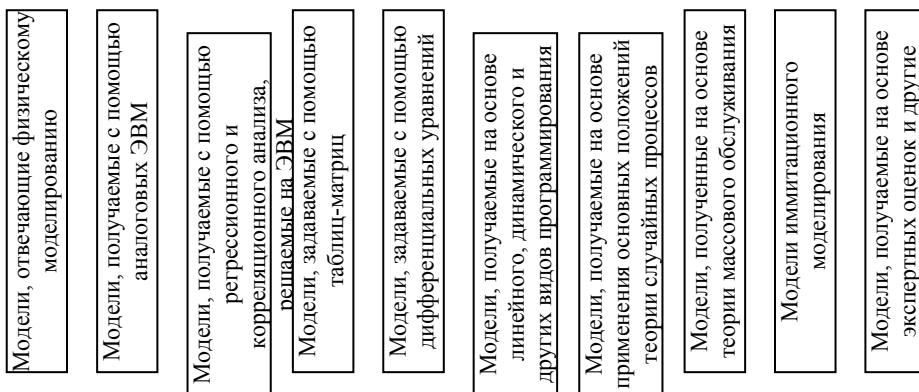


Рисунок 3.1 – Спектр математических моделей, применяемых при решении задач исследований

**Натурные модели** представляют собой масштабно изменяемые объекты, позволяющие наиболее исследовать процессы, протекающие в натуральных условиях.

Стандартных рекомендаций по выбору и построению моделей не существует.

Модель должна отображать существенные явления процесса. Мелкие факторы, излишняя детализация, второстепенные явления и т.п. лишь

усложняют модель, затрудняют теоретические исследования, делают их громоздкими, нецеленаправленными. Поэтому модель должна быть оптимальной по своей сложности, желательно наглядной, но, главное, адекватной, т.е. описывать закономерности изучаемого явления с требуемой точностью. Естественно, что при построении модели необходимо учитывать особенности исследуемого явления: линейность и нелинейность, детерминированность и случайность, непрерывность и дискретность и др.

В последнее время широкое распространение получили модели, обеспечивающие оптимизацию технологических процессов и их управления. Рассмотрим транспортную задачу.

### Пример №1

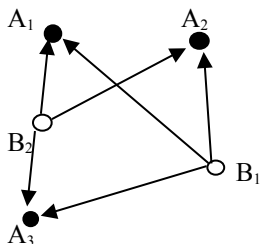


Рисунок 3.2 – Схема транспортных связей  
 А – объекты строительства  
 В – карьеры

Имеется А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub> – объектов строительства, потребляющих соответственно а<sub>1</sub>, а<sub>2</sub>, а<sub>3</sub> щебня.

В местах В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> есть притрассовые карьеры с запасами щебня b<sub>1</sub> и b<sub>2</sub>. При этом

$$a_1 + a_2 + a_3 = b_1 + b_2$$

Стоимость единицы продукции из карьера В<sub>1</sub> на объект А<sub>1</sub> равна с<sub>11</sub>, А<sub>2</sub> – с<sub>12</sub>, А<sub>3</sub> – с<sub>13</sub>.

Количество щебня x<sub>ij</sub>, транспортируемое на объект А<sub>i</sub> из карьера В<sub>j</sub> взаимосвязано с другими величинами системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{11} + x_{21} = a_1; \\ x_{12} + x_{22} = a_2; \\ x_{13} + x_{23} = a_3; \\ x_{11} + x_{12} + x_{13} = b_1; \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} = b_2. \end{array} \right. \quad (3.1)$$

В системе 3.1 первое уравнение означает количество щебня, транспортируемое из карьеров В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> на объект А<sub>1</sub>; второе – на объект А<sub>2</sub>.

Последнее уравнение – количество щебня, доставленное на объекты А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub> из карьера В<sub>2</sub> и т.д.

Все необходимые данные сведены в матрицу условия задачи (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Матрица условия задачи

Карьеры	Объекты			Запасы
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	
V <sub>1</sub>	c <sub>11</sub> x <sub>11</sub>	c <sub>12</sub> x <sub>12</sub>	c <sub>13</sub> x <sub>13</sub>	b <sub>1</sub>
V <sub>2</sub>	c <sub>21</sub> x <sub>21</sub>	c <sub>22</sub> x <sub>22</sub>	c <sub>23</sub> x <sub>23</sub>	b <sub>2</sub>
Общая потребность	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	-

Задача имеет много решений, т.к. есть шесть неизвестных в системе (3.1), состоящей из 5 уравнений.

Требуется определить наиболее выгодный (экономический) вариант перевозки щебня. В этом случае численными методами с помощью линейного программирования и ЭВМ находят функцию, которая удовлетворяет условию:

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} = \min . \quad (3.2)$$

Уравнения 3.1 и 3.2 – математическая модель, позволяющая оптимизировать транспортный процесс. Физическая модель – рисунок 3.2.

### Пример №2

Цех изготавливает два вида изделий А и В.

На изготовление изделия А требуется 5 кг стали и 9 кг меди. Для изготовления изделия В требуется 10 кг стали и 3 кг меди. Реализация одного изделия А дает цеху доход в 200 грн, а изделия В – 150 грн.

Требуется найти оптимальный план X\* выпуска изделий вида А и В, при котором цех будет получать максимальный доход.

Запасы ресурсов приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Нормы потребления сырья для производства моделей

Ресурсы	Потребители		Суточный лимит расхода материалов
	Количество изделий А (X <sub>1</sub> )	Количество изделий В (X <sub>2</sub> )	
Сталь	a <sub>11</sub> = 5	a <sub>12</sub> = 10	b <sub>1</sub> = 500
Медь	a <sub>21</sub> = 9	a <sub>22</sub> = 3	b <sub>2</sub> = 270
Доход от одного изделия	c <sub>1</sub> = 200	c <sub>2</sub> = 150	-

1. Составляем линейную форму (модель задачи)

$$\max L = C_1X_1 + C_2X_2 = 200X_1 + 150X_2, \quad (3.3)$$

где  $X_1$  и  $X_2$  – количество изготавливаемых изделий А и В.

2. Формируем ограничения по переменным:

$$\left. \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 5x_1 + 10x_2 \leq 500 \\ 9x_1 + 3x_2 \leq 270 \end{array}$$

$$X^* |16;42|$$

Для получения наибольшего дохода цех должен производить 16 деталей вида А и 42 детали вида В.

Оптимальному плану отвечает следующее наибольшее значение линейной формы:

$$\max L = 200 \cdot 16 + 150 \cdot 42 = 9500 \text{ грн.}$$

Большой интерес представляет кибернетическая модель «черного ящика», описывающая систему, структура которой неизвестна и недоступна для наблюдения. Известны лишь «X» ввод и «Y» вывод.

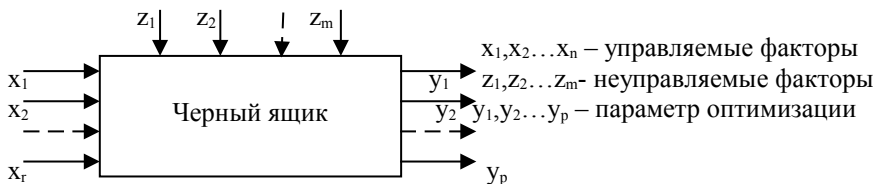


Рисунок 3.3 – Схема «черного ящика».

Задача сводится к подбору таких значений, которые обеспечили бы соответствующие (в большинстве случаев оптимальные) значения Y.

### Пример №3



Рисунок 3.4 – Модель принятия решения о покупке (маркетинг).

Статистическим путем можно построить модели исследуемого процесса. Во многих случаях для построения таких моделей целесообразно использовать метод математического планирования эксперимента (будет рассмотрен позднее).

Анализ многообразных физических моделей изучаемых процессов исследуется **математическими методами**, которые могут быть разделены на такие **группы**:

**Аналитические методы исследования** (элементарная математика, дифференциальные и интегральные уравнения и т.д.).

**Методы математического анализа с использованием эксперимента** (методы аналогий, подобия).

**Вероятностно-статистические методы** исследования (математическая статистика, дисперсионный и корреляционный анализы, метод Монте-Карло и другие, используемые для изучения случайных процессов – дискретных и непрерывных).

**Методы системного анализа** (исследование операций, теория массового обслуживания, теория управления и т.д.). Они применяются для исследования сложных моделей – систем с многообразными и сложными взаимосвязями элементов.

Большое влияние на развитие математических методов, особенно в прикладной математике оказали ЭВМ, с созданием которых связывают новый современный этап математики.

Использование ЭВМ многократно ускоряет математические преобразования и вычисления, но в тоже время не освобождает исследователя от необходимости владеть математическим аппаратом.

Иногда построение физических моделей и математическое описание явления невозможно. Однако и при этом необходимо сформулировать рабочую гипотезу, проиллюстрировать ее графиками, таблицами, предположить и оценить результаты, которые должны быть получены на основе этой гипотезы, спланировать и провести научную работу.

### 3.3 Аналитические методы

В исследованиях часто используют аналитические методы, с помощью которых устанавливают математическую зависимость между параметрами изучаемого объекта. Эти методы позволяют глубоко и всесторонне изучить исследуемые процессы, установить точные количественные связи между аргументами и функциями, глубоко проанализировать исследуемые явления. При этом широко применяют элементарные функции и уравнения, особенно когда стремятся упростить исследуемую модель и получить приближенные решения поставленной задачи.

### Пример №4

Степень удовлетворения спроса на автомобили (джипы) и основные тенденции его развития.

1. Модель прогнозирования – прямая.

Спрос в основном удовлетворяется и растет равномерно

Гипотеза развития рынков: при должном одновременном обновлении изделия тенденция роста сохраняется.

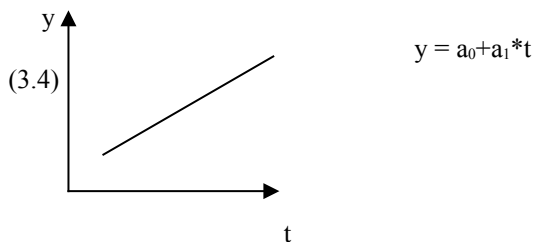


Рисунок 3.5 – Прямая

2. Модель прогнозирования – гипербола.

Спрос удовлетворяется и снижается.

Гипотеза развития рынков: товар вытесняется с рынка другими товарами или покупается определенным контингентом населения, численность которого уменьшается.

Тенденция сохраняется в будущем.

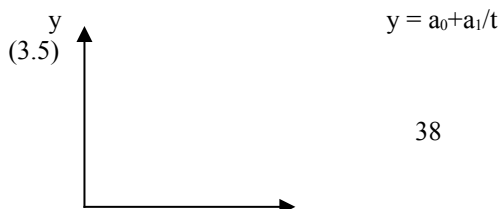




Рисунок 3.6 – Гипербола

### 3. 4 Вероятностно-статистические методы исследований

Во многих случаях необходимо исследовать случайные (вероятностные) процессы. Те или иные события могут произойти или не произойти. В связи с этим приходится анализировать случайные, вероятностные или стохастические связи, в которых каждому аргументу соответствует множество значений функций. Наблюдения показали, что несмотря на случайный характер связи, рассеивание имеет вполне определенные закономерности. Для таких статистических законов теория вероятностей позволяет предсказать исход не одного какого-либо события, а средний результат случайных событий и тем точнее, чем больше анализируемых явлений.

Несмотря на случайный характер событий, они подчиняются определенным закономерностям, рассматриваемым в теории вероятностей. Теория вероятностей является математическим отражением законов, изучает случайные события и базируется на показателях:

**Совокупность** – множество однородных событий. Совокупность случайной величины  $X$  составляет первичный статистический материал.

Совокупность, содержащая самые различные варианты массового явления, называется генеральной совокупностью или большой выборкой  $N$ .

С выборкой 1500 респондентов работает институт Геллапа.

**Вероятность**  $P(x)$  события  $X$  называют отношением числа случаев  $N(x)$ , которые приводят к наступлению события  $X$ , к общему числу возможных случаев  $N$ .

$$P(x) = \frac{N(x)}{N} \quad (3.6)$$

Пример: фирме необходимо приобрести компьютеризированный процессор. Необходимо выяснить целесообразность приобретения системы стоимостью \$4000, исходя из ее окупаемости. Чем меньше срок окупаемости, тем лучше.

На первом этапе менеджеры финансового отдела представляют 3 гистограммы.

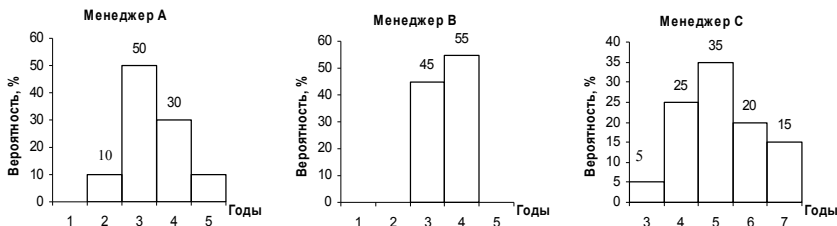


Рисунок 3. 7– Гистограмма окупаемости приобретения текстового процессора

Точка зрения менеджера В самая оптимистическая – система окупится за 4 года при высокой вероятности за каждый год.

Для групповой оценки необходимо вычислить вероятность ожидаемой окупаемости за каждый год.

$$\text{За 3 года: } \frac{50 + 45 + 5}{3} = 33,3\% ;$$

$$\text{За 4 года: } \frac{30 + 55 + 25}{3} = 36,6\% .$$

Таким образом, если 4-х летний срок есть удовлетворительным, то принимается решение о покупке.

Теория вероятностей рассматривает теоретическое распределение случайной величины и их характеристики. Математическая статистика занимается способами обработки и анализа эмпирических событий. Эти две родственные науки составляют единую математическую теорию массовых случайных процессов, широко применяемых для анализа научных исследований.

Общий вид нормального закона распределения представлен на рисунке 3.8



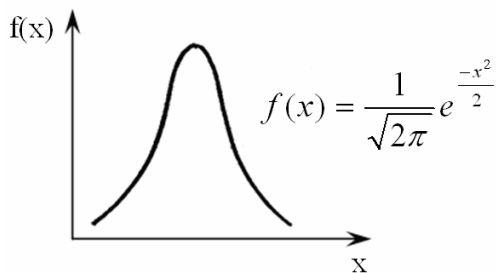


Рисунок 3.8 – Общий вид кривой нормального распределения

Общий вид показательного закона распределения представлен на рисунке 3.9

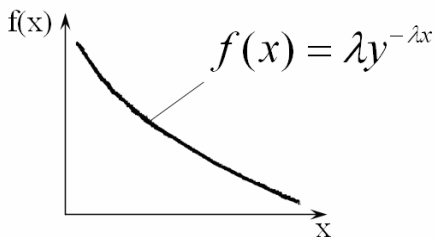


Рисунок 3. 9– Общий вид кривой показательного распределения где  $\lambda$  - плотность или интенсивность событий в единицу времени.

Примером может служить обслуживание автомобилей в ремонтной мастерской и автомобилей на СТО, отказы машин и изделий, длительность телефонных разговоров между диспетчером и передвижными оперативными пунктами.

Краткосрочные события описываются распределением Пуассона (рисунок 3.10):

$$P(x) = \frac{m^x}{x!} e^{-m} = \frac{(\lambda t)^x}{x!} e^{-\lambda t}, \quad (3.9)$$

где  $P(x)$  – вероятность того, что событие в период какого-то испытания произойдет  $x$  раз при очень большом числе измерений  $m$ .

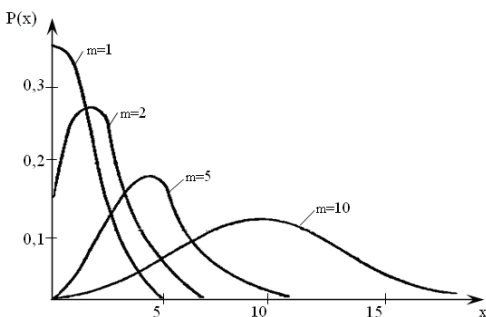


Рисунок 3.10 – Общий вид кривой Пуассона

Исследуя процессы, связанные с постепенным снижением параметров (ухудшение свойств материалов во времени, процессы старения, износные отказы в машинах и т.д.) применяют закон гамма-распределения (рисунок 3.11):

$$f(x) = \frac{\lambda^\alpha}{\alpha!} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x}, \quad (3.10)$$

где  $\lambda, \alpha$  - параметры.

При  $\alpha = 1$  гамма функция превращается в показательный закон.

Для примера:  $1 - \alpha = 1, \lambda = 1$ ;  $2 - \alpha = 3, \lambda = 1$ ;  $3 - \alpha = 4, \lambda = 1,5$ ;  $4 - \alpha = 5, \lambda = 2$ .

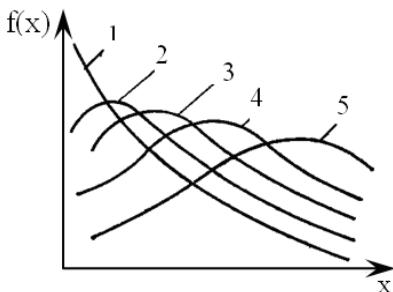


Рисунок 3.11 – Общий вид кривых гамма-распределения

Общий вид кривой распределения Пирсона (рисунок 3.12):

$$f(x) = ae^{dx}(1 + x/b)^{db} \quad (3.11)$$

Из 12 типов этого закона чаще всего применяется третий.

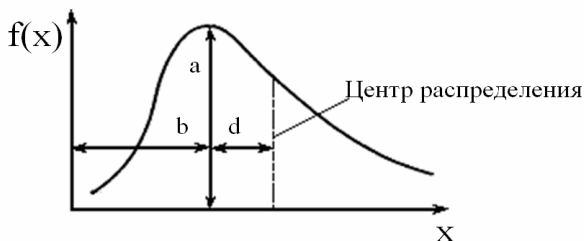


Рисунок 3.12 – Общий вид кривой распределения Пирсона

Закон распределения Вейбулла (рисунок 3.13) имеет вид:

$$f(x) = n\mu^n x^{n-1} e^{-\mu^n x^n}, \quad (3.12)$$

где  $n, \mu$  - параметры закона;

$x$  - аргумент, чаще принимаемый как время.

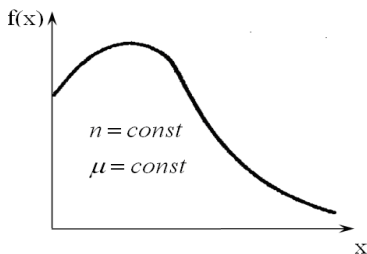


Рисунок 3.13 – Общий вид кривой распределения Вейбулла

Для исследования сложных процессов вероятностного характера применяют метод Монте-Карло, который основан на использовании случайных чисел, моделирующих вероятностные процессы. С помощью этого метода решается довольно обширный круг задач: отыскать наилучший вариант размещения баз, складов; определить оптимальное количество автомобилей, обслуживающих экскаватор, установить наилучшие параметры выпускаемой продукции; уточнить пропускную способность транспортных путей.

### 3.5 Методы системного анализа

Под **системным анализом** понимают совокупность приемов и методов для изучения сложных объектов – систем, представляющих собой сложную совокупность взаимодействующих между собой элементов. Взаимодействие элементов системы характеризуется прямыми и обратными связями. Сущность системного анализа состоит в том, чтобы выявить эти связи и установить их влияние на поведение всей системы в целом.

Системный анализ используется для исследования движения таких сложных систем, как экономика отдельной отрасли, промышленное предприятие и т.д.

Системный анализ находит широкое применение в маркетинговых исследованиях, поскольку позволяет рассматривать любую рыночную ситуацию как некий объект для изучения с большим диапазоном внутренних и внешних причинно-следственных связей. Так, изменения на рынке потребительских товаров могут быть причиной, с одной стороны, внешних процессов, изменения в сфере рынка средств производства, финансового рынка, международного рынка, а с другой стороны – внутренних процессов: изменения в развитии рынков отдельных тесно взаимосвязанных товаров.

Системный анализ состоит из **4-х этапов**:

1. **Постановка задачи** – определить объекты, цели и задачи исследования, а также задачи объекта и управления им.
2. **Очерчиваются границы изучения системы и определяют ее структуру**– различают замкнутые системы и открытые. При исследовании замкнутых систем внешней средой пренебрегают. Примером замкнутой системы может служить «безотходная технология».
3. **Составление математической модели** (иногда разбивают на подсистемы).
4. **Анализируют математическую модель**, находят ее экстремальные условия в целях оптимизации процессов и управления системами и формулируют выводы.

Оценку оптимизации проводят по критерию оптимизации (минимум, максимум, минимакс), которые могут выражать, например, минимальную стоимость продукции при определенной производительности, максимальный съем продукции с единицы объема материала и т.д.

Известны различные математические методы оптимизации исследуемых моделей: аналитические, градиентные, математическое программирование, вероятностно-статистические и др.

Такие методы используются при управлении запасами на производстве, распределении затрат на рекламу, оптимизации численности вспомогательного персонала в структуре управления.

При решении проблем выбора очередности обслуживания заказчиков, составления графиков поставок товаров применяют ТМО (теория массового обслуживания). Примерами таких ситуаций могут служить ожидание мастера по ремонту оборудования, обслуживание клиентов банка свободным кассиром.

Теория массового обслуживания (теория очередей.) является одним из вероятностно-статистических методов оптимизации.

Возможны различные интерпретации:

- многоканальная система с отказами;
- многоканальная система массового обслуживания с ожиданием в очереди при ограничении длины очереди;
- замкнутые системы (ремонтные мастерские).

Для оптимизации процессов используют методы **теории игр**, которая рассматривает развитие процессов как случайные ситуации. Теория игр – это математическая теория конфликтов. Конфликт заключается в том, что интересы двух сторон не совпадают (борьба интересов) или стороны преследуют противоположные цели.

Разрешению реальных маркетинговых ситуаций, в значительной мере, помогает метод деловых игр. Игровые модели используются для прогнозирования реакции конкурентов на изменения цен, модификацию и освоение новой продукции. Например, если с помощью теории игр руководство установит, что при повышении цен конкуренты не сделают. То же самое, оно, очевидно, откажется от такого шага.

Методы теории игр применяются не только для исследования в буквальном понятии конфликтных ситуаций, но и для решения задач, в которых, например, в качестве «противника» выступает природа. Такие задачи возникают при строительстве различных сооружений, организации работ, организации транспортных процессов в сельском хозяйстве, метеорологии и др.

С помощью теории игр можно оценивать наиболее благоприятные и неблагоприятные ситуации и на основе полученных данных принять оптимальное для данных условий решение. В теории игр важное значение имеет понятие стратегии, под которой подразумеваются правила поведения каждой стороны в ответ на действие другой. Цель игры – обеспечение выигрыша.

Выше были изложены основные методы исследований. Естественно могут быть использованы и другие. В каждом конкретном случае необходимо глубоко ознакомиться с ними в специальной литературе.

## 4 МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 4.1 Методология эксперимента

Наиболее важной составной частью научных исследований является эксперимент.

**Экспериментальное исследование** – один из основных способов получить новые научные знания. В его основе лежит эксперимент, представляющий собой научно-исследовательский опыт или наблюдение явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за его ходом, управлять им, воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий. От обычного, пассивного наблюдения эксперимент отличается активным воздействием исследователя на изучаемое явление.

**Основная цель эксперимента** – проверка теоретических положений (подтверждение рабочей гипотезы), а также более широкое и глубокое изучение темы научного исследования. Эксперимент должен быть проведен по возможности в кратчайший срок с минимальной затратой материальных и денежных средств при самом высоком качестве полученных результатов.

Различают **эксперименты**:

**Естественные** – характерны для социальных явлений, например, в обстановке производства.

**Искусственные** – широко применяются во многих отраслях.

Иногда возникает необходимость провести поисковые исследования. Они необходимы в том случае, если затруднительно классифицировать все факторы, влияющие на изучаемое явление, вследствие отсутствия достаточных предварительных данных.

На основе предварительного эксперимента строится программа исследований в полном объеме.

Экспериментальные исследования делятся на лабораторные и производственные.

**Лабораторные** опыты проводят с применением приборов, специальных установок и т.д. Эти исследования позволяют наиболее полно и добросовестно с требуемой повторностью изучить влияние одних характеристик при варьировании других. Лабораторные опыты при достаточном научном обосновании (математическое планирование) позволяют получить хорошую научную информацию с минимальными

потерями. Однако такие эксперименты не всегда полностью моделируют реальный ход изучаемого процесса. Поэтому возникает необходимость в производственном эксперименте.

**Производственные** экспериментальные исследования имеют целью изучить процесс в реальных условиях с учетом воздействия случайных факторов производственной среды. Такие эксперименты проводят на предприятиях, эксплуатируемых дорогах, зданиях, сооружениях. Здесь имеет место очень тщательное продумывание планирования эксперимента.

Важную роль играет обоснование минимального потребного количества измерений.

Одной из разновидностей производственных экспериментов является собирание материалов в организациях, которые накапливают по стандартным формам те или иные данные. Ценность этих материалов заключается в том, что они систематизированы за многие годы по единой методике. Данные хорошо поддаются обработке методами статистики и теории вероятности.

В ряде случаев производственный эксперимент эффективно проводится анкетированием. Для изучаемого процесса составляют хорошо продуманную методику. Основные данные собирают методом опроса производственных организаций по предварительно составленной системе. Особенно это имеет место в маркетинговых исследованиях рынка.

Например: произвести опрос потенциальных покупателей дорогих американских автомобилей.

Естественно, искать респондентов надо в деловых сферах коммерческих структур, среди представителей класса «ньюришей» и т.д.

Производственные испытания (исследования) могут быть заменены опытами на специальных полигонах.

В зависимости от темы научного исследования объем экспериментов может быть различным. В лучшем случае, для подтверждения рабочей гипотезы достаточно лабораторного эксперимента, в худшем – приходится проводить серию экспериментальных исследований: предварительные (поисковые), лабораторные, полигонные на объекте.

Например, исследование аналитических данных о хозяйственных процессах осуществляется на основании информации, зафиксированной на первичных носителях, сгруппированной в регистрах бухгалтерского учета, а также систематизированной в АБД (автоматизированный банк данных), АСОИ (автоматическая система обработки информации).

Исследуя себестоимость ремонта двигателей по отчетной калькуляции АРП, которую определяют по статьям затрат (материалы, сырье, зарплата производственных рабочих, энергоресурсы, расходы на ТО и др.) документы в процессе производства отклонения фактических расходов над плановыми.

А каждая из статей затрат включает элементы издержек, которые зафиксированы в первичной документации (рапортах о выработке, маршрутных ведомостях и др.). Затем все это обобщается в бухгалтерских регистрах. Исследование элементов затрат позволяет определить (выявить) причины перерасхода материалов, зарплаты (оплата простоев, исправление брака и т.д.) и другие исследуемые затраты. Определяется в абсолютном выражении величина потерь, вызванная каждым фактором, и ее удельный вес в себестоимости изделия.

При этом используется нормативно-справочная, планово-договорная и первичная информация, хранящаяся в АБД и внешних накопителях памяти ЭВМ.

В ряде случаев на эксперимент затрачивается много средств. Производится огромное количество наблюдений, измерений, испытаний, поэтому экспериментатор четко должен обосновывать цель и задачи эксперимента.

Поэтому, прежде чем приступить к экспериментальным исследованиям, необходимо разработать методологию эксперимента.

**Методология эксперимента** – это общие принципы, структура эксперимента, его постановка и последовательность выполнения экспериментальных исследований.

Методология включает следующие этапы:

- разработка плана-программы;
- оценка измерений и выбор средств для проведения эксперимента;
- проведение эксперимента;
- обработка и анализ экспериментальных данных;
- установление адекватности.

Все это характерно для традиционного эксперимента. Наряду с этим широко применяют теорию математического планирования эксперимента, которая будет рассмотрена позднее (план, оценка и выбор средств, математическое планирование с одновременным проведением экспериментальных исследований и анализом).

## **4.2 Разработка плана-программы эксперимента**

План-программа включает:

- наименование темы исследования;
- рабочую гипотезу;
- методику эксперимента;
- перечень необходимых материалов;



- перечень необходимых установок, приборов (в технических исследованиях);

- список исполнителей;

- календарный план работ и смету на исполнение эксперимента.

В ряде случаев включают работы по конструированию и изготовлению приборов, приспособлений, аппаратов, методическое их обследование (в технических исследованиях), а также программы опытных работ на предприятии и т.д.

Основу плана-программы составляет методика.

**Методика** представляет собой систему приемов или способов для последовательного наиболее эффективного экспериментального исследования и включает в себя:

- цель и задачи эксперимента;

- выбор варьирующих факторов;

- обоснование средств и потребного количества измерений;

- описание проведения эксперимента;

- обоснование способов обработки и анализа результатов экспериментов.

В методике подробно проектируют процесс проведения эксперимента. Вначале составляют последовательность (очередность) проведения операций, измерений и наблюдений. Затем тщательно описывают каждую операцию в отдельности с учетом выбранных средств для проведения эксперимента.

Важным разделом методики является выбор методов обработки и анализа экспериментальных данных. Обработка данных сводится к систематизации всех цифр, классификации, анализу.

Результаты экспериментов должны быть сведены в удобночитаемые формы, затем – таблицы, графики, формулы, номограммы, позволяющие быстро сопоставлять результаты.

Уделено внимание математическим методам обработки информации, аппроксимации связей между варьируемыми характеристиками и т.д.

Для уменьшения объемов экспериментальных работ уместен метод математического планирования эксперимента.

### **4.3 Основные понятия планирования эксперимента**

В последнее время все чаще применяются методы математического планирования.

Математическая теория планирования эксперимента позволяет экспериментатору спланировать опыты так, чтобы при минимальной затрате времени и средств получить максимум информации. При этом основной

задачей математической теории планирования эксперимента является разработка методов получения математических моделей, адекватно описывающих изучаемые процессы или изучаемые явления.

**Планирование эксперимента** – это процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

В.В.Налимов считает, что планирование эксперимента – это оптимальное управление экспериментом при неполном знании механизма явлений.

Планирование эксперимента на основе его математической теории можно рассматривать как одно из направлений кибернетики.

Теория математического планирования эксперимента содержит ряд концепций, которые обеспечивают усиленную реализацию задач исследования. К ним относятся концепции рандомизации, исследовательского эксперимента, математического моделирования, оптимального использования факторного пространства и ряд других.

Принцип рандомизации заключается в том, что в план эксперимента вводят элемент случайности. Для этого план эксперимента составляют таким образом, чтобы несистематические факторы, которые трудно поддаются контролю, учитывать статистически и исключить в исследованиях как систематические ошибки.

При последовательном проведении эксперимента его выполняют поэтапно, т.е. результаты каждого этапа анализируют и принимают решение о целесообразности проведения дальнейших исследований.

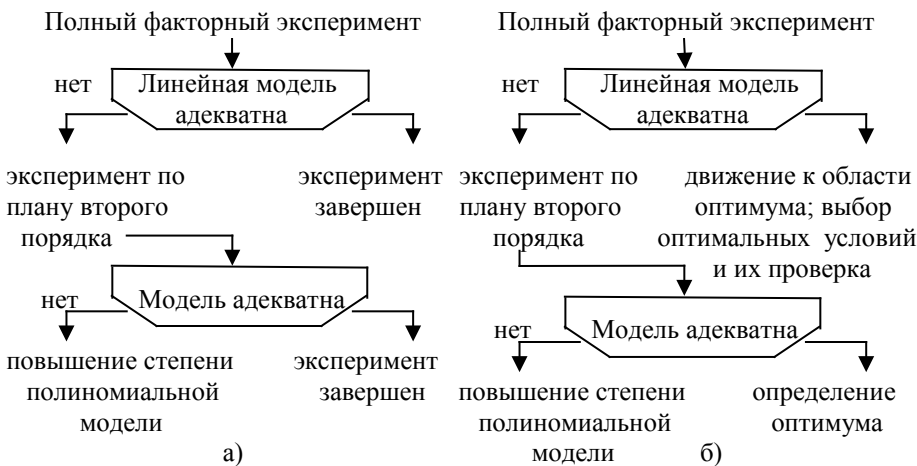


Рисунок 4.1 – Структурная схема эксперимента с целью:

- а) – математического описания исследуемого процесса      б) – оптимизации исследуемого процесса

При решении указанных задач обычно устанавливается следующая последовательность:

1. Вначале дается описание эксперимента и формулируется его основная задача; выбирается параметр оптимизации (или его обобщенный вид), с помощью которого будет происходить оценка качества процесса; определяются факторы, оказывающие влияние на параметр оптимизации и определяются границы изменения факторов.

Интересующий исследователя результат процесса – параметр оптимизации, функция отклика или отклик.

2. Если на функцию отклика оказывает влияние значительное число факторов, то вначале применяют экспертный метод или метод случайного баланса, производится отсев всех незначущих факторов.

3. Выбирается центральная точка эксперимента, для определения которой диапазон изменения каждого из факторов делится пополам. Этим самым определяется центр плана и шаг варьирования по каждому из аргументов (факторов).

4. Выбирается вид математической модели, которой предполагается описывать рассматриваемое явление. Как правило, явление вначале описывается с помощью линейной модели.

5. В зависимости от условий и задач эксперимента выбирается вид планирования.

Например, может применяться ортогональное, ортогональное – центральное композиционное, ротатабельное центральное композиционное, D-оптимальное планирование и другие.

6. Определяется возможность использования дробных реплик.

7. Производится эксперимент, на основе которого определяется математическая модель явления. Далее производится, например, с помощью критерия Кохрена проверка воспроизводимости эксперимента; отсеиваются незначимые коэффициенты с помощью критерия Стьюдента, и полученная математическая модель проявляется на адекватность с помощью критерия Фишера.

8. Если полученная линейная модель окажется адекватной, то производится движение по вектору-градиенту в область экстремума, по достижении которой, уже с помощью квадратичной модели определяется экстремум, т.е. значения факторов, при которых параметр оптимизации будет иметь оптимальное значение.

В самом общем виде зависимость параметра оптимизации от факторов выражается с помощью уравнения, называемого уравнением регрессии, которое записывается следующим образом:

$$\hat{Y} = \varphi(x_1, x_2 \dots x_n, z_1, z_2 \dots z_m, w), \quad (4.1)$$

где  $\hat{Y}$  - параметр оптимизации, отклик, функция отклика и т.д.;

$x_1, x_2 \dots x_n$  – управляемые факторы;

$z_1, z_2 \dots z_m, w$  – переменные и постоянные, влияющие на параметр оптимизации, но не поддающиеся управлению.

Уравнение регрессии и ограничения, накладываемые на изменение варьируемых факторов называют **математической моделью**. Математическая модель является отображением наиболее существенных сторон процесса.

Линейная модель:

$$\hat{Y} = B_0 x_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + \dots + B_n x_n = \sum_{i=0}^n B_i x_i, \quad (4.2)$$

где  $x_0$  – фиктивное переменное, равное 1.

Квадратичная модель:

$$\hat{Y} = \sum_{i=0}^n B_i x_i + \sum_{i < j}^n B_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n B_{ii} x_i^2, \quad (4.3)$$

где  $x_i x_j$  – эффект парного взаимодействия;

$B_{ij}$  - коэффициент, характеризующий парное взаимодействие.

В случае линейного полинома для нахождения коэффициентов регрессии используют метод дробного факторного эксперимента (ДФЭ). Используя данный метод, можно уменьшить количество опытов, которые представляют собой часть матрицы полного факторного эксперимента (например,  $1/2, 1/4$  и т.д.), т.е. делением числа опытов на число, кратное 2.

Дробные реплики составляются заменами эффектов взаимодействия новыми независимыми переменными и связаны с планированием  $2^{n-p}$ , где  $p$  – число линейных членов, приравненных к эффектам взаимодействия;  $n$  – число факторов.

### Пример №1

Для 3-х факторной зависимости  $2^3=8$ ; в случае дробного  $2^{3-1}=4$  (таблица 4.1). Широко используют планы  $2^{3-1}, 2^{5-2}, 2^{6-3}$ .

Таблица 4.1

№ опыта	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3=X_1 X_2$	Y
---------	-------	-------	-------	---------------	---

1	+	-1	-1	+1	$y_1$
2	+	+1	-1	-	$y_2$
3	+	-1	+1	-	$y_3$
4	+	+1	+1	+1	$y_4$

### Пример №2

$$2^{7-4}=8; y = B_0 + B_1x_1 + B_2x_2 + B_3x_3 + B_4x_4 + B_5x_5 + B_6x_6 + B_7x_7;$$

Здесь принято:

$$x_4 = x_1x_2; x_5 = x_1x_3; x_6 = x_2x_3; x_7 = x_1x_2x_3;$$

Используя концепцию факторного пространства (решетка планирования) можно дополнить двухуровневый план ПФЭ определенными звездными точками.

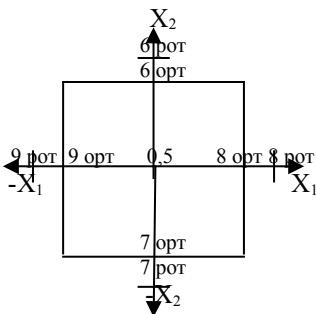


Рисунок 4.2 – План для функции  $y=f(x_1, x_2)$

Тогда количество опытов (для второго порядка)  $m = 2^n + 2n + 1$ , где  $m$  – число опытов. При этом величина  $\alpha$ -звездного ключа может зависеть от числа факторов.

Если  $n=2$ , то  $\alpha = 1,0$ ;  $n=3$ , то  $\alpha = 1,215$ ;  $n=4$ , то  $\alpha = 1,414$  и т.д.

Таблица 4.2 Для двух опытов ЦКП (второго порядка)

$$y = B_0 + B_1x_1 + B_2x_2 + B_{12}x_1x_2 + B_{11}x_1^2 + B_{22}x_2^2$$

Система опытов	Номер опыта	$x_1$	$x_2$	$x_1x_2$	$y_i$
Полный факторный эксперимент линейной модели	1	-1	-1	+1	$y_1$
	2	+1	-1	-1	$y_2$
	3	-1	+1	-1	$y_3$
	4	+1	+1	+1	$y_4$
Опыт в центре плана	5	0	0	0	$y_5$

Опыты в звездных точках	6	+1	0	0	$y_6$
	7	-1	0	0	$y_7$
	8	0	+1	0	$y_8$
	9	0	-1	0	$y_9$

Более точными планами по сравнению с ортогональными являются ротатабельные, благодаря увеличению количества опытов в центре плана и оптимальному выбору звездного плеча.

Издаются специальные каталоги планов эксперимента (например, в МГУ).

Важное место в теории планирования эксперимента занимают вопросы оптимизации исследуемых процессов, свойств многокомпонентных систем или других объектов.

Оптимизация процесса представляет собой целенаправленный поиск значений влияющих факторов, при которых достигается экстремум критерия оптимальности.

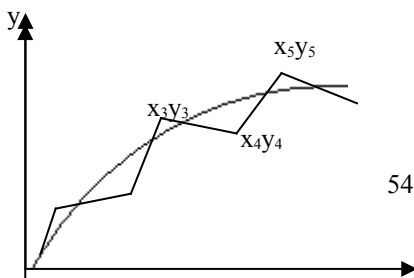
#### 4.4 Методы графического изображения результатов исследований

При обработке результатов измерений и наблюдений широко используют методы графического изображения.

Результаты измерений и наблюдений, представленные в табличной форме, не позволяют достаточно наглядно характеризовать закономерности изучаемых процессов. Графическое изображение дает наиболее наглядное представление о результатах эксперимента, позволяет лучше понять сущность исследуемого процесса, выявить общий характер функциональной зависимости изучаемых переменных величин, установить наличие максимума и минимума функции.

После обработки результатов наблюдений (измерений) и оценки степени точности необходимо их свести в таблицу для анализа. Данные таблиц обрабатывают графическим методом.

Для графического изображения применяют систему прямоугольных координат. Если анализируется графическим методом функция  $y = f(x)$ , то наносят в системе прямоугольных координат значения  $x_1y_1, x_2y_2 \dots x_ny_n$  (рис. 4.3).



$x_1y_1$      $x_2y_2$

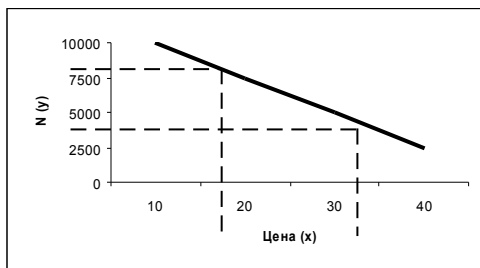
x

Рисунок 4.3 – Графическое изображение функции  $y = f(x)$

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

### Пример

Зависимость объема продаж от цены в маркетинге графически выглядит следующим образом:



$$y = a + bx$$

Рисунок 4.4. Зависимость объема продажи от цены

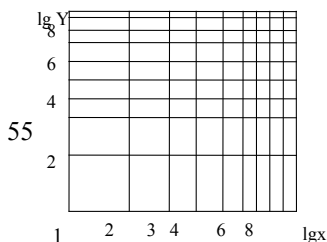
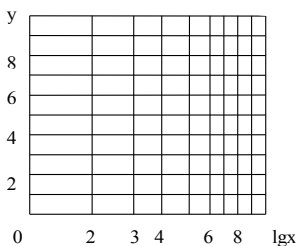
Иногда при построении графика одна-две точки разноуделяются от кривой. Для этого необходимо проанализировать, не было ли это грубой ошибкой или промахом (в таких случаях необходимо повторить измерения в этой точке).

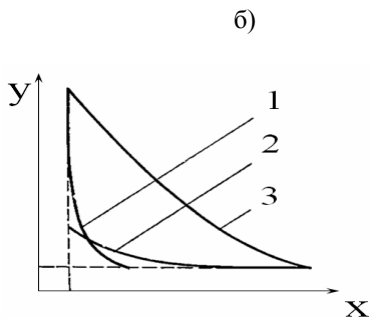
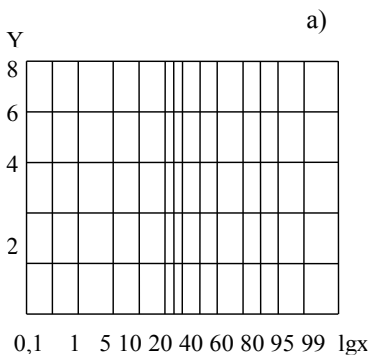
При графическом изображении результатов эксперимента большую роль играет выбор системы координат или координатной сетки.

Координатные сетки бывают равномерными и неравномерными.

В зависимости от числа переменных нужно выбирать координатную сетку и определять вид графика – одна кривая, семейство кривых или серия кривых.

Неравномерные координатные сетки:





в)

г)

Рисунок 4.5 Координатные сетки:

- а) полулогарифмическая; б) логарифмическая; в) вероятностная;  
г) форма графика в зависимости от масштаба (1-плоская, 2 –  
уширенная, 3- нормальная).

Расчетные графики, имеющие максимум, минимум функции или какой-нибудь сложный вид, особо тщательно необходимо вычерчивать в зонах изгиба.

В некоторых случаях строят номограммы, существенно облегчающие применение для систематических расчетов теоретических или эмпирических формул в определенных пределах измерения величин. Номограммированы могут быть любые алгебраические выражения.

Построение номограмм – сложная задача (применение ЭВМ). Однако будучи раз построенной, номограмма может быть использована для нахождения любого из переменных, входящих в уравнение.

#### 4.5 Методы подбора эмпирических формул

В процессе экспериментальных измерений (наблюдений) получают статистический ряд измерений (наблюдений) двух значений, объединяемых



функцией  $y = f(x)$  (4.4). На основании экспериментальных данных можно подобрать алгебраические выражения, которые называют **эмпирическими формулами**. Такие формулы подбирают только в пределах измеренных значений аргумента  $x_1 - x_n$ . Эмпирические формулы имеют тем большую ценность, чем больше они соответствуют результатам исследования.

К эмпирическим формулам предъявляют два основных требования – по возможности они должны быть наиболее простыми и точно соответствовать экспериментальным данным в пределах изменения аргумента.

Таким образом, эмпирические формулы являются приближенным выражением аналитических формул. Замену точных аналитических выражений приближенными, более простыми называют **аппроксимацией**, а функции **аппроксимирующими**.

Процесс подбора эмпирических формул состоит из двух этапов. На первом этапе данные измерений (наблюдений) наносят на сетку прямоугольных координат, соединяют экспериментальные точки плавной кривой и выбирают ориентировочно вид формулы. На втором этапе вычисляют параметры формул, которые наилучшим образом соответствовали бы принятой формуле.

Подбор эмпирических формул необходимо начинать с самых простых выражений.

Результаты измерений (наблюдений) многих явлений и процессов аппроксимируются простейшими эмпирическими уравнениями типа

$$y = a + bx, \quad (4.5)$$

где  $a, b$  - постоянные коэффициенты.

Поэтому при анализе графического материала необходимо по возможности использовать линейную функцию. В этом случае применяют метод выравнивания. Он заключается в том, что кривую, построенную по экспериментальным точкам, представляют линейной функцией.

Для преобразования некоторой кривой (4.4) в прямую линию вводят новые переменные  $X$  и  $Y$ :

$$X = f_1(x, y); Y = f_2(x, y) \quad (4.6)$$

В этом уравнении  $X$  и  $Y$  должны быть связаны линейной зависимостью

$$Y = a + bX \quad (4.7)$$

$$b = \operatorname{tg} \alpha = \frac{Y_i - a}{X_i}, \quad (4.8)$$

где  $a$  - определяется графически из графика.

Далее  $X$  и  $Y$  вычисляют на основе решения системы (4.6). В уравнение (4.7) подставляют координаты двух крайних точек, взятых из графика. Получают систему двух уравнений, из которых вычисляют  $a$  и  $b$ . После установления параметров  $a$  и  $b$  получают эмпирическую формулу  $y = a + bx$ , которая связывает  $X$  и  $Y$ , и позволяет установить функциональную связь между  $x$  и  $Y$  (4.6).

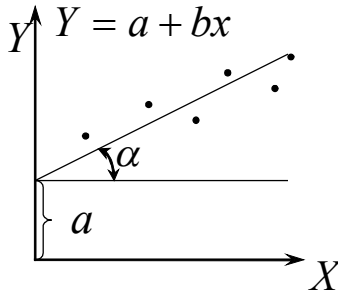


Рисунок 4.6 – Графическое определение параметров  $a$  и  $b$

**Пример:** подобрать эмпирическую формулу следующих измерений:

$Y$	12,1	19,2	25,9	33,2	40,5	46,4	54,0
$x$	1	2	3	4	5	6	7

Графически анализ показывает, что в прямоугольных координатах точки хорошо ложатся на прямую линию и их можно выразить зависимостью

$$y = a + bx$$

$$A_0 + 7A_1 = 54;$$

$$A_0 + A_1 = 12,1;$$

откуда  $A_1 = \frac{41,9}{6} = 6,98$ ,  $A_0 = 12,1 - 6,98 = 5,12$

$$y = 5,12 + 6,98x.$$

Графический метод выравнивания может быть применен в различных случаях, когда экспериментальная кривая на сетке имеет вид плавной кривой.

Если экспериментальный график имеет вид рисунка 4.7, то необходимо применить формулу  $y = ax^b$ . Заменяя  $X = \lg x$ ,  $Y = \lg y$ , имеем  $Y = \lg a + bX$ , при этом экспериментальная кривая превращается в прямую на логарифмической сетке.

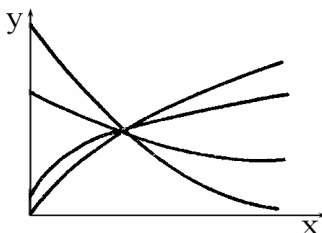


Рисунок 4.7 – Экспериментальный график эмпирической формулы

Существует еще ряд случаев, встречающихся в литературе [3].

При подборе эмпирических формул широко используются полиномы:

$$y = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2 + \dots + A_nx_n \quad (4.9)$$

где  $A_0, A_1, \dots, A_n$  - постоянные коэффициенты.

Полиномами можно аппроксимировать любые результаты измерений, если они графически выражают непрерывные функции.

Кроме графического метода, изложенного выше, для определения коэффициентов  $A$  применяют методы средних и наименьших квадратов.

Метод средних основан на том, что по экспериментальным точкам можно построить несколько плавных кривых. Наилучшей будет та кривая, у которой разностные отклонения наименьшие, т.е.  $\sum_1^n \varepsilon = 0$ .

Порядок расчета сводится к следующему:

Определяют число членов ряда (4.9). Обычно принимают не более 3...4

В принятое выражение последовательно подставляют координаты  $x$  и  $y$   $m$ - экспериментальных точек и получают систему уравнений. Каждое уравнение приравнивают соответствующему отклонению.

$$\begin{aligned} A_0 + A_1x_1 + A_2x_1^2 + \dots + A_nx_1^n - Y_1 &= \varepsilon_1; \\ A_0 + A_1x_2 + A_2x_2^2 + \dots + A_nx_2^n - Y_2 &= \varepsilon_2; \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \quad (4.10)$$

$$A_0 + A_1 x_m + A_2 x_m^2 + \dots + A_n x_m^n - Y_m = \varepsilon_m$$

Обычно число точек, т.е. число уравнений, больше количества коэффициентов  $A$ , что позволяет их вычислить при решении системы.

Разбивают систему начальных уравнений (4.10) последовательно на группы, число которых должно быть равно количеству коэффициентов  $A$ . Решая систему, вычисляют коэффициенты  $A$ .

**Пример:** Выполнено семь измерений:

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

Необходимо подобрать эмпирическую формулу для полинома  $y = A_0 + A_1 x_1 + A_2 x_2$ .

Подставим в это уравнение точки и разобьем систему начальных уравнений на три группы (1-2, 3-4, 5-7).

$$A_0 + 4A_1 + 16A_2 - 10,2 = \varepsilon_1; \quad A_0 + 5A_1 + 25A_2 - 6,7 = \varepsilon_2;$$

$$A_0 + 6A_1 + 36A_2 - 4,8 = \varepsilon_3; \quad A_0 + 7A_1 + 49A_2 - 3,6 = \varepsilon_4;$$

$$A_0 + 8A_1 + 64A_2 - 2,7 = \varepsilon_5; \quad A_0 + 9A_1 + 81A_2 - 2,1 = \varepsilon_6;$$

$$A_0 + 10A_1 + 100A_2 - 1,7 = \varepsilon_7.$$

После сложения уравнений в каждой подгруппе имеем:

$$2A_0 + 9A_1 + 41A_2 = 16,9; \quad 2A_0 + 13A_1 + 85A_2 = 8,4;$$

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

Определяя из этих выражений  $A_0, A_1$  и  $A_2$ , окончательно получаем следующую эмпирическую формулу:  $y = 26,168 - 5,2168x + 0,2811x^2$ .

Метод средних может быть применен для различных кривых после их выравнивания.

Суть метода наименьших квадратов заключается в том, что если все измерения функции  $y_1 \dots y_n$  произведены с одинаковой точностью и распределенные ошибки измерения (наблюдения) соответствуют нормальному закону, то параметры исследуемого уравнения определяются при условии, что сумма квадратов отклонения измеренных (наблюдаемых) величин от расчетных принимает наименьшее значение.

#### 4.6 Регрессионный анализ

В реальных условиях часто встречаются ситуации, когда одному значению аргумента соответствует несколько измеряемых значений.

Под регрессионным анализом понимают исследование закономерности между явлениями (процессами), которые зависят от многих, иногда неизвестных факторов. Если две переменные зависят друг от друга так, что каждому значению  $x$  соответствует определенное значение  $y$ , то между ними существует функциональная или детерминированная связь.

Когда одному значению  $x$  соответствует несколько значений (совокупность)  $y$ , такую связь называют регрессионной.  $y = f(x)$  является регрессионной (корреляционной), если каждому значению аргумента соответствует статистический ряд распределения отклика  $y$ .

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

Чтобы предварительно определить наличие корреляционно-регрессионной связи между  $x$  и  $y$ , наносят точки на график и строят так называемое корреляционное поле.

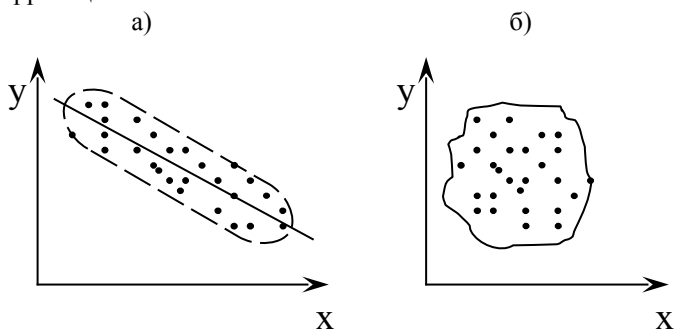


Рисунок 4.8 – Корреляционное поле

По тесноте группирования точек вокруг прямой или кривой линии, по наклону линии можно визуально судить и наличии корреляционной связи. Так, согласно рисунку 4.8, а, видно, что экспериментальные данные имеют определенную связь между  $x$  и  $y$ , в то же время измерения, приведенные на рисунке 4.8, б, такой связи не имеют. Наличие ломаной линии объясняется рядом причин: погрешностями измерений (наблюдений), недостаточным количеством измерений (наблюдений), физической сущностью явления и т.п.

Различают однофакторные (парные) и многофакторные регрессионные зависимости.

**Парная регрессия.** Парная регрессия может аппроксимироваться прямой линией, параболой, гиперболой, степенной и др. Двухфакторное поле может аппроксимироваться плоскостью, параболоидом второго порядка и т.п.

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

$$y = b_0 + \sum_1^n b_i x_i + \sum_1^n b_{ij} x_i x_j + \sum_1^n b_{ii} x_i^2 \quad (4.11).$$

При построении теоретической регрессионной зависимости оптимальной будет также функция, в которой соблюдается условие наименьших квадратов  $\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \min$ , где  $y_i$  - фактические ординаты поля;  $\bar{y}$  - среднее значение ординаты с абсциссой  $x$ , вычисленной по уравнению.

Поле корреляции аппроксимируют прямой. Линию регрессии рассчитывают из условий наименьших квадратов:  $y = a + bx$  (4.12). Кривая на рисунке 4.8, а наилучшим образом выравнивает значения постоянных коэффициентов  $a$  и  $b$ .

Критерием близости корреляционной зависимости между  $x$  и  $y$  к линейной функциональной зависимости является коэффициент парной корреляции ( $r$ ). Он показывает степень линейности связи  $x$  и  $y$ .

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}, \quad (4.13)$$

где  $n$  - число измерений (наблюдений);

$r = 1$  - функциональная связь (в данном случае линейная, т.е. каждому значению  $x$  соответствует одно значение  $y$ );

$r < 1$  - линейной связи не существует;

$r = 0$  - между  $x$  и  $y$  линейной корреляционной связи не существует, однако может существовать нелинейная регрессия.

$r = (-1, 0 \dots +1, 0)$  - знак указывает направление изменения зависимости переменной при росте величины независимой переменной.

Теснота связи (чем ближе значение  $r$  к +1, тем связь теснее):

$r = 0,7 \dots 0,9$  - высокая;

$r = 0,5 \dots 0,7$  - заметная;

$r = 0,3 \dots 0,5$  - умеренная;

$r = 0,1 \dots 0,3$  - слабая.

Для определения процента разброса (изменчивости) искомой функции  $y$  относительно ее среднего значения, определяемого изменчивостью фактора  $x$ , вычисляют коэффициент детерминации  $K_o = r^2$  (4.14).

**Пример:** при анализе (в маркетинге) определяется зависимость покупательной способности потребителей автомобилей от семейного положения и состава семьи (составляются корреляционные таблицы, согласно которым выясняется зависимость на рынке сбыта, факторов, влияющих на покупательную способность).

Социально-демографические факторы, влияющие на намерение купить автомобиль:

возраст

семейное положение

размер дохода и уровень благосостояния.

### **Многофакторная регрессия.**

Многофакторные теоретические зависимости (регрессии) аппроксимируют полиномами:

$$y = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2 + \dots + A_nx_n \text{ или} \quad (4.14)$$
$$y = b_0 + \sum_1^n b_i x_i + \sum_j b_{ij} x_i x_j + \sum_1^n b_{ii} x_i^2 .$$

Теоретическую модель множественной регрессии можно получить методами математического планирования, т.е. активным экспериментом, а также пассивным, когда точки факторного пространства выбираются в процессе эксперимента произвольно.

## **4.7 Определение законов распределения и их адекватности экспериментальным данным**

При подведении экспериментов очень часто результаты наблюдений обрабатываются в виде тех или иных законов распределения. В таких случаях возникают 2 задачи:

1. Определение вероятностного закона, которому подчиняется исследуемый процесс, т.е. аппроксимация;
2. Проверка пригодности, т.е. адекватности этого закона экспериментальным данным (по критерию Пирсона, Романовского, Колмогорова).

### Определение адекватности теоретических решений.

Кроме приведенных ранее методов оценки достоверности, необходимо окончательно проверить спланированный эксперимент на воспроизводимость результатов по критерию Кохрена.

$$G_{\kappa \text{ кор}} = \frac{S^2(y_i)_{\max} \cdot G_{\text{кохр.опытное}}}{\sum_{i=1}^n S^2(y)} \left\{ \begin{array}{l} - \text{ не отвергается;} \\ - \text{ отвергается.} \end{array} \right.$$

$G_{\text{теорет}}$  определяется по таблицам при  $\alpha = 0,05$ ,  $\kappa = \mathcal{C} - 1$ ;  $\mathcal{C}$ -число параллельных опытов.

Установление адекватности – это определение ошибки аппроксимации. Устанавливается с помощью критерия Фишера.

$$F_{\text{опыти}} = \frac{S^2(y)_{\text{н.а.}}}{S^2(y)_{\text{воспр(ср)}}}, \quad (4.15)$$

$$F_{\text{опыти}} < F_{\text{теорет}}$$

где  $S^2(y)_{\text{н.а.}}$  - дисперсия неадекватности;

$S^2(y)_{\text{воспр(ср)}}$  - дисперсия воспроизводимости (или средняя дисперсия всего эксперимента).

$F_{\text{теорет}}$  - определяется по таблицам при  $\alpha = 0,05$ ; числе степеней свободы  $K_1 = N - d$ ,  $K_2 = N(n - 1)$ ;

$d$  - число членов аппроксимирующего полинома (т.е. значений коэффициентов);

$N$  - количество измерений (наблюдений), количество опытов (количество строк матрицы планирования);

$n$  - число параллельных опытов.



Поскольку  $F_{опытн} < F_{теорет}$ , то полученная математическая модель с доверительной вероятностью 95% хорошо описывает изучаемый процесс.

#### 4.8 Оценка измерений (наблюдений) в экспериментальных исследованиях

От тщательности измерений (наблюдений) зависят результаты исследований. Поэтому каждый экспериментатор должен знать и оценить погрешности при измерениях; правильно, с требуемой точностью вычислить значения величин и их минимальное количество; определить наилучшие условия наблюдений и измерений, при которых ошибки будут наименьшими.

**Погрешность измерения** – алгебраическая разность между действительным значением и полученным при измерении:

абсолютная ошибка:

$$\varepsilon = x_0 - x_i, \quad (4.16)$$

относительная ошибка (в %):

$$\delta = \pm \frac{\varepsilon}{x_0} \cdot 100\%, \quad (4.17)$$

**Точность измерения** – степень приближения измерения к действительному значению величины.

**Достоверность измерения** – показывает степень доверия к результатам измерения, т.е. вероятность отклонений измерения от действительных значений.

Чтобы повысить точность и достоверность, необходимо уменьшить погрешности.

Погрешности возникают по ряду причин: несовершенства методов, влияние различных факторов в процессе опыта, субъективных особенностей экспериментатора.

Погрешности бывают систематическими -  $\varepsilon_1$  и случайными -  $\varepsilon_2$ .

Таким образом,  $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$ .

**Систематические погрешности** можно разделить на 5 групп:

1. Инструментальные – нарушения средств измерений, неточности шкалы, старение и износ средств измерения);
2. Неправильная установка средств измерений;
3. Погрешности в результате действия внешней среды -  $t^\circ \text{C}$ , давление, влажность, магнитные и электрические поля;

4. Субъективные погрешности – возникают вследствие физиологических, психофизиологических, антропологических свойств человека;
5. Погрешности метода – появляются в результате необоснованности метода наблюдений, измерений.

**Случайные погрешности** – это промахи, грубые погрешности: неправильный отсчет, грубые погрешности в результате неисправности приборов, а также внезапного изменения условий эксперимента.

Для большой выборки и нормального закона распределения общей оценочной характеристикой является дисперсия  $D(x)$ , среднее квадратическое отклонение  $\sigma(x)$  и коэффициент вариации:

$$D(x) = \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (4.18)$$

$$K_g = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (4.19)$$

Доверительной вероятностью  $P_0$  называют вероятность того, что истинное значение  $x_0$  измеряемой величины попадает в данный доверительный интервал.  $P_0 = 0,90; 0,95; 0,99$ .

$N_{\min}$  - минимальное количество измерений:

$$N_{\min} = \frac{\sigma^2 t^2}{\Delta^2} = \frac{K_g^2 t^2}{\Delta^2} \quad (4.20)$$

где  $\sigma_0$  - среднее арифметическое значение;

$\Delta$  - теснота измерений;

$K_g$  - коэффициент вариации;

$t$  - нормированное отклонение.

## 4.9 Проведение эксперимента

Проведение эксперимента является важнейшим, наиболее трудоемким этапом. Эксперименты необходимо проводить в соответствии с утвержденным планом-программой и особенно методикой эксперимента.

Приступая к эксперименту, окончательно уточняют методику его проведения, последовательность испытаний.

Иногда при этом используют метод рандомизации, который заключается в том, что опыты проводят в случайной последовательности, определяемой с помощью перечня случайных чисел. Этим способом исключают систематические ошибки, которые могут возникнуть при субъективном назначении последовательности испытаний.

Особое значение имеет добросовестность при проведении эксперимента.

В процессе проведения экспериментальных работ недопустима небрежность, которая приводит к большим искажениям результатов. В связи с этим эксперименты повторяют (дублируют опыты).

Обязательным требованием проведения эксперимента является ведение журнала. Форма журнала может быть произвольной. В журнале отмечается тема научно-исследовательской работы (НИР) и тема эксперимента; фамилия, имя, отчество исполнителя; время проведения эксперимента; характеристика окружающей среды; данные об объекте и средствах измерений (наблюдений), результаты наблюдений, а также другие данные для оценки полученных результатов.

Если экспериментатор работает с приборами, то необходима тщательная проверка этих приборов.

Одновременно с производством измерений исполнитель должен проводить предварительную обработку результатов.

Особое место принадлежит анализу эксперимента. Поэтому требуется особо тщательное сопоставление фактов, причин обуславливающих ход того или иного процесса и установление адекватности гипотезы и эксперимента.

#### **4.10 Средства измерений**

Неотъемлемой частью экспериментальных исследований являются средства измерений, т.е. совокупность технических средств (имеющих нормированные погрешности), которые дают необходимую информацию для эксперимента.

К средствам измерений относят измерительный инструмент, измерительные приборы и установки:

- образцовые (эталонные);
- технические.

**Измерительным прибором** называется средство измерения, предназначенное для получения необходимой информации в удобной для экспериментатора форме.

**Измерительная установка** (стенд) представляет собой систему, состоящую из основных и вспомогательных средств измерений, предназначенных для измерения одной сложной или нескольких параметров.

Важной задачей в организации эксперимента является выбор средств измерений.

Средства измерений должны соответствовать тематике НИР, обеспечивать высокую производительность труда, заданную точность, надежность, эргономические требования эксперимента, требования ТБ и т.д.

**Точность прибора** – характеризуется суммарной погрешностью (классы точности приборов 1...4: 1-наивысший, 4-низший).

**Стабильность** (воспроизводимость прибора) – обеспечение постоянства измерений.

Проверка средств измерений предусматривает определение и, по возможности, уменьшение погрешностей приборов.

## 5 АНАЛИЗ И ОФОРМЛЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 5.1 Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений

Основной 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 части противоречат ей. В этом случае рабочую гипотезу изменяют и перерабатывают так, чтобы она наиболее полно соответствовала результатам эксперимента. Чаще всего проводят 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.

Обычно по одной теме не рекомендуется составлять много выводов (5...10).

Все выводы целесообразно разделять на 2 группы: научные и производственные.

В научных выводах необходимо показать, какой вклад внесен в науку (новые предложения, принципиальное различие существующих, опровержение некоторых известных положений и др.). В заключении нужно разработать план внедрения законченных НИР в производство и рассчитать ожидаемый экономический эффект.

## **5.2 Виды систематизации результатов исследования и их содержание**

Сделанные выводы и рекомендации, на основании исследования гипотез, прошедшие экспериментирование и соответствующую корректировку, завершаются литературным изложением в виде реферата, статьи, монографии, отчета о НИР, диссертации.

Рефераты бывают научные и информативные.

**Информативный реферат** – краткое письменное изложение научного труда как опубликованного, так и рукописи, где освещается основное его содержание. Его назначение состоит в оперативном осведомлении научных работников и специалистов народного хозяйства о достижениях науки и технического прогресса.

Эти рефераты публикуются в реферативных журналах, сборниках, информативных картах, издаваемыми государственными и ведомственными органами информации.

Порядок составления информативного реферата установлен ДСТУ 3008-95. Такой реферат акцентирует внимание на новых сведениях и определяет целесообразность обращения к первоисточнику.

Заглавие информативного реферата может быть составлено тремя способами:

- полностью совпадать с заглавием первоисточника или темы исследования;
- являться точным переводом заглавия первоисточника, написанного на другом языке;
- отличаться от заглавия первоисточника, если основная тема реферата не полностью отражена в заглавии первоисточника.

Текст информативного реферата начинается с изложения сущности работы. Заглавие и сведения, имеющиеся в библиографическом описании, не должны повторяться в тексте.

Следует избегать лишних вводных фраз, например, «автор статьи (книги) рассматривает...».

Текст составляется в такой последовательности: тема, предмет (объект), характер и цель работы. Здесь следует отметить особенности темы, предмета (объекта), которые необходимы для раскрытия цели и содержания работы, а также метод проведения работы.

В рефератах работ, в которых не применяется эксперимент, указывают источники данных, характер их обработки и конкретные результаты работы.

**Научный реферат** (от лат. *refereo* – докладывать, сообщать) – это краткое устное или письменное изложение научной темы (вопроса), составленное на основании проведенного исследования, обзора одного или нескольких литературных и других источников. В нем как правило, освещаются научные исследования, выполненные автором реферата, с изложением поставленной гипотезы, системы доказательств, эксперимента и полученных результатов, указываются научная новизна и практическое значение этих результатов. Такой реферат, составляемый студентом при выполнении НИР, должен освещать один из вопросов темы исследования по литературным источникам. Здесь следует описать состояние объекта исследования (например, носителей первичной информации), указать имеющиеся недостатки и дать предложения по их устранению. Завершается реферат кратким выводом по основным положениям научной темы (вопроса).

При составлении научного и информативного реферата приводятся основные теоретические, экспериментальные, описательные результаты.

В реферате можно приводить сведения, представляющие интерес для читателей (название организации, в которой выполнена работа, данные об авторах, первоисточники, ссылки на ранее опубликованные работы и т.п.).

Информативные рефераты следует составлять на выполненные научные работы, представляемые на конкурсы, а также на работы, подготовленные для докладов на студенческих конференциях.

**Научная статья** – это самостоятельное произведение, содержащее определенную научную информацию, полученную в результате проведенных исследований. Она пишется согласно плану, разработанному автором, исходя из результатов выполненного исследования.

План статьи, брошюры, книги часто называется **проспектом** (лат. *prospectus* – вид, обзор). Вместе с тем план отличается от проспекта. Последний содержит расширительное описание вопросов, намечаемых к освещению в предлагаемой статье. План и проспект взаимосвязаны с понятием архитектурника (от греч. *architektonike* – архитектура) произведения.

Архитектоника – это структура произведения, т.е. состав его главных компонентов: названия, введения, разделов, заключения.

**Например:** план-реферат научной статьи студента.

**Заголовок:** Совершенствование учета и контроля использования рабочего времени работников на производственном предприятии.

**Введение:** формулируется анализ статистических данных о состоянии трудовой дисциплины, причины, следствия о состоянии контроля и учета.

**Цель исследования:** направление совершенствования.

**Основная часть.** Введение табеля использования времени, громоздкость и т.д.

Рекомендуется контроль использования рабочего времени вести методом выявления отклонений от нормальных условий труда непосредственно на рабочих местах руководителями подразделений, а обработку данных табельного учета на ЭВМ.

**Заключение.** Результаты проведенного эксперимента. Выводы о научной и практической ценности выполненного научного исследования, расчетная экономическая эффективность, резюме о возможности распространения новой методики на других предприятиях.

**Композиция** (от лат. *compositio* – составление) научной статьи основана на логическом раскрытии научной мысли, мотивированном и дозированном раскрытии фактов, соединении их в определенную систему.

**Заголовок** – название статьи отражает ее основную идею и является важным элементом ее структуры.

**Введение** должно быть своего рода вхождением в тему статьи, где обосновывается актуальность вопроса путем сравнения новой и релевантной информации, излагается кратко история вопроса, ставится гипотеза исследования.

**Основная часть** статьи - кульминация (от лат. *culmen* – вершина) произведения, где излагается сущность исследуемых явлений, приводится система доказательств поставленной научной гипотезы, не заимствованной из ранее опубликованных работ, а поставленной самостоятельно в процессе проведения исследования.

**Заключение** содержит, как уже говорилось, краткие выводы, результаты проведенного исследования.

**Монография** – специальное научное исследование, посвященное литературному изложению одной проблемы. Она отличается от статьи более широкой постановкой проблемы, аргументированностью суждений, их доказательностью, ссылкой на доказательства (литературные источники, показатели работы предприятия и т.д.). монография, как правило, имеет справочный аппарат: список литературных источников, тематический или именной указатель).



**Учебник** – учебное издание, которое содержит систематизированное изложение определенной учебной дисциплины в соответствии с учебной программой и утверждено официальной инстанцией в качестве учебника.

**Диссертация** – квалификационная научная работа в определенной отрасли наук, содержащая совокупность научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты и свидетельствующая о личном вкладе автора в науку и о его качествах как ученого.

Основу ее составляют выполненные и опубликованные научные работы, открытия или крупные изобретения, внедренные в производство машины или технические процессы. Для оперативного ознакомления с результатами диссертации составляют автореферат.

Разновидности рассмотренных научных трудов, литературно обобщающие результаты выполненного исследования имеют **аннотацию** – краткое содержание статьи, реферата, монографии, отчета по НИР, диссертации.

Аннотация помещается в книгах, брошюрах, рекламных материалах, а также библиографических пособиях, в печатных карточках и т.д.

Систематизация результатов исследования научного труда считается законченной в том случае, когда произведено рецензирование, т.е. критическая оценка. Поэтому студенту необходимо научиться писать рецензии на статьи, монографии и т.д.

Ясность и точность – основные требования к языку рецензии.

### **5.3 Отчет о НИР, его содержание и методика составления**

Выполнение научно-исследовательской работы оформляется отчетом, содержание которого определяется ДСТУ 3008-95. Материал, отбираемый для отчета, должен быть систематизирован. Не следует без необходимости включать в отчет сведения, позаимствованные из опубликованных работ.

Общими требованиями к отчету о НИР являются его четкая структура, логическая последовательность изложения материала, убедительность аргументации, краткость и точность формулировок, исключающих возможность субъективного и неоднозначного толкования. Изложенные в отчете результаты работы должны быть подкреплены системой доказательств, экспериментально проверены, а выводы - обоснованные и конкретные.

Структура отчета о НИР включает:

титульный лист;

реферат (например, тема НИР «Интеграционные процессы в системе хозяйственного учета» предполагает такие ключевые слова: интеграция, учет, метод и т.д.);

содержание (оглавление);

перечень сокращений, символов и специальных терминов;

основную часть;

список литературы;

приложения.

Основная часть НИР содержит введение с аналитическим обзором проблемы исследования и обоснование выбранного направления работы.

Главы отчета, содержащие методику, содержат и результаты выполненной работы.

Заключение – выводы и предложения.

Если отчет содержит прикладное исследование, то в заключении дается оценка экономической и социальной эффективности. В тех отчетах, где подсчет экономической эффективности невозможен, указывается народнохозяйственная, научная, социальная ценность результатов работы.

Завершается заключение выводами о результатах научных исследований. Например:

получение новых научных данных об экономических процессах;

разработка научных основ новых методов и принципов исследования;

кроме того, в заключении указываются и отрицательные результаты, если они были получены в результате исследования.

В приложение включаются таблицы, т.е. вспомогательный материал, собранные цифровые данные о работе предприятия, применяемые и рекомендованные новые формы первичной документации и т.д.

## **5.4 Подготовка научных материалов к опубликованию в печати**

Если при выполнении НИР получены новые научные результаты либо показаны практическая возможность и перспективы использования полученных ранее результатов, то данный материал представляет интерес для широкого круга специалистов данного профиля и его необходимо опубликовать.

Содержание подготовленной публикации, форма изложения материала и объем существенно зависят как от специфики описываемых результатов, так и от журнала либо сборника, куда будет направлена рукопись. Начинающим авторам рекомендуется включать в состав подготавливаемой рукописи также те разделы, которые включаются в отчет о научно-

исследовательской работе. Естественно, форма и содержательная сторона этих разделов для рукописи статьи должны быть иными.

При подготовке рукописи к печати автор обязан придерживаться требований, которые выдвигает редакция журнала либо сборника, куда будет отослана рукопись.

Общепринятыми требованиями могут быть:

1. Статья должна быть напечатана на машинке либо принтере компьютера через 1,5-2 интервала на одной стороне листа;
2. В редакцию вместе с рукописью статьи (2 экземпляра) высылают краткую аннотацию, УДК, ББК и данные об авторе (авторская справка);
3. Формулы, а также математические обозначения в тексте должны быть четко и крупно напечатаны на принтере;
4. Таблицы выполняются на отдельном листе, в тексте делают на них ссылку.
5. Чертежи (иллюстрации) выполняют в 2-х экземплярах
6. Список использованной литературы на отдельном листе.

## 6 ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА В ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 6.1 Особенности творческого труда в проведении научных исследований

Эффективность труда в научной деятельности зависит от моральных, волевых и качественных характеристик работника, а также его интеллектуального уровня. Последнее особенно важно в творческом труде научно-исследовательской деятельности.

Важнейшими особенностями современных научных исследований, влияющими на эффективность научного труда, являются следующие:

**вероятностный характер** их результатов, поэтому исследователь должен обладать моральными и волевыми качествами (организованностью, настойчивостью, твердостью);

**уникальность**, которая ограничивает применимость типовых методов и решений, как это имеет место в материальном производстве;

**сложность и комплексность**, повышающие требования к научным работникам при кооперации труда. В первую очередь это относится к экономическому аспекту изучаемой проблемы. Он требует не только расширения экономического кругозора исследователя, но и привлечения профессиональных экономистов;

**масштабность и трудоемкость**, основанные на изучении большого количества объектов и экспериментальной проверке полученных результатов;

**связь исследований с практикой**, укрепляющаяся по мере превращения науки в производительную силу.

Опыт показывает, что не каждый специалист, даже самый высококвалифицированный, имеет склонности к выполнению научных исследований.

Авторитет ученого определяется, прежде всего, результатом его труда, который зависит от его интеллекта.

Под **интеллектом** научного работника понимается увлеченность трудом, неудовлетворенность, готовность к самопожертвованию ради научной истины.

**Увлеченность** трудом формируется у исследователя на основании убежденности в справедливости и важности дела, которому он отдает свои силы.

**Убежденность** проявляется в таких чертах характера, как целеустремленность, принципиальность, оптимизм, требовательность к себе и к другим.

Готовность к самопожертвованию ради научной истины является высшим проявлением волевого характера ученого.

У научного работника неудовлетворенность достигнутым проявляется в постоянном поиске лучших путей решения научных проблем. Он критически относится к собственным научным работам, намечает пути их совершенствования и высказывает замечания по отношению работ своих коллег. В каждой научной работе ученый должен стремиться сделать хотя бы небольшой шаг вперед по сравнению с ранее выполненными им работами и его предшественниками. Неудовлетворенность побуждает ученого к творческому труду и наоборот, отсутствие ее свидетельствует о том, что ученый исчерпал свои идеи, прекратил активную научную жизнь.

Развитие коллективности труда в научных исследованиях связано с некоторыми особенностями его активизации и, прежде всего, свободной дискуссии в достижении научной истины. Имеется много методик проведения научных дискуссий в поисках истины, правильных решений, но все они направлены на активизацию «мозговой атаки» участников дискуссии. В основу ее положена гипотеза о том, что среди большого числа решений имеется, по крайней мере, одно оптимальное.

Прямая «мозговая атака» (метод комиссии) предусматривает формулирование проблемы с выделением ее центрального пункта, и затем выдвижением и обсуждением предложений по решению проблемы. При этом ни одна идея не может быть объявлена заведомо ложной и отброшена, напротив, рассматривается любое высказанное предложение.

В некоторых случаях организаторы «мозговой атаки» заранее намечают меры по управлению групповой дискуссией. В этом случае применяется метод коллективной генерации идей. Среди ее участников называются «аниматоры», стимулирующие процесс творчества; «модераторы», следящие за тем, чтобы полемика участников дискуссии не выходила за рамки допустимой; «президент», удерживающий внимание участников на сформулированной проблеме; «генераторы», в задачу которых входит выдвижение идей; «селекторы», оценивающие и отбирающие выдвинутые «генераторами» предложения.

Другая разновидность «мозговой атаки» - обмен мнениями (иногда ее называют методом отнесенной оценки). При этом ставится задача не только

определить пути решения той или иной проблемы, но также достичь единства взглядов по поводу достоинств и недостатков выдвинутых идей и выработать коллективные предложения.

Кроме того, имеется еще один вид «мозговой атаки» - стимулирование наблюдения, которое заключается в том, что поставленная задача решается не в общем виде, а переносится на воображаемый, а иногда реальный объект. Составляется «сценарий», по которому и «проигрываются» возможные варианты решения проблемы согласно общим правилам «мозговой атаки».

Применение организационных форм «мозговой атаки» в научных исследованиях зависит от темы и методики ее исследования, состава исполнителей, задания, выданного заказчиком, и др. условий.

Проведение научных дискуссий в исследованиях конкретной экономики связано с моделированием изучаемых объектов, когда результаты исследования экспериментируются и выбираются на производственных предприятиях. При этом исследователям в процессе «мозговой атаки» приходится зачастую преодолевать психологический барьер инертности отдельных работников, привыкших работать в условиях сложившейся технологии производства и действующих экономических критериев (планирования, стимулирования, рыночных отношений и т.п.).

Таким образом, особенность творческого труда в экономике, менеджменте, маркетинге заключается в его целевой функции – превращении науки в непосредственную производительную силу.

## **6.2 Организация труда и его планирование в научных исследованиях**

Организация, как смысловое понятие, предусматривает упорядоченность взаимодействия отдельных элементов, находящихся в функциональной зависимости.

Организационные принципы в области научной организации творческого труда в течение длительного времени были основаны на практическом опыте. Необходимость научной организации творческого труда в исследовательской деятельности возникла в связи с тем, что появилась потребность координации и взаимной увязки целого ряда однородных по техническому характеру процессов коллективного труда, а методы организации, основанные на практическом опыте отдельного исследователя, не обеспечивают оптимальности творческого процесса в условиях технического прогресса.

Рациональная организация труда обеспечивает снижение трудовых затрат на науку.

**Важнейшие принципы организации труда:**

- преемственность;
- коллективность;
- динамичность;
- мобильность;
- самоорганизация;
- творческий подход.

**Преемственность** – изучение наследия предшественников.

**Коллективность** – консультации, коллективное обсуждение программ научных исследований, координационные совещания и т.д. Коллективность обусловлена специализацией работников, масштабностью и сложностью исследований, развитием материально-технической базы науки. Коллективизм, применяемый в большинстве отраслей науки, основан на функциональном разделении труда между различными работниками (организаторами, координаторами, информаторами, прогнозистами, экспериментаторами).

Оптимальная организация коллективной работы включает кооперирование – сочетание различных демографических и психологических типов, «генераторов» идей с исполнителями, смелых с осторожными, инициативных с более самокритичными и т.п. При этом необходимо учитывать психологическую совместимость работников.

**Динамичность** организационных форм труда в научных исследованиях определяется тем, что в условиях ускорения темпов развития науки, изменяются формы разделения и кооперации труда (расстановка кадров, уровень коллективности труда, разделение работы на этапы, организация подготовки к ее выполнению, организация рабочего места и т.п.). Она вызывает необходимость в оперативном обеспечении координации действий работников в процессе исследований. На основе полученных результатов в рабочие планы и методику выполнения работы вносят коррективы, направленные на успешное завершение исследований в регламентируемые сроки.

**Мобильность** профессиональной подготовки кадров состоит в адаптации работников к перемене функций, специализации, места работы, что в значительной мере влияет на организацию труда. Особенно она необходима в экономических исследованиях, поскольку отраслевая подготовка экономистов (промышленность, строительство, транспорт,

торговля) в определенной мере ограничивает возможность изучения межотраслевых связей. Поэтому возникает потребность в адаптации специалистов к направленности изучаемых явлений.

**Самоорганизация** предусматривает комплекс мероприятий социологического и психофизиологического характера, осуществляемых работником с целью повышения эффективности проводимых исследований. Поскольку исследования экономических процессов связаны с обработкой больших массивов цифровой информации, то исследователь должен выработать в себе такие черты характера: сосредоточенность, внимательность, аналитичность мышления, позволяющего критически оценивать результаты выполненных расчетов и группировок данных.

В экономических исследованиях нельзя принимать ни один вывод на основании утверждения авторитетов или непроверенных данных.

У исследователя должно быть всегда сомнение, что вывод, непроверенный им самостоятельно путем сбора, группировки и обработки информации об объекте исследования, не является достоверным. При этом должно осуществляться самонормирование труда, которое состоит в определении ежедневной нормы, которую исследователь устанавливает лично для себя. Например, норма написания текстового материала 8...10 стр., 4...5 аналитических таблиц, реферирование 70...80 стр. литературных источников.

**Творческий подход** основан на изучении и обобщении имеющихся достижений в данной области знаний, критическом осмыслении их и создании новых концепций. Направлен он на производство новых знаний и, в частности, на познание объективных законов и тенденций развития явлений, позволяющих решать новые научно-теоретические и научно-практические проблемы.

В экономических исследованиях творческий подход применяется при изучении опыта работы фирм и концернов, обобщении сведений из литературных источников об объекте исследования.

При этом с помощью различных методов исследований и осмыслении тенденций изучаемых явлений исследователь делает вывод о творческом применении полученных результатов в дальнейшем совершенствовании изучаемых экономических явлений.

Организация коллективного труда в исследованиях, проводимых в научно-исследовательских институтах (НИИ), научно-производственных объединениях, лабораториях связана с упорядочением трудовых процессов и внедрением планов научной организации труда (НОТ).

Планы НОТ в исследовательских коллективах должны включать: организацию трудовых процессов и рабочих мест;



обеспечение благоприятных условий труда;  
организацию труда по функциональному обслуживанию рабочих мест;  
нормирование и материальное стимулирование;  
развитие творческой активности работников.

В коллективах, занятых научными исследованиями, имеется много общего с организацией любого общественного труда. Вместе с тем существуют некоторые особенности его интенсификации, которые заключаются в нормировании труда работников, занятых исследовательской деятельностью.

Изучение практики работы НИИ показали, что «генераторы» научных идей и «прогнозисты» в коллективах не превышают 20 %, и их труд пока не поддается нормированию. Труд остальных работников, занятых исследовательской деятельностью, поддается количественному измерению, что учитывается при планировании их численности.

Рациональная организация труда в научных исследованиях основана на его плановости, которая воплощается в программах, предварительных и рабочих планах исследований, индивидуальных планах и графиках выполнения работы.

**Программа исследований** определяет его задачу, общее содержание и народнохозяйственное значение, замысел, принцип решения, методику, объем работ и сроки выполнения.

**Предварительный** план исследования является конкретизацией работ по выбранной теме. В нем указывается период выполнения работ, затраты и источники их финансирования, результаты исследования, место внедрения и предполагаемая эффективность.

**Рабочий план** составляется после того, как исследователь хорошо овладел темой, уточнил ее теоретические предпосылки, ознакомился с теорией вопроса, изучил литературу и практику. В нем находят отражение выдвижение и обоснование рабочей гипотезы, проверка и развитие которой составляет основное содержание последующей работы.

В рабочем плане указывается не только то, что нужно сделать, но и каким путем, детализируется выполнение работы на основе расчленения ее на этапы.

**Индивидуальный план** разрабатывается каждым исполнителем на ту часть работы, которая определена ему в рабочем плане. Этот план утверждает руководитель разрабатываемой темы или ее раздела.

**График выполнения работы** составляется на основании рабочего плана с учетом индивидуальных планов отдельных исполнителей. В нем указываются сроки завершения работ по каждому этапу, сроки внедрения результатов и лица, ответственные за соблюдение этих сроков. Его

утверждает руководитель научного подразделения, ответственного за выполнение данной темы, или проблемы в целом.

### **6.3 Рациональный трудовой режим исследователя и организация рабочего места**

Рациональный трудовой режим исследователя основывается на сочетании психофизиологических функций человека, умственного труда и трудовых навыков в познавательной деятельности.

Эффективность любого труда, в том числе и умственного, зависит от работоспособности – отношения человека к труду с определенной степенью напряженности. В умственном труде она зависит от следующих факторов:

- внутренних – интеллектуальных способностей, особенностей воли, состояния здоровья, степени тренировки в этом труде;
- внешних – обстановки, внешней среды, организации рабочего места, режима труда и отдыха;
- организации труда;
- умственной нагрузки.

В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является утренний пояс (с 8 до 15 ч.), причем максимальная трудоспособность – с 10 до 13 ч.; затем послеобеденный – с 16 до 19 ч., и вечерний – с 20 до 22 ч.

Степень внимания и эффективность меняется в сторону уменьшения и замедления к концу каждого пояса. Поэтому очень трудный для запоминания материал необходимо изучать к началу каждого пояса.

В начальной стадии процесса труда имеется период вработываемости, вхождения в работу. Именно в этот период устанавливаются ассоциативные связи с ранее выполненными работами по данной теме. Затем наступает продуктивный период – «рабочая установка».

На продуктивность умственного труда влияют отвлекающие, рассеивающие факторы: шум, разговоры, движения посторонних лиц, неумение исследователя долго концентрировать внимание на объекте исследования. Эти факторы следует учитывать при организации труда исследователя. Немаловажное значение имеет также условный «рефлекс на время».

Исследователю нужно установить самоконтроль не только за объемом выполняемой работы, но и ее новизной. В конце рабочего дня следует подводить итог сделанного за день в плане исследования, какие новые научные знания, теории, концепции, аксиомы, гипотезы приобрел. Впоследствии их количество должно переходить в качество знаний по

исследуемой проблеме – научную новизну выполненной работы. Таким путем вырабатываются дисциплина и самодисциплина труда, являющиеся гарантией выполнения работ в установленный срок.

Большую роль в продуктивности умственного труда играет привычка к месту работы, рабочая обстановка (комната, кабинет, лаборатория, библиотека); рабочая зона (письменный стол, стул, шкаф, стеллаж); расположение предметов в ней; температура, влажность воздуха окружающей среды; освещение; звуковое поле (шум, вибрация и т.д.).

Для обеспечения устойчивой продуктивности умственного труда необходимо чередовать его с производственными паузами. Перерывы следует делать через каждые 1...1,5 часа работы на 10...15 минут, а после 3...4 часов работы отдых должен быть более продолжительным (0,5...1 час).

Отдых бывает активным и пассивным. Только сон является действенным и полезным отдыхом. Прекращать напряженную умственную работу следует не менее, чем за 1,5...2 часа до сна.

Для активного отдыха при умственном труде необходима физическая нагрузка.

Каждому работнику, занятому умственным трудом, необходимо организовать рабочее место – закрепленный за работником участок производственной площади, оснащенный в соответствии с требованиями (инструментами, оборудованием, приспособлениями и др. средствами труда).

Организация рабочего места тесно взаимосвязана с формами и методами организации труда (т.е. рациональное применение средств труда). Следует устранить лишнее физическое напряжение научного работника, оснастить рабочее место устройствами и приспособлениями, способствующими экономии рабочего времени. Правильно организовать рабочее место – это значит обеспечить его в соответствии со специализацией и технологическим назначением, а также с учетом существующего уровня технического прогресса – оборудованием, инвентарем, производственной мебелью, средствами связи и оргтехники, материальным и информационным обеспечением. наладить бесперебойное и ритмичное обслуживание рабочего места другими службами.

При этом материально-технические средства должны быть размещены в зоне рабочего места в соответствии с содержанием выполняемой работы и требованиями рациональных трудовых приемов.

Таким образом, под организацией рабочего места следует понимать систему мероприятий по созданию на рабочем месте условий, необходимых для достижения высокой производительности труда при наиболее полном использовании технических возможностей оборудования, способствующего снижению утомляемости и сохранению здоровья человека.

## 7 ВНЕДРЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 7.1 Внедрение законченных научных исследований

Научные исследования по конкретной экономике завершаются созданием научной продукции, которая независимо от вида исследований должна иметь прикладной характер для развития хозяйства.

Такой продукцией являются теоретические и научно-методологические положения, методики, рекомендации, созданные в результате выполнения НИР. Они применяются при внедрении новых методов организации, планирования и экономического стимулирования производства продукции, расходования материальных, трудовых и финансовых ресурсов, при совершенствовании управления, учета и контроля с применением ЭВМ и экономико-математических методов.

Отдельным видом продукции являются технико-экономические разработки, выполняемые по планам научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических организаций. Внедряются они в ТЭО проектов различных рангов АСУ и АСУТП, при разработке строительных и технологических решений, планировании крупных широкомасштабных хозяйственных программ и т.п.

Внедрение законченных научных исследований представляет собой передачу научной продукции в практическое использование.

Ответственность за внедрение НИР возлагается на организацию-заказчика, а организация-исполнитель обязана принимать непосредственное участие в выполнении работ по опытной эксплуатации и вводу объектов в действие. Сдача заказчику выполненной работы оформляется актом сдачи-приемки законченной НИР по теме, в составлении которой принимает участие комиссия из представителей заказчика и исполнителя. В необходимых случаях для приемки работ создается специальная комиссия. В акте указываются сроки выполнения работ, плановые и фактические затраты, сущность полученных результатов, основные данные об исполнителях, сроки начала и окончания работ, апробация полученных результатов (рецензирование, экспертиза и т.д.), патентование изобретений и открытий, если таковые имели место, данные о публикациях по выполненной теме.

**В постановляющей части акта** приемочная комиссия отмечает, что НИР по теме считается законченной, принимается решение по дальнейшему

использованию научных результатов, а также указывается место внедрения, объем, сроки и ожидаемый экономический эффект.

**Внедрение законченных исследований** включает опытное испытание разработанных методик, рекомендаций, инструкций, ТЭО, имеющих прикладной характер. Опытные испытания осуществляет комиссия, назначенная приказом заказчика и согласованная с исполнителем.

Результаты опытных испытаний научных разработок оформляются протоколом. Если выявлены недоработки, ошибочные предложения и рекомендации, то исполнитель принимает необходимые меры к устранению недостатков. После окончательной обработки предложений и рекомендаций комиссия составляет акт о внедрении НИР по выполненной теме, который утверждает руководство организации-заказчика и исполнителя.

В необходимых случаях за промышленной эксплуатацией внедренных научных исследований может осуществляться авторский надзор научно-исследовательской организацией. Порядок его осуществления устанавливается договоренностью сторон.

## **7.2 Эффективность научных исследований и ее критерии**

Под экономической эффективностью научных исследований в целом понимают снижение затрат овеществленного и живого труда на производство продукции в той отрасли, где внедряют законченные НИР и ОКР.

Эффективность научных исследований может быть различной:

- экономическая эффективность (рост национального дохода, повышение производительности труда, качества продукции, снижение затрат на научные исследования);

- укрепление обороноспособности страны;

- социально-экономическая эффективность (ликвидация тяжелого труда, улучшение санитарно-гигиенических условий труда, очистка окружающей среды и т.д.);

- престиж отечественной науки.

Результаты научных исследований влияют на все стороны развития общества.

Наука является наиболее эффективной сферой капиталовложений. По данным зарубежных экономистов, на 1 доллар затрат на науку прибыль в год составляет от 4 до 7 долларов и больше.

Критерием эффективности экономической науки в конечном счете выступают повышение производительности и экономия всего общественного труда, обусловленные внедрением достижений науки в хозяйство.

**Эффект исследований** – совокупность полученных научных экономических и социальных результатов. Результат сопоставления с затратами на его достижение характеризует эффективность исследования.

**Эффективность научных исследований** экономического характера проявляется только в результате взаимодействия с другими факторами экономического роста: капиталовложениями, рабочей силой, образованием, организацией информационных коммуникаций и т.п.

Оценка экономической эффективности результатов в прикладной экономике связана со значительными трудностями. Ни одно экономическое исследование не представляет собой продукта какой-то одной исследовательской работы. Кроме того, оценка экономической эффективности дается не самой научной продукции, а результату ее использования, что противоречит принципу оценки непосредственно по количеству произведенной продукции.

Критерием эффективности научных исследований является также **научная значимость** проделанной работы. Поскольку результаты фундаментальных (теоретических) исследований обычно дают приращение к запасам знаний, которые можно использовать позднее, благодаря новым исследованиям прикладного характера, то почти все критерии и методы, используемые для оценки прикладных и фундаментальных исследований, не имеют конкретного значения.

Обычно можно установить качественные критерии для теоретических исследований:

- возможность широкого применения результатов исследований в различных отраслях хозяйства;
- новизна явлений, дающая большой толчок для развития актуальных исследований;
- существенный вклад в обороноспособность страны;
- приоритет отечественной науки;
- отрасль, где могут быть начаты прикладные исследования;
- широкое признание работ;
- фундаментальные монографии по теме и цитируемость их учеными различных стран.

Критерием эффективности НИР является и **объем научной продукции**, измеряемой общим количеством или средним числом публикаций, приходящихся на одного научного сотрудника за исследуемый период, выполненных и защищенных диссертаций, законченных тем или сданных отчетов.

При оценке эффективности выполненного исследования используют несколько вышеуказанных критериев.

Критерий новизны НИР – количество патентов и изобретений (при ОКР). Критерий цитируемости работ ученого представляет собой число ссылок на его печатные работы. Это второстепенные критерии.

Результаты научных исследований и опытно-конструкторских работ (НИОКР) воздействуют на компоненты производства, средства и предметы труда, технологические процессы, формы и методы организации производства, а также способствуют снижению трудо-, фондо-, материало- и энергоёмкости новой техники. Это экономические результаты, отражающие экономию живого и овеществленного труда в стоимостной оценке.

Единым критерием экономической эффективности результатов НИОКР в сфере производства и обслуживания является экономия общественных затрат, выраженным приростом экономического эффекта на единицу полезной работы.

Вместе с тем, экономическая наука выполняет две социально-экономические функции:

- **познавательную** – создание нематериализованных ценностей в виде теорий, прогнозов, гипотез и т.п.;

- **производительную** – превращение научных знаний в движущую силу развития производства и общества.

Методология определения экономического эффекта результатов НИОКР, а также новой техники, капитальных вложений, оргтехмероприятий должна иметь общую основу. Общими являются методы соизмерения результатов и расходов, одновременных и текущих затрат, учет факторов времени, критерий экономической эффективности и принципы его определения. Вместе с тем, отдельные виды НИОКР имеют свою особенность, поскольку их результат не сводится только к экономической эффективности.

Существуют следующие виды эффективности НИОКР:

- экономическая;
- научно-техническая;
- социальная.

**Экономическая** – характеризуется выраженной в стоимостных измерениях показателей экономии живого и овеществленного труда в общественном производстве, полученной от использования результатов НИОКР, в сопоставлении с затратами на выполнение исследований.

**Научно-техническая** – отражает прирост новых научных знаний, предназначенных для дальнейшего развития науки и техники.

**Социальная** – проявляется в улучшении жизненных факторов людей, развития здравоохранения и культуры, науки и образования, улучшении экологических условий и т.п.

Рассмотренные виды эффективности НИОКР взаимосвязаны и влияют друг на друга (табл. 7.1).

Таблица 7.1 – Содержание народнохозяйственного эффекта экономической науки

Проявление эффективности	Вид эффекта	Содержание эффекта
Непосредственное	Теоретический	Законы; Теории; Закономерности; Понятия и категории; Гипотезы; Новые идеи в науке
	Прикладной	Методики и рекомендации по совершенствованию хозяйствования; народнохозяйственные программы; Совершенствование методов и форм управления; Увеличение объема выпуска продукции и повышение ее качества; Рост производительности труда; Снижение материалоемкости продукции; Рост прибыли; Экономия капитальных вложений
Опосредованное	Социальный	Рост благосостояния трудящихся; Улучшение условий труда и быта; Увеличение продолжительности жизни; Увеличение свободного времени трудящихся; Повышение уровня образования и культуры

**Экономический эффект НИОКР** представляет собой экономию расходов, предназначенных для выполнения исследований и разработок; эффект в сфере производства (увеличение прибыли, снижение себестоимости) в связи с использованием новой технологии, организации производства и других результатов исследований.



При этом имеют влияние такие факторы экономического потенциала, как капитальные вложения, рабочая сила, образование и т.п.

**Социальный эффект** оценивается в настоящее время преимущественно качественными показателями. Он особенно широко проявляется при осуществлении крупномасштабных программ.

В качестве показателей эффективности применяются физико-биологические параметры комфорта на производстве, экологические условия жизни людей – чистота воздуха, параметры тепловлажного режима, предельные нормы производственных отходов, наличие водоемов и качество воды в них, площади озеленения, уровень шума, освещенности и др.

Сложные социальные процессы (уровень жизни, комфорт жилища, торгового и бытового обслуживания и др.) часто не поддаются прямому измерению, поскольку они складываются из различных несоизмеримых показателей. Поэтому оценку их производят путем расчленения на элементарные показатели с последующим измерением каждого из них в соответствующих единицах.

Например: качество торгового обслуживания характеризуется продолжительностью затрат времени на одну покупку, доставкой товаров по заказам на дом, удовлетворения спроса покупателей и др.

Для каждого выделяемого элемента социальный эффект определяется изменением количественной характеристики, достигнутой в связи с выполнением НИОКР, в сопоставлении с произведенными затратами на эти работы. После того, как установлена количественная оценка каждого элементного показателя сложного социального процесса, комплексная оценка его может быть осуществлена с учетом нормативных «весов» каждого элемента.

При реализации результатов НИОКР, наряду с решением социальных задач, достигается и экономический эффект в виде роста производительности живого труда и экономии трудовых ресурсов. Однако оценка социального эффекта через экономические категории затрудняется тем, что не всегда удается определить их количественные измерители.

Полный экономический эффект определяется сначала по каждой сфере с учетом объема использования, а затем по совокупности этих сфер за планируемый период использования результатов НИОКР.

### **7.3 Расчет экономической эффективности научных исследований**

Экономическая эффективность НИОКР рассчитывается при создании новых технологических процессов, машин и материалов, а также при

исследовании в области естественных наук, которые могут быть использованы для совершенствования материального производства.

При расчете экономической эффективности НИОКР наряду с затратами по исследованиям учитываются расходы по внедрению научных работ.

Рассчитывается экономический эффект по следующим НИОКР:

- создание новых техпроцессов и способов производства в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве и других отраслях народного хозяйства, а также разработка комплексов машин и оборудования для этих процессов;

- повышение уровня общественной организации хозяйства – улучшение межотраслевых и внутриотраслевых пропорций, транспортных схем, размещение производительных сил, улучшение организации управления производством, разработка и внедрение нормативов, регулирующих организацию производства, совершенствование хозяйственного механизма и т.д.;

- исследования в области экономических и социальных наук, которые используются для повышения эффективности общественного производства.

Оценка экономической эффективности результатов НИОКР осуществляется путем сравнения:

- эффекта с высшим достигнутым;

- полученным в результате внедрения по сравнению с плановым;

- технико-экономическими показателями, которые могут быть достигнуты при внедрении результатов исследований.

При завершении НИОКР создается экономический потенциал, который реализуется по мере внедрения НИР в производство.

Экономический потенциал НИР измеряется максимальным экономическим эффектом, который может быть достигнут на основе внедрения результатов этой работы в производство за расчетный период при предлагаемом объеме внедрения.

Допускается также измерение экономического потенциала, приуроченного к определенному году внедрения.

Если научное исследование связано с риском получения отрицательного результата, то экономический потенциал определяется как математическое ожидание по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_t p - Bq \quad (\text{при } P=1), \quad (7.1)$$

где  $\mathcal{E}_t$  - расчетный экономический потенциал за  $t$  лет;

$p$  - вероятность положительного результата исследования;

$B$  - излишние затраты в случае отрицательного результата;

$q$  - вероятность отрицательного исхода научного исследования.

При подготовке к внедрению НИОКР в производство осуществляется ряд затрат, которые не включаются ни в себестоимость произведенной продукции, ни в состав капитальных вложений, но подлежат учету при комплексной оценке эффективности научных работ.

К таким затратам относятся расходы на следующие работы:

научно-исследовательские;

экспериментального перспективного проектирования;

конструирования экспериментального оборудования, аппаратуры и приборов;

изготовления и испытания опытных образцов;

опытно-промышленного производства или экспериментального строительства, необходимого для проверки результатов НИР.

Производственные затраты, осуществляемые в разное время, приводятся к соизмеримой величине на первый год внедрения результатов НИР в производство как по новому, так и по исходному варианту.

В основе расчета экономической эффективности НИР или ОКР лежит формула приведенных затрат:

$$Z_{np} = C + E_n K, \quad (7.2)$$

где  $C$  - себестоимость;

$K$  - капитальные вложения;

$E_n$  - нормативный отраслевой коэффициент экономической эффективности.

На подготовительной стадии научно-исследовательского процесса расчеты экономической эффективности составляются с некоторым приближением, на последующих стадиях они систематически уточняются, проверяются фактически достигнутыми технико-экономическими показателями.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Методические рекомендации к самостоятельной работе по курсу «Основы научных исследований» дают возможность:

- изучить основы научных знаний и методику научных исследований конкретных проблем;
- активизировать творческое мышление;
- овладеть методами и приемами научного решения задач, связанных с внедрением новейших достижений для повышения эффективности хозяйственной деятельности предприятий;
- рационально организовывать интеллектуальный труд;
- научиться обобщать результаты научных исследований, моделировать эксперименты и превентивно определять направления исследований;
- осуществлять апробацию, внедрять и рассчитывать экономическую эффективность результатов научных исследований.

В соответствии с учебным планом курса «Основы научных исследований» на самостоятельную работу студентов предусмотрено 57 часов.

Изучение курса предусматривает усвоение учебного материала в свободное от аудиторных занятий время. Выполнение заданий по самостоятельной работе является обязательным для каждого студента.

Студенты изучают курс самостоятельно, пользуясь конспектами лекций, учебниками, учебными пособиями, учебно-методическими изданиями и другой научной литературой.

Форма контроля самостоятельной работы студентов предусматривает диалоговое общение с преподавателем, тестирование по темам и методы, имеющие контрольную функцию, а именно: письменные контрольные работы; студенческая научная работа; подготовка научных докладов.

Большое значение для усвоения материала по основам научных исследований имеет итоговый контроль знаний в форме письменных контрольных работ по окончании изучения курса.

Самостоятельная работа по курсу «Основы научных исследований» включает следующие формы:

- проработка лекционного материала;
- подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам;
- выполнение индивидуальных научных заданий и научно-исследовательских работ.

С целью приобретения теоретического и практического опыта в систематизации полученных знаний по курсу «Основы научных исследований» и его адаптации к дисциплинам отраслевого направления студенты должны овладеть правилами подготовки и презентации научных докладов.

Научный доклад составляется на основании исследования, обзора литературных источников по выбранному направлению. В нем должны быть освещены выдвинутая гипотеза, система доказательств, новизна и практическое значение полученных результатов, проработанные информационные источники. Презентация научного доклада может сопровождаться визуальными средствами.

Результаты проведенного самостоятельного исследования презентуются студентами на протяжении изучения курса на практических занятиях либо заседаниях научного кружка.

## ВОПРОСЫ К САМОКОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

1. Определить составляющие «системы научных знаний».
2. Какие основные продукты получает наука?
3. Назовите основные этапы эволюции науки и дайте им характеристику.
4. Опишите процесс создания научной теории.
5. Дайте определение понятиям: «теория», «научная идея», «принцип», «категория», «методология», «гипотеза», «эксперимент».
6. Что может быть объектом исследования?
7. Какие познавательные задания решаются в процессе научного исследования?
8. По каким признакам классифицируются научные исследования?
9. Определите различия между теоретическими, теоретико-экспериментальными и экспериментальными исследованиями.
10. Какие основные критерии учитываются при выборе темы научного исследования?
11. Перечислите основные разделы и их содержание при подготовке технико-экономического обоснования работы.
12. Перечислите основные требования к гипотезе.
13. Какие стадии проходит процесс развития гипотезы?
14. Определите формы научно-исследовательской работы.
15. Как происходит процесс планирования НИР?
16. Какие методы используются при проведении научных исследований?
17. Дайте определения понятиям: «анализ», «синтез», «индукция», «дедукция», «аналогия», «моделирование», «абстрагирование», «конкретизация», «системный анализ».
18. Чем отличаются общенаучные методы исследований от эмпирических?
19. Какие специальные методы используются в научных исследованиях?
20. Какие виды социологического исследования вы знаете? Дайте им характеристику.
21. Какие действия предшествуют проведению социологического исследования?
22. Приведите классификацию информационного обеспечения научных исследований.
23. Что такое «экономическая информация»?
24. Определите содержание информационного обеспечения.
25. Из каких составляющих формируется система научно-технической информации?

26. Чем отличаются статистическая и массовая информация?
27. Перечислите основные виды документов и дайте им краткую характеристику.
28. Какие составляющие включает научно-исследовательский процесс?
29. Что такое интеллект научного работника? От чего зависит его уровень?
30. «Мозговая атака» - что это?
31. Назовите основные положения научной организации работы научных работников.
32. Какие факторы должны учитываться при организации рабочего места исследователя?
33. Перечислите оборудование рабочего места научного работника.
34. Какие виды эффективности научно-исследовательских работ Вы знаете? Дайте им определение.
35. Определите резервы повышения эффективности научно-исследовательских работ.
36. Какие виды эффективности научно-исследовательских работ Вы знаете? Дайте им определение.
37. Понятие информационного поиска и его место в научных экономических исследованиях.
38. Понятие справочно-информационного фонда.
39. Кадры как одна из основных составляющих научно-технического потенциала.
40. Методы познания эмпирических заданий.
41. Понятие о гипотезах и их роль в развитии науки.
42. Методология науки. Познавательные задания научного исследования: эмпирические и теоретические.
43. Оформление результатов НИР.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. **Абстрагирование** (от лат. abstrahere – отвлекать) это:
  - a) процесс вычленения какого-нибудь признака объекта исследуемой системы, отвлечение от других.
  - b) результат воображаемого отвлечения (абстрагирования) тех или иных определенных свойств от множества свойств исследуемого конкретного предмета.
  - c) методологическая характеристика исследования.
    - d) набор инструктивных действий, определяющих их последовательность для получения данных или результатов в целом.
2. **Задачи исследования** это:
  - a) методологическая характеристика исследования.
  - b) объективно существующая, повторяемая, стойкая, существенная связь для группы явлений, определяющая процессы становления и существования систем, которые развиваются.
  - c) отношение, при котором изменение какой-то одной стороны приводит к изменению другой стороны.
3. **Контент-анализ** (англ. content – содержание) это:
  - a) формализованный метод анализа содержания документов с помощью математических средств.
  - b) величина (характеристика, фактор), поддерживаемая на постоянном уровне на протяжении всего эксперимента.
  - c) группа испытуемых, которых не подвергают экспериментальным воздействиям, т.к. данная группа служит для сравнения во время эксперимента.
  - d) раздел статистики, задача которого состоит в том, чтобы установить возможную связь между двумя показателями, полученными по одной и той же или двух разных выборках.
4. **Концепция** (лат. conceptio) это:
  - a) система взаимосвязанных и возникающих один из другого взглядов, способ понимания, трактования явлений, процессов; основная идея какой-либо теории, единая определяющая идея, основная мысль достижения, научного труда и т.д.
  - b) признак, по которому классифицируются, определяются, оцениваются явления, действия или деятельность .



- c) составление конспектов литературных источников разных типов.
- d) краткое письменное изложение содержания разговора, текста.

**5. Методы исследования в экономике это:**

- a) приемы, процедуры и операции эмпирического и теоретического познания и изучения явлений действительности, которые являются способом получения научных фактов.
- b) путь исследования или познания, теория.
- c) умственный процесс, направленный на обоснование какого-либо положения или получение нового вывода из нескольких существующих.
- d) теоретический метод исследования различных явлений, процессов и состояний с помощью их реальных (физических) или идеальных (знаковых, математических) моделей.

**6. Научный поиск это:**

- a) особый вид научного исследования, результатом которого являются принципиально новые результаты, имеющие значение научных открытий новых закономерностей.
- b) категория, определяющая то явление или состояние, которое вызвано, обусловлено другим явлением; то, что логично с необходимостью вытекает из чего-то другого, как из своего основания.
- c) величина (характеристика, фактор), управляемая экспериментатором.
- d) разновидность наблюдения.

**7. Опрос это:**

- a) метод сбора эмпирических данных об объективных фактах, мыслях, знаниях и т.д., основанный на непосредственном (интервьюирование) или опосредованном (анкетирование) взаимодействии исследователя (интервьюера) с опрашиваемым (респондентом).
- b) вид психологического теста; предназначен для выявления разных сторон личности исследуемого с помощью набора утверждений, с которыми респондент соглашается или не соглашается.
- c) совокупность методов и форм представления информации (графики, измерения показателей), позволяющих охарактеризовать выборки данных.

- d) исследовательский подход, допускающий отношение к воспитаннику как к личности, как к сознательному субъекту собственного развития и как к субъекту воспитываемого влияния.

**8. Первичные документы и издания:**

- a) первоисточники, содержат преимущественно новые, оригинальные идеи, научные сведения, новое осмысление известных фактов, исходные данные, подлежащие обработке.
- b) явления, процессы, характеристики субъектов, которые могут быть представлены в виде величины, которая изменяется, и описаны средствами математики.
- c) понятия, отношения которых к базовому понятию исследования следующие: «вышестоящие», «нижестоящие», а также отношения ассоциации и другие.

**9. План научной работы** (от лат. planus – плоский, ровный) это:

- a) порядок, последовательность в изложении научной работы, статьи и т.д.
- b) критерий, с помощью которого характеризуется соответствие гипотезы, закона или теории фактам, которые наблюдаются, или экспериментальным результатам.
- c) предложение, выражающее недостаток информации о каком-либо объекте, владеющем особой формой и требующем ответа, объяснения.
- d) пробно-поисковое исследование, которое проводится до начала активного применения разработанного методического аппарата с целью его доработки, уточнения.

**10. Библиографический обзор** это:

- a) обзор, содержащий характеристику источников информации, которые появились за определенное время или объединенных по какому-нибудь другому общему признаку.
- b) библиографические сведения о документах, которые упоминаются, цитируются в научной работе либо были использованы иным способом при ее подготовке.
- c) совокупность библиографических сведений о цитируемом, рассмотренном или документе, который упоминается.

11. **Аспект** (от лат. *aspectus* – взгляд, вид) это:
- a) точка зрения, под которой рассматривается объект (явление, понятие) исследования.
  - b) необходимое, существенное, неотъемлемое свойство объекта.
  - c) процесс или зарегистрированное каким-либо образом явление, несвойственное исследуемому объекту, который не является целью исследования.
  - d) рациональный способ убеждения, который опирается на тщательное обоснование и оценку доводов в защиту определенной темы; совокупность аргументов в пользу чего-либо.
12. **Аннотация** (от лат. *annotatio* – примечание, отметка) это:
- a) краткая разъяснительная или критическая заметка, следующая за библиографическим описанием какой-либо работы (на обороте титульного листа книги, на карточке каталога и т.д.).
  - b) процесс создания аннотации.
  - c) мысль, истинность которой проверена и доказана практикой и которая поэтому может быть приведена в обоснование истинности или ошибочности другого положения.
  - d) составная часть всякого доказательства.
13. **Конкретизация** (от лат. *concretus* – сгущенный) это:
- a) один из приемов, используемых в процессе познания, с помощью которого абстрактное понятие включается в разнообразие действительных свойств, связей и отношений.
  - b) исследовательский подход и принцип организации практики обучения и воспитания, который рассматривает объект исследования, практику с позиций целостности и системности.
  - c) краткое письменное изложение содержания разговора, текста.
  - d) составление конспектов литературных источников разного типа. В научном исследовании используется на этапе анализа состояния исследуемого вопроса.
14. **Синтез** (от греч. *synthesis* – составление, объединение) это:
- a) метод исследования; практическое воображаемое соединение частей свойств (сторон) исследуемого объекта в единое целое.
  - b) совокупность элементов и их взаимосвязей, которые образуют некоторую, способную к функционированию целостность.

- c) умственная деятельность, в процессе которой исследуемые объекты организуются в определенную систему на основе выбранного принципа.
- d) метод, основанный на принципе системного подхода.

15. **Социометрия** (от лат. *societas* – общество и *metreo* – измеряю) это:

- a) метод социальной психологии (предложенный Дж. Морено), который позволяет выразить количественно, графически структуру межличностных отношений в группе, исходя из числа и характера взаимных выборов ее членов по определенному социометрическому критерию.
- b) наглядное графическое и схематическое изображение эмоциональной стороны межличностных отношений в группе; измерения производятся с помощью социометрической техники.
- c) один из наиболее часто используемых статистических показателей, характеризующих центральную тенденцию в выборке данных. Ее определяют, разделив сумму всех значений данных на число этих данных.

16. **Таблица** (от лат. *tabula* – доска, таблица) это:

- a) один из способов представления данных.
- b) категория, которая означает единственную внутреннюю определяющую связь для группы явлений, служащую основой их существования.
- c) словарь языка с полной значащей информацией; полный систематизированный набор терминов в какой-либо области знаний.
- d) процесс составления тезисов содержания различных литературных источников на этапе сбора информации по исследуемой проблематике.

17. **Теоретическая значимость исследования** это:

- a) методологическая характеристика исследования; значение полученных результатов для науки;
- b) представляет собой некоторую четкую фиксированную связь элементов, допускает определенную структуру, отражающую внутренние, существенные отношения реальности.
- c) высшая форма научного мышления, система понятий, категорий, законов, отражающих существенные свойства, связи и отношения предметов действительности.

18. **Обобщение** это:
- a) логический процесс перехода от единичного к общему, от менее общего к более общему, а также результат этого процесса: обобщенное понятие, суждение, закон науки, теория.
  - b) умственная операция, состоящая в получении нового вывода из нескольких суждений.
  - c) функция организованных систем, обеспечивающая сохранение их структуры, поддержку режима деятельности, реализацию программы и цели деятельности.
  - d) среда, в которой находятся и без которой не могут существовать предметы, явления; то, от чего зависит другое.
19. **Актуальность исследования** (от лат. *actualis* – деятельный, действительный, важный, существенный для действительного времени):
- a) методологическая характеристика исследования, т.е. обоснование актуальности предполагает ответ на вопрос: почему данную проблему нужно изучать в данное время?
  - b) набор инструктивных действий, который определяет их последовательность для получения данных или результатов в целом.
  - c) метод исследования, воображаемое или практическое разложение исследуемого предмета или явления на характерные для него составляющие элементы, выделение в нем отдельных сторон, изучение каждого элемента или стороны явления отдельно как части одного целого.
  - d) теоретический метод исследования, совокупность гносеологических операций с научными понятиями, в которых отражаются явления, выступающие в качестве предмета исследования.
20. **Анкета** (от фр. *enquete* – буквально: расследование) это:
- a) связанная единым исследовательским замыслом система вопросов; опросный лист, самостоятельно заполняемый опрашиваемым по указанным в нем правилам.
  - b) метод получения информации, основанный на опросе людей для получения сведений о фактическом положении вещей (например, мнений разных групп учеников и учителей о разных сторонах учебно-воспитательного процесса, методах обучения).
  - c) рациональный способ убеждения, который опирается на тщательное обоснование и оценку доводов в защиту определенного тезиса; совокупность аргументов в пользу чего-либо.

d) особая знаковая система, включающая терминологию, клише и выражения, характерные для языка науки, структурные схемы построения определенных научных жанров, системы формул, условных обозначений и т.д.

21. **Изучение документов** (от лат. documentum – доказательство, свидетельство) это:

- a) метод получения первичной информации на ранних стадиях исследования для предварительного знакомства с объектом.
- b) процедура, с помощью которой объекты исследований, рассмотренные как носители определенных отношений между ними, отражаются в некоторой математической системе с соответствующими отношениями между элементами этой системы.
- c) свойство информации, которое устанавливает степень соответствия истине.
- d) вид наблюдения, при котором наблюдающий включен в группу, а ее члены не знают, что служат объектом наблюдения.

22. **Выводы** это:

- a) сжатое обобщенное изложение самых существенных, с точки зрения автора, результатов, полученных в результате исследования.
- b) часть всей исследуемой (генеральной) совокупности, которая выступает как непосредственный объект изучения по разработанной методике либо программе отбора.
- c) метод исследования, направленный на анализ уже существующих (ранее полученных в других исследованиях) данных в соответствии с новыми задачами.
- d) этап исследования, который допускает использование операций сравнения, обобщения и др.

23. **Глоссарий** (от лат. glossarium – словарь переводов или толкований слов и выражений) это:

- a) толковый словарь терминов или выражений к какому-либо тексту.
- b) структурно-композиционная единица текста, раздела книги, статьи. В большинстве случаев имеет тематический заголовок, которому предшествует родовое название «глава» и ее номер.
- c) один из способов графического представления количественных данных.

d) расположенная на плоскости геометрическая конструкция, система точек, некоторые из которых соединены отрезками; одна из наипростейших моделей взаимодействующих систем.

24. **Гипотеза исследования** (от греч. hypothesis – основание, допущение) это:

- a) методологическая характеристика исследования, научное допущение, выдвинутое для объяснения какого-либо явления и требующее проверки на опыте и теоретическом обосновании для того, чтобы стать достоверным научным знанием.
- b) один из способов графического представления данных.
- c) расположенная на плоскости геометрическая конструкция, система точек, некоторые из которых соединены отрезками; одна из наипростейших моделей взаимодействующих систем.
- d) структурно-композиционная единица текста, раздела книги, статьи.

25. **Дедукция** (от лат. deduction – выведение) это:

- a) вид умозаключения и метод познания; переход от общих суждений к частным, от нескольких позиций-предпосылок к их последствиям; применение установленного общего положения к частному.
- b) логическое мышление, в процессе которого из аргументов (доводов) выводится истинность либо ложность суждения. Демонстрация является третьей составляющей любого доказательства.
- c) определитель; то, что обуславливает что-либо.
- d) определение понятия.

26. **Диссертация** (от лат. dissertatio – мышление, исследование) это:

- a) квалифицированная научная работа, представленная на получение научной степени и защищенная публично диссертантом.
- b) самостоятельная письменная квалификационная работа, которая представляется студентами при окончании университетов и других учебных заведений.
- c) обсуждение какого-либо проблемного вопроса на собраниях, в публикациях; спор.
- d) один из показателей разброса данных в статистике; мера отклонения от среднего.

27. **Доказательство** это:

- a) логическое действие, в процессе которого истинность какой-либо мысли устанавливается с помощью других мыслей.

- b) часть научной работы, содержащая дополнительный материал, который не является существенным для понимания проблемы, однако полезен с практической точки зрения и раскрывает технологию исследования.
- c) исходный принцип, позиция и направленность, ориентация исследования.
- d) разновидность источников информации о практической экономической деятельности и результаты этой деятельности.

**28. Закономерность** это:

- a) объективно существующая, повторяемая, стойкая, существенная связь для группы явлений, которая определяет процессы становления и существования развивающихся систем.
- b) методологическая характеристика исследования.
- c) отношение, при котором изменения какой-либо одной стороны способствует изменению другой стороны.
- d) результат процесса познания действительности, адекватное ее отображение в сознании человека в виде представлений, понятий, суждений, умозаключений, теорий.

**29. Индивидуальная (первичная) информация** это:

- a) информация о признаках отдельных субъектов, которые являются единицами исследуемой совокупности.
- b) процесс сравнения объекта с одним из известных объектов, установления совпадения чего-то с чем-то.
- c) раздел статистики, который рассматривает индукцию, т.е. распространение на большие группы объектов (популяции) выводов, сделанных при изучении меньших групп (выборок).
- d) вид умозаключения и метод исследования.

**30. Инструментарий исследования** (от лат. instrumentum – орудие для работы) это:

- a) совокупность методических и технических приемов и операций, которая выступает в форме разнообразных документов (рабочих материалов) и направлена на получение с ее помощью информации.
- b) эмпирический метод исследования, сбор первичной информации путем интервью.



- c) толкование, объяснение содержания явления или текста знаковой структуры, которое способствует их пониманию.
- d) совокупность сведений, необходимых для активного воздействия на управляемую систему с целью ее оптимизации.

31. **Категория** (от греч. *katēgoria*) это:

- a) предельно широкое понятие, в котором отражены наиболее общие и существенные свойства, признаки, связи и отношения предметов, явлений объективного мира.
- b) нестрогий эксперимент, применяемый в экономических исследованиях в силу того, что в них трудно выдержать требование случайности выбора экспериментальных объектов.
- c) область науки, которая объединяет методы количественной оценки качественных данных.
- d) количественное выражение, описание качественных признаков объектов, явлений с помощью показателей и индикаторов с целью их формализации путем специальных кванторов.

32. **Ключевое слово** это:

- a) слово или словосочетание, наиболее полно и специфично характеризующее содержание научного документа (текста) или его части.
- b) термин, обобщающий понятия «элемент», «подсистема», «подструктура» и их связи.
- c) краткое письменное изложение содержания разговора, текста.
- d) формализованный метод анализа содержания документов с помощью математических средств.

33. **Корреляция** (от лат. *correlation* – соотношение, соответствие) это:

- a) связь между двумя переменными;
- b) система взаимозависимых и вытекающих друг из друга взглядов, способ понимания, трактования явлений, процессов.
- c) признак, по которому классифицируются, определяются, оцениваются явления, действия или деятельность.
- d) ошибки в ссылках, т.е. в основаниях доказательства.

34. **Методика** (от греч. *methodike*) это:

- a) совокупность частных приемов, средств, процедур, которые позволяют применять тот или иной метод к данной специфической предметной области.

- b) непараметрический метод, который используется для проверки гипотез о вероятности разницы средних при анализе количественных данных в популяциях с нормальным распределением.
- c) мнение исследователя о применяемых им методам научного познания.

35. **Мониторинг** (англ. monitoring от лат monitor - предупредительный) это:

- a) непрерывное, длительное наблюдение за состоянием среды (явлений, процессов и т.д.); сопоставление результатов постоянных наблюдений для получения обоснованных представлений об их (явлений, процессов) действительном положении, тенденциях их развития.
- b) научная работа, которая углубленно разрабатывает одну тему, ограниченный круг вопросов.
- c) сфера исследовательской деятельности, направленная на производство новых знаний о природе, обществе и мышлении и включающая в себя все условия и моменты этого производства.
- d) система методологических категорий, выступающих в качестве характеристик экономического исследования.

1. Про інформацію: Закон України// [www.liga.kiev.ua](http://www.liga.kiev.ua)
2. Про науково-технічну інформацію: Закон України// [www.liga.kiev.ua](http://www.liga.kiev.ua)
3. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України//[www.liga.kiev.ua](http://www.liga.kiev.ua)
4. Про освіту: Закон України//[www.liga.kiev.ua](http://www.liga.kiev.ua)
5. <http://economictheory.narod.ru/> - Информация по новым проблемам экономической теории.
6. <http://www.aspirantura.com/> - ссылки на Интернет-ресурсы для аспирантов
7. <http://candis.by.ru/> - Электронные копии диссертаций, защищенных в Украине, монографий, другой литературы.
8. <http://www.e-lib.org/> - Электронные копии российских диссертаций
9. <http://www.lib.umi.com/dissertations> - Материалы диссертаций, защищенных в США и Западной Европе в течение двух последних лет.
10. <http://www.mkengel.de/thesis.html> - Метасайт диссертационных ресурсов WWW.
11. <http://www.icps.kiev.ua/publications/es.html> - Ежемесячная таблица статистических данных, необходимых для осуществления бизнеса в Украине.
12. <http://UAMedia.visti.net> – Украинский пресс-сервер.
13. <http://econ.worldbank.org/> - Мировой банк экономических новостей.
14. <http://brama.com/eastern-economist/index.html> - «Истерн Экономист».
15. <http://mckinseyquartely.com> – Ежеквартальник «МакКинсли».
16. <http://www.forbes.com> – «Форбс».
17. <http://www.time.com/time> - Журнал «Тайм».
18. <http://www.economist.com> – «Экономист».
19. <http://interactive.wsj.com/home.html> - «Уолл Стрит Джорнал», интерактивное издание.
20. <http://www.ft.com> – «Файненшл Таймс».

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романчиков В.І. Основи наукових досліджень. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 254 с.
2. Білуха М.Т. Основи наукових досліджень: Підручник. – К.: Вища шк., 1997. – 271 с
3. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. 3-е изд., перераб. и доп. – Харьков.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1983. – 224 с.
4. Соловйов С.М. Основи наукових досліджень. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 176 с.
5. Методичні вказівки з науково-дослідницької роботи студентів спеціальності 8.050201 „Менеджмент організацій” / Деречинський Ю.Н., Кулаков В.О., Борданов С.В. – Горлівка, АДІ ДонНТУ. – 50 с.
6. Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять з курсу „Основи наукових досліджень” студентів спеціальності 8.050201 „Менеджмент організацій” / Кулаков В.О., Борданов С.В. – Горлівка: АДІ Донн тую – 62 с.
7. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних робіт з курсів „Основи наукових досліджень”, „Методологія та організація наукових досліджень” (для студентів спеціальності 8.050201 „Менеджмент організацій” денної і заочної форми навчання) / Укл.: В.О.Кулаков, Р.Ф.Гайдай, В.В.Галушка – Горлівка: АДІ ДонНТУ, 2006. – 41 с.
8. Методичні вказівки до виконання студентської наукової роботи (для студентів спеціальності 8.050201 „Менеджмент організацій” денної форми навчання) / Укладачі: В.О.Кулаков, Р.Ф.Гайдай. – Горлівка: АДІ ДонНТУ, 2004. – 22 с.
9. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу „Основи наукових досліджень” (для студентів спеціальності 8.050201 „Менеджмент організацій” денної та заочної форми навчання) / Укл. В.О.Кулаков, В.В. Галушка. – Горлівка, АДІ ДонНТУ, 2004. – 23 с.
10. Методичний посібник до вивчення курсу „Методологія та організація наукових досліджень” (для студентів спеціальності 8.050201 „Менеджмент організацій” всіх форм навчання) / Укладачі: В.О.Кулаков, Р.Ф.Гайдай, І.Ю.Гайдай. – Горлівка: АДІ ДВНЗ „ДонНТУ”, 2007. – 71 с.

Методическое пособие к изучению  
курса «Основы научных исследований» (для студентов специальности  
6.050200 «Менеджмент организаций» всех форм обучения)

Виктор Алексеевич Кулаков  
Владислав Викторович Галушка

Подписано к печати

Тираж 150

Усл. печ. листов

Формат 70х90/16

Заказ

АДИ ГВУЗ «ДонНТУ»  
84646, г. Горловка, ул. Кирова, 51  
109