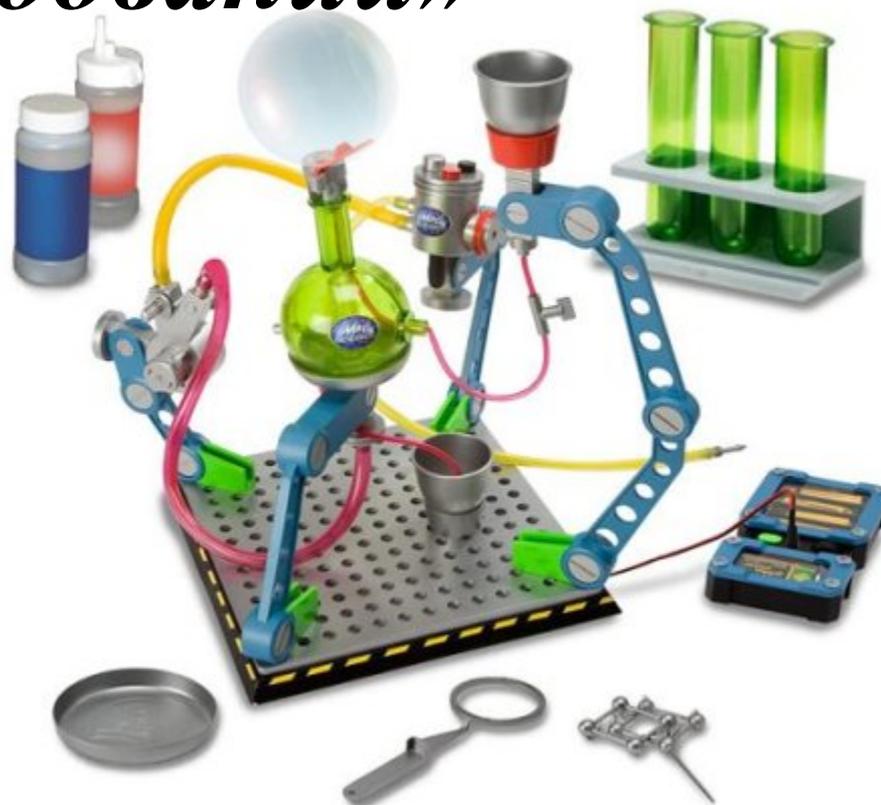


«Методы экспериментальных исследований»



Методология эксперимента

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.

Основная цель эксперимента – проверка теоретических положений, а также более широкое и глубоко



Методология эксперимента

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



Разработка плана-программы эксперимента



Основу плана-программы составляет **методика** – система приемов или способов для последовательного наиболее эффективного экспериментального исследования.

Включает в себя:

1. Цель и задачи эксперимента;
2. Выбор вариационных факторов;



Основные понятия планирования эксперимента

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

Структурная схема эксперимента с целью:

**Математического описания
исследуемого процесса**

Полный факторный элемент

Линейная модель
адекватна

Модель адекватна

**Оптимизации исследуемого
процесса**

Полный факторный элемент

Линейная модель
адекватна

Модель адекватна

При решении указанных задач обычно устанавливается следующая последовательность

- 1 Описание эксперимента, формирование основной задачи, выбор параметра оптимизации, определение факторов, оказывающих влияние на параметр оптимизации; определение границ изменения факторов
- 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 Выбор центральной точки эксперимента. Этим самым определяется центр плана и шаг варьирования по каждому из аргументов.
- 4 Выбор математической модели. Как правило – это обычно линейная модель
- 5 Выбор вида планирования
- 6 Определение возможности использования дробных реплик
- 7 Проводится эксперимент, на основе которого определяется математическая модель явления
- 8 Если полученная модель адекватна, то проводится движение по вектору-градиенту в область экстремума. В результате определяется экстремум, т.е значение факторов, при которых параметр оптимизации будет иметь оптимальное значение

Зависимость параметра оптимизации от факторов выражается с помощью уравнения, называемого **уравнением регрессии**:

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

\hat{y}

$x_1, x_2 \dots x_n$ параметр оптимизации, отклик, функция отклика и т.д.;

$z_1, z_2 \dots z_m, w$ управляемые факторы;

- переменные и постоянные, влияющие на параметр оптимизации, но не поддающийся управлению.

Математическая модель – уравнение регрессии и ограничения, которые накладываются на изменение управляемых факторов

Линейная модель:

$$\hat{y} = B_0x_0 + B_1x_1 + B_2x_2 + \dots + B_nx_n = \sum_{i=0}^n B_i x_i$$

x_0

где x_0 - фиктивное переменное

$$\hat{y} = \sum_{i=0}^n B_i x_i + \sum_{i \neq j} B_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n B_{ii} x_i^2$$

B_{ij}

$x_i x_j$ квадратичная модель:



Пример №1

Для 3-х факторной зависимости
используют планы $2^{3-1}, 2^{5-2}, 2^{6-3}$

$2^3 = 8$ где дробного

$2^{3-1} = 4$ ко

№ опыта	X0	X1	X2	X3=X1X2	Y
1	+	-1	-1	+1	Y1
2	+	+1	-1	-	Y2
3	+	-1	+1	-	Y3
4	+	+1	+1	+1	y4

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

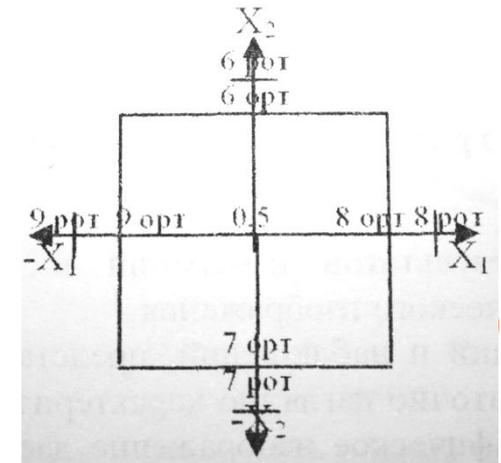
Пример №2

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

Здесь принято:

Используя концепцию факторного пространства

(решетка планирования) можно дополнить двухуровневый



Тогда количество опытов (для второго порядка)

$$m = 2^n + 2n + 1$$

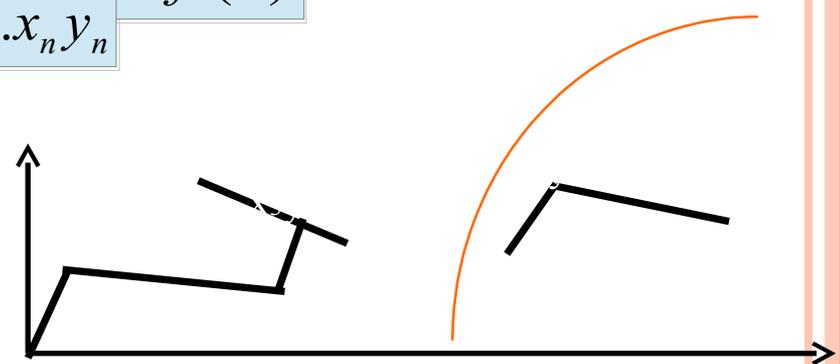
где m – число опытов. При этом величина a -звездного ключа может зависеть от числа факторов.

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

Система опытов	№ опыта	x1	x2	x1x2	y _i
Полный факторный эксперимент линейной модели	1	-1	-1	+1	Y1
	2	+1	-1	-1	Y2
	3	-1	+1	-1	Y3
	4	+1	+1	+1	Y4
Опыт в центре плана	5	0	0	0	Y5
Опыты в звездных точках	6	+1	0	0	Y6
	7	-1	0	0	Y7
	8	0	+1	0	Y8
	9	0	-1	0	y9

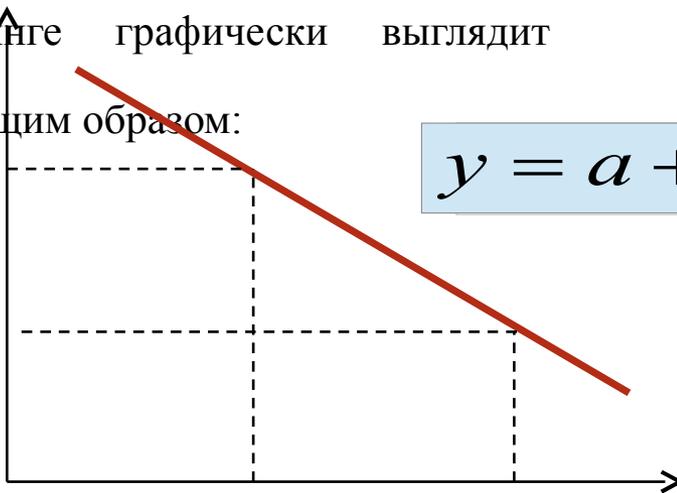
Методы графического изображения результатов исследований

Для графического изображения применяют систему прямоугольных координат. Если анализируется графическим методом функция $y = f(x)$ аносят в системе прямоугольных координат значения $x_1 y_1, x_2 y_2 \dots x_n y_n$



Пример

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

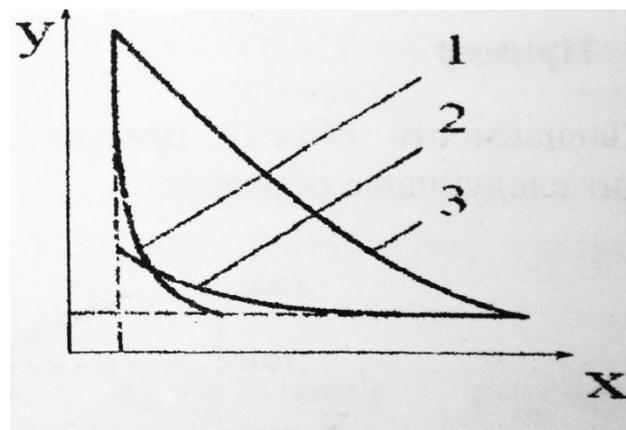
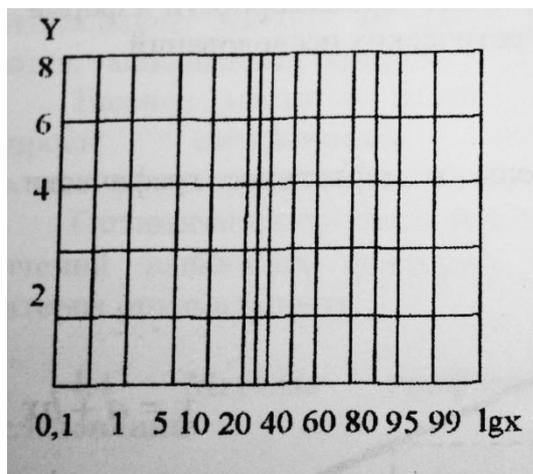
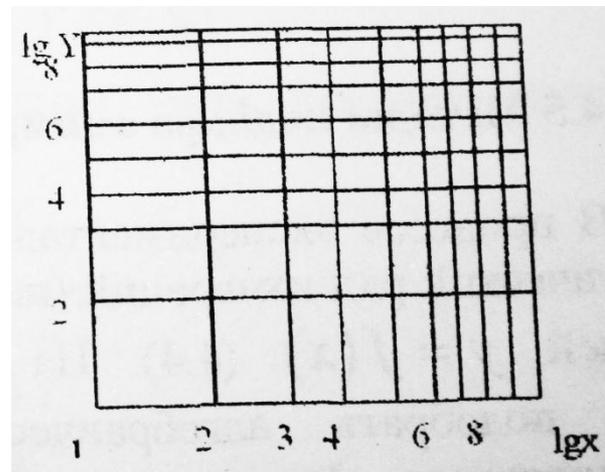
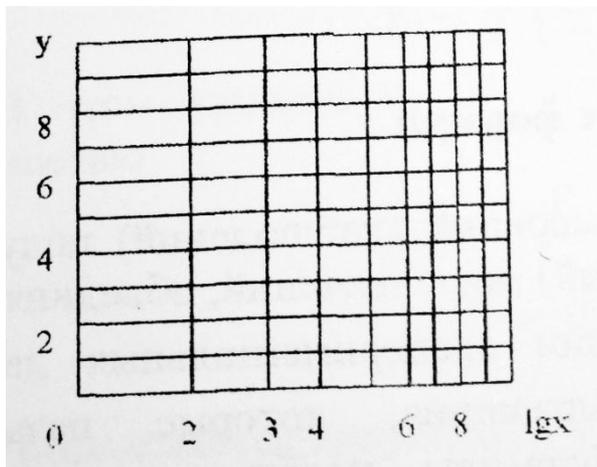


$$y = a + bx$$

$$y = f(x)$$



Неравномерные координатные сетки



Методы подбора эмпирических формул

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

$$y = f(x)$$

Эмпирические формулы – алгебраические выражения на основе экспериментальных данных.

Требования к эмпирическим формулам:

1. Простота
2. Точность в пределах изменения эксперимента

Замену точных аналитических выражений приближенными, более простыми называют **аппроксимацией**, а функции **аппроксимирующими**.

Результаты измерений (набл. $y = a + bx$ явлений и процессов аппроксимируются простейшими эмпирическими уравнениями типа:

$$y = f(x)$$

где a, b – постоянные коэф. $X = f_1(x, y); Y = f_2(x, y)$

Для преобразования кривой в прямую линию вводят новые переменные X и Y .



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

$$Y = a + bX$$

$$b = \operatorname{tg} \alpha = \frac{Y_i - a}{X_i}$$

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

где a – определено численно из графика.

$$Y = a + bX$$

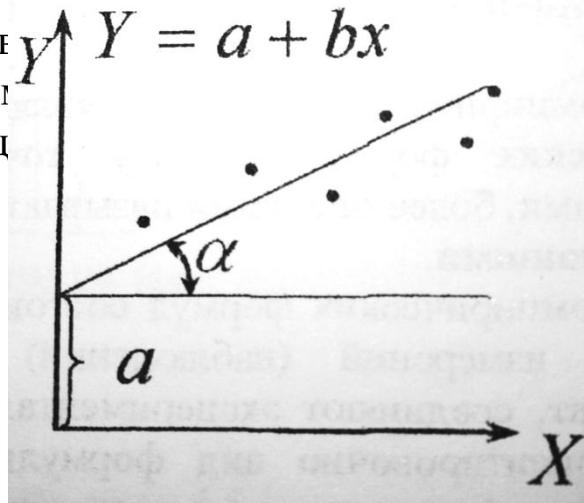
Далее X и Y вычисляют на основе решения системы

$$y = a + bx$$

В уравнении

подставляют координаты двух крайних точек, взятых из графика.

Получают систему двух уравнений с параметрами a и b , решают эту систему, находят значения a и b , которые позволяют установить функцию



и b . После установления функции $Y = a + bx$, которая связывает X и Y , и



Пример №1:

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

Графический анализ показывает, что в логарифмических координатах точки хорошо

следуют прямой линии и их можно выразить зависимостью:

$$A_0 + 7A_1 = 54$$

$$A_0 + A_1 = 12,1$$

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

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

Откуда

$$y = ax^b$$

$$X = \lg x, Y = \lg y$$

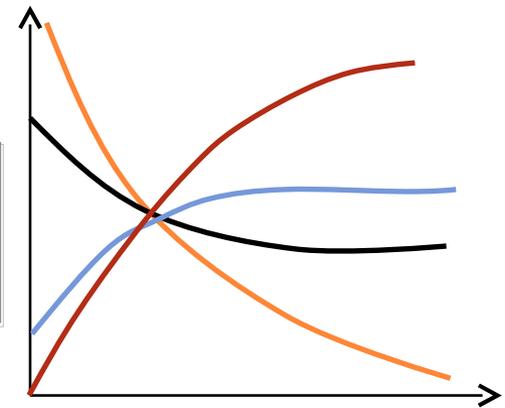
$$Y = \lg a + bX$$

Если экспериментальный график имеет

вид данного рисунка, то необходимо применить

формулу

Заменяя



Пример №2:

Выполнено семь измерений:

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

$$y = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2$$

Необходимо подобрать эмпирическую формулу для полинома

По группам точек и разобьем измерения на три

$$\begin{aligned} A_0 + 4A_1 + 16A_2 - 10,2 &= \varepsilon_1 \\ A_0 + 6A_1 + 36A_2 - 4,8 &= \varepsilon_3 \\ A_0 + 8A_1 + 64A_2 - 2,7 &= \varepsilon_5 \\ A_0 + 10A_1 + 100A_2 - 1,7 &= \varepsilon_7 \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} A_0 + 5A_1 + 25A_2 - 6,7 &= \varepsilon_2 \\ A_0 + 7A_1 + 49A_2 - 3,6 &= \varepsilon_4 \\ A_0 + 9A_1 + 81A_2 - 2,1 &= \varepsilon_6 \end{aligned}$$

$$2A_0 + 9A_1 + 41A_2 = 16,9$$

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

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

После сложения уравнений получим:

$$y = 26,168 - 5,2168x + 0,2811x^2$$

Определяя из этих выражений A_0 , A_1 , A_2 окончательно получаем следующую



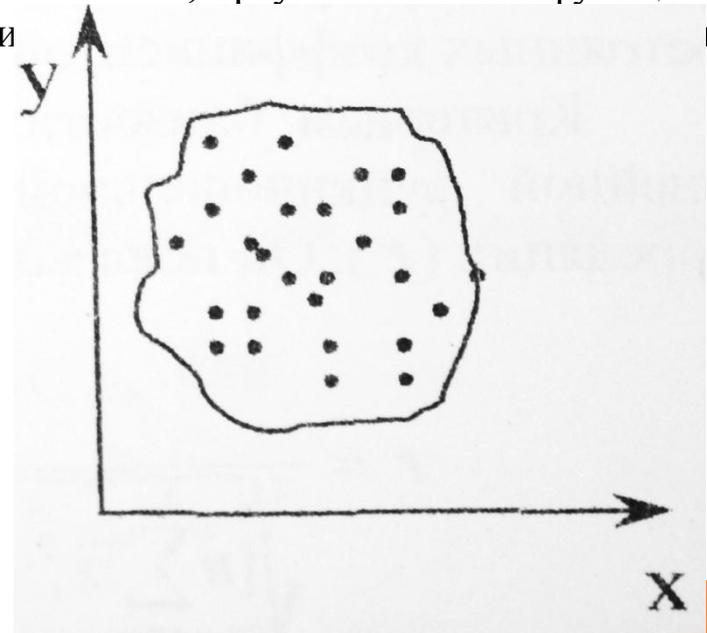
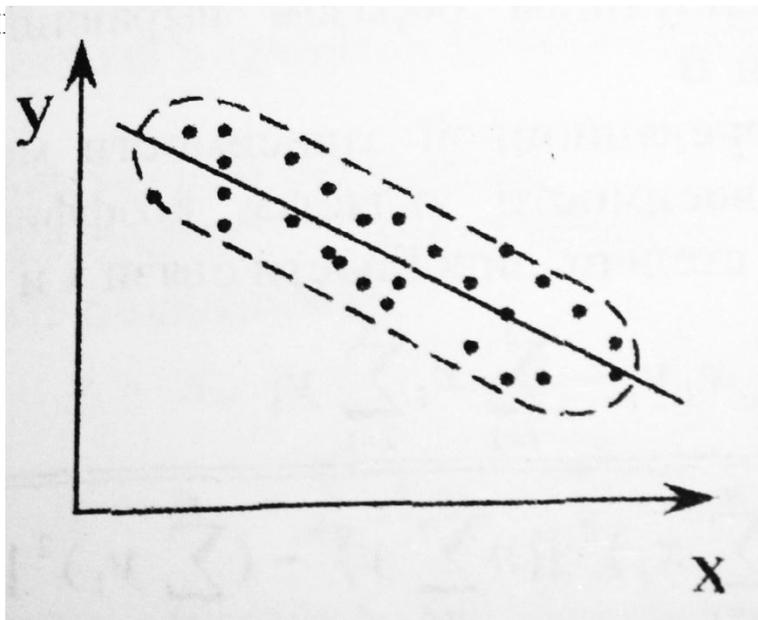
Регрессионный анализ

Регрессионный анализ – это исследование закономерности между явлениями (процессами), которые зависят от многих, иногда неизвестных факторов.

Если одному значению X соответствует несколько значений (совокупность) Y , такую связь называют **регрессионной**.

$$y = f(x)$$

Суть регрессионно-корреляционного анализа сводится к установлению уравнения регрессии, т.е. вида кривой между случайными величинами, аргументами x и функцией y , оцен.



Парная регрессия

Для n – переменных факторов связь может быть установлена с помощью n – мерного пространства уравнениями вТ

$$y = b_0 + \sum_1^n b_i x_i + \sum_1^n b_{ij} x_i x_j + \sum_1^n b_{ii} x_i^2$$

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \min$$

y_i При построении теоретической регрессионной зависимости оптимальной будет также функция, в которой соблюдается условие наименьших квадратов, где

$$y = a + bx$$

- фактические ординаты, - среднее значение ординаты с абсциссой x , вычисленной по уравнению.

После корреляции аппроксимации наименьших квадратов:

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

рассчитывают из условий

Критерием близости функциональной зависимости является коэффициент парной корреляции (r). Он показывает степень линейной значимости связи x и y .

$r \in [-1; 1]$

где n – число измерений;

$r=1$ – функциональная связь

$$K_0 = r^2$$



Многофакторная регрессия

Многофакторные теоретические зависимости (регрессии) аппроксимируют полиномами:

$$y = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2 + \dots + A_nx_n$$
$$y = b_0 + \sum_{1}^n b_i x_i + \sum_{1}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{1}^n b_{ii} x_i^2$$

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

Определение законов распределения и их адекватности экспериментальным данным.

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, Колмагорова).

Определение адекватности теоретических решений

Критерий Кохрена:

$$G_{к.кор.} = \frac{S^2(y)_{\max} \cdot G_{кохр.опытное}}{\sum_{i=1}^n S^2(y)} \begin{cases} \leq G_{теорет.} & - \text{не отвергается} \\ \geq G_{теорет.} & - \text{отвергается} \end{cases}$$

$G_{теорет.}$

$$\alpha = 0,05; \kappa = Ч - 1; Ч -$$

определяется по таблица $F_{опытн.} = \frac{S^2(y)_{н.а.}}{S^2(y)_{воспр(ср)}}$ число параллельных опытов.

Установление адекватности

Устанавливается с помощью критерия $F_{опытн.} \leq \pi F_{теорет.}$ определение ошибки аппроксимации.

$S^2(y)_{воспр(ср)}$

$F_{теорет.}$

$$\alpha = 0,05$$

$$K_1 = N - d,$$

$$K_2 = N(n - 1)$$

d

N

где

- дисперсия неадекватности;

n

- дисперсия $F_{опытн.} \leq \pi F_{теорет.}$ (ценности (или средняя дисперсия всего эксперимента));

- определяется по таблицам при K_1 число степеней свободы

;



Оценка измерений (наблюдений) в экспериментальных исследованиях

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

абсолютная ошибка:

$$\varepsilon = x_{\partial} - x_i$$

$$\delta = \pm \frac{\varepsilon}{x_{\partial}} \cdot 100\%$$

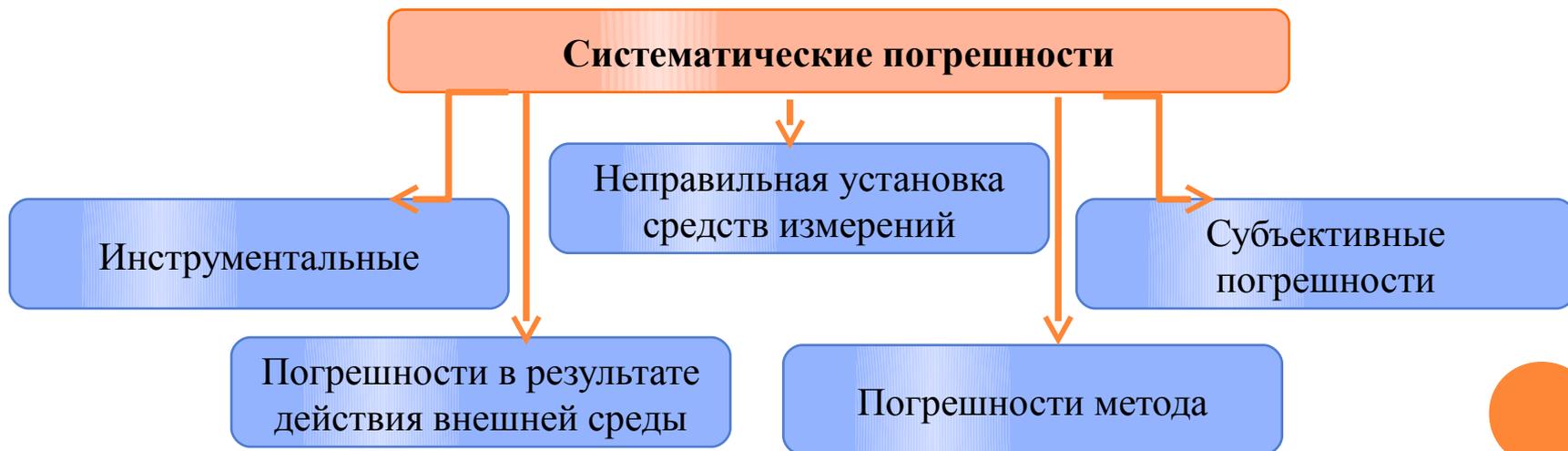
относительная ошибка:

Точность измерений – степень приближения измерения к действительному значению величины.

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

Погрешности бывают *систематическими* и *случайными*. Таким образом,

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$



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 статистической характеристикой является дисперсия $D(x)$, среднее квадратическое отклонение $\sigma(x)$ и

коэффициент вариации:

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

$$K_v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

P_Δ

x_Δ

Д **нимальной вероятности** $P_\Delta = 0,90; 0,95; 0,99$ – вероятность того, что истинное значение измеренной величины попадет в заданный доверительный интервал

$$N_{\min} = \frac{\sigma^2 t^2}{\Delta^2} = \frac{K_v^2 t^2}{\Delta^2}$$

σ_0 – минимальное количество измерений.

Δ
 K_v
 t

где \bar{x} – среднее арифметическое значение;



Средства измерений

Средства измерения – совокупность технических средств(имеющих нормированные погрешности), которые дают необходимую информацию для эксперимента.

К средствам измерений относят:

1. Измерительный инструмент;
2. Измерительные приборы и установки (образцовые, технические).

Измерительные приборы – средства измерений, предназначенные для получения необходимой информации в удобной для эксперимента форме.

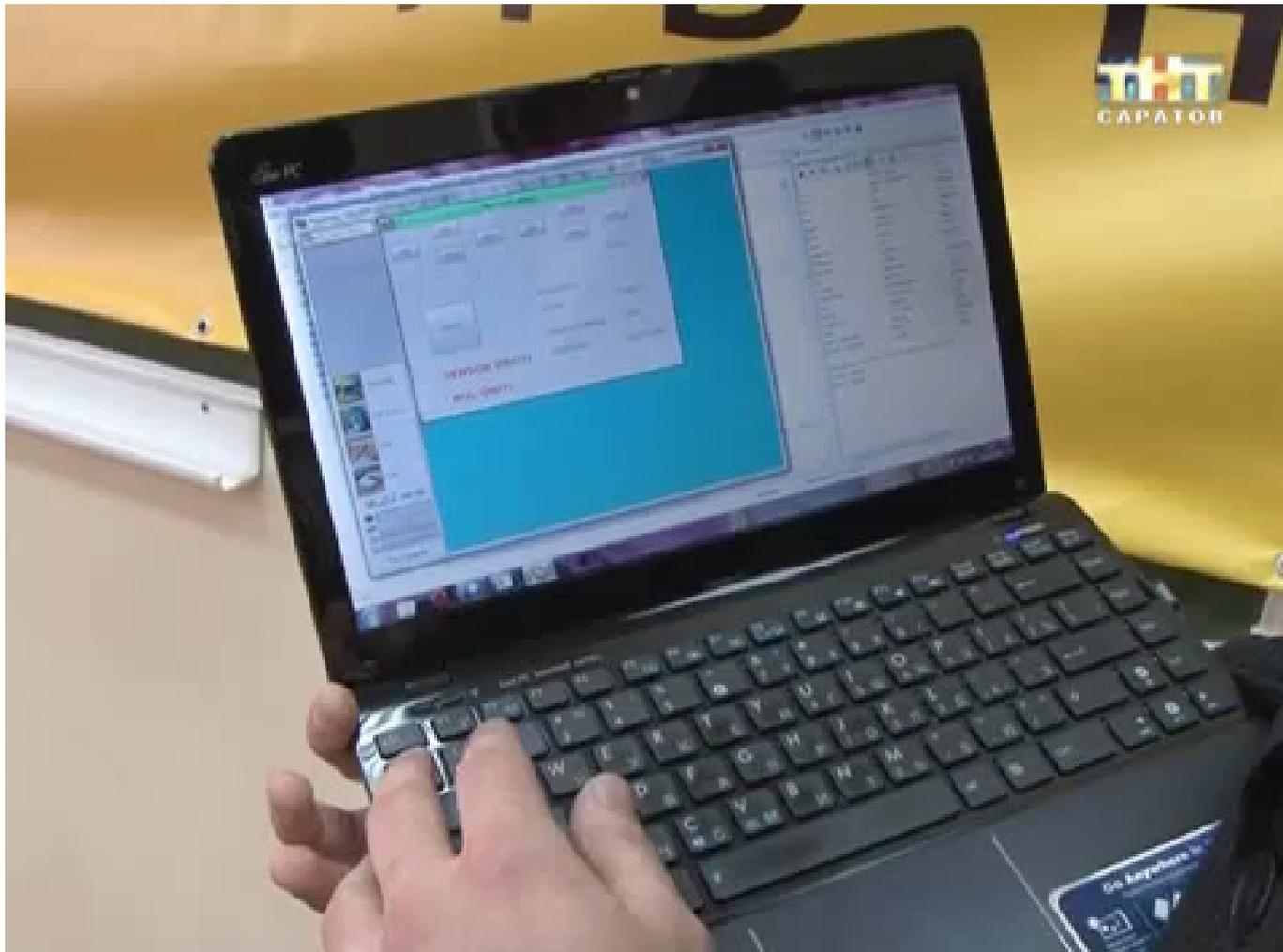
Измерительная установка – система, состоящая из основных и вспомогательных средств измерений, предназначенных для измерения одной сложной или нескольких параметров.

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).

Научные достижения



«Анализ и оформление научных исследований»



Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений

В результате теоретико-экспериментального анализа могут возникнуть **3 случая**:

- Установлено полное или достаточно хорошее совпадение рабочей гипотезы, теоретических предпосылок с результатами опыта.
- Экспериментальные данные лишь частично подтверждают положение рабочей гипотезы и в той или иной части противоречат ей.
- Рабочая гипотеза не под

тается эксп
Выводы

Научные - какой вклад внесен в науку (новые предложения, принципиальное различие существующих, опровержение некоторых известных положений и др.)

Производственные

Виды систематизации результатов исследования и их содержание

Вид систематизации результатов	Описание
РЕФЕРАТ	
<i>Информативный реферат</i>	Краткое письменное изложение научного труда как опубликованного, так и рукописи, где освещается основное его содержание.
<i>Научный реферат</i>	Это краткое устное или письменное изложение научной темы (вопроса), составленное на основании проведенного исследования, обзора одного или нескольких литературных и других источников.
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ	Это самостоятельное произведение, содержащее определенную научную информацию, полученную в результате проведенных исследований.
МОНОГРАФИЯ	Специальное научное исследование, посвященное литературному изложению одной проблемы.
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.

Публикация и печать научной статьи



Отчет о НИР, его содержание и методика составления



Подготовка научных материалов к опубликованию в

Общепринятые требования

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
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

«Организация труда в проведении научных исследований»



Особенности творческого труда в проведении научных исследований

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

- 1. Вероятностный характер их результатов*
- 2. Уникальность*
- 3. Сложность и комплексность*
- 4. Масштабность и трудоемкость*
- 5. Связь исследований с практикой*

Авторитет ученого определяется, прежде всего, результатом его труда, который зависит от его **интеллекта** – увлеченности трудом, готовности 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.

Организация труда и его планирование в научных исследованиях

Важнейшие принципы организации труда

1. **Преемственность** – изучение наследия предшественников

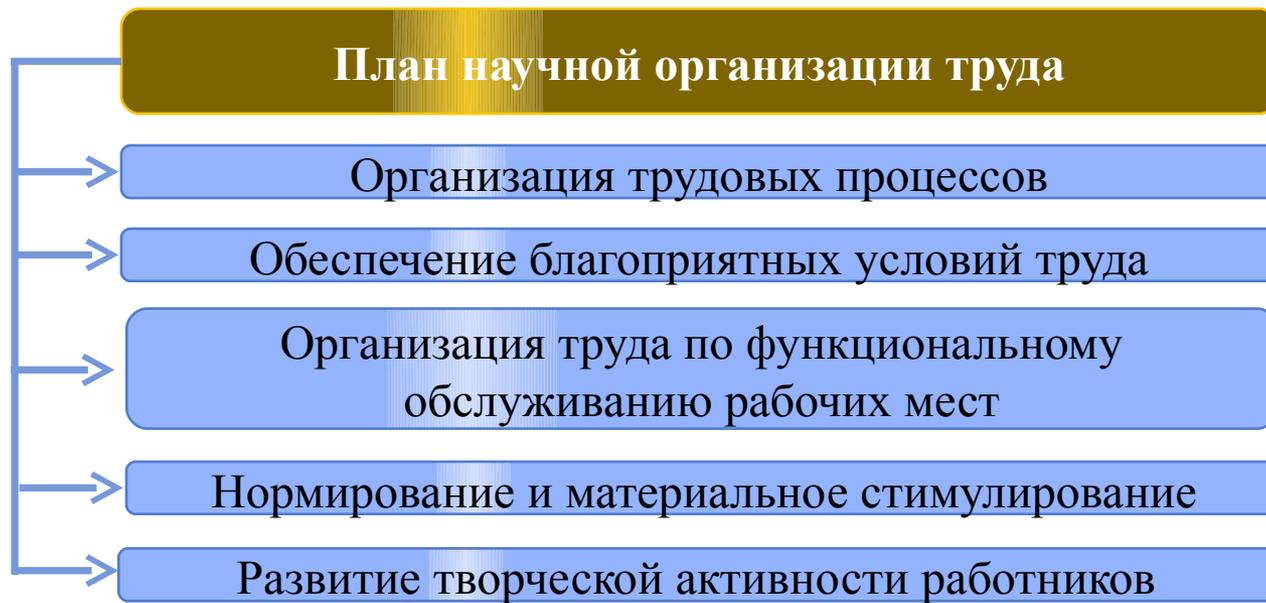
2. **Коллективность** – консультации, коллективное обсуждение программ научных исследований, координационные совещания и т.д.

3. **Динамичность**

4. **Мобильность** – адаптация работников к перемене функций, специализации, места работы, что в значительной мере влияет на организацию труда

5. **Самоорганизация** – комплекс мероприятий, осуществляемых работником с целью повышения эффективности проводимых исследований

6. **Творческий подход** – основан на изучении и обобщении имеющихся достижений в данной области знаний, критическом осмыслении их и создании новых концепций



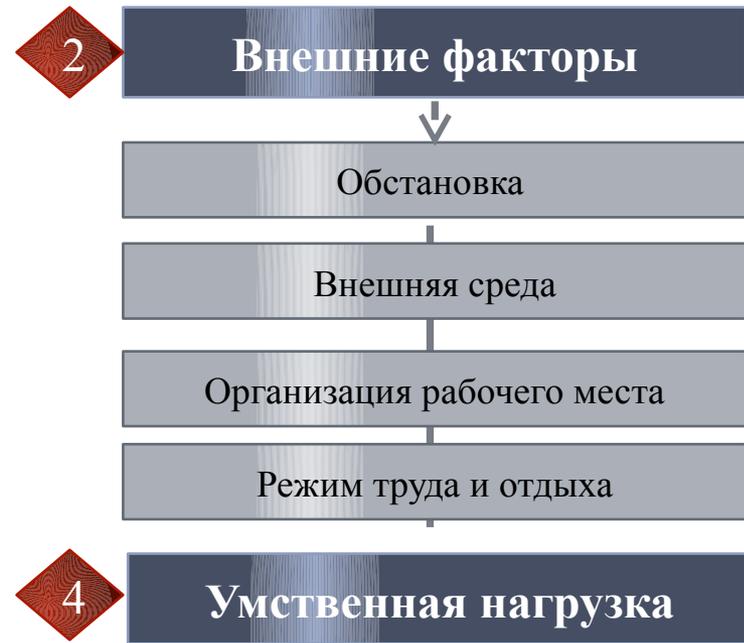
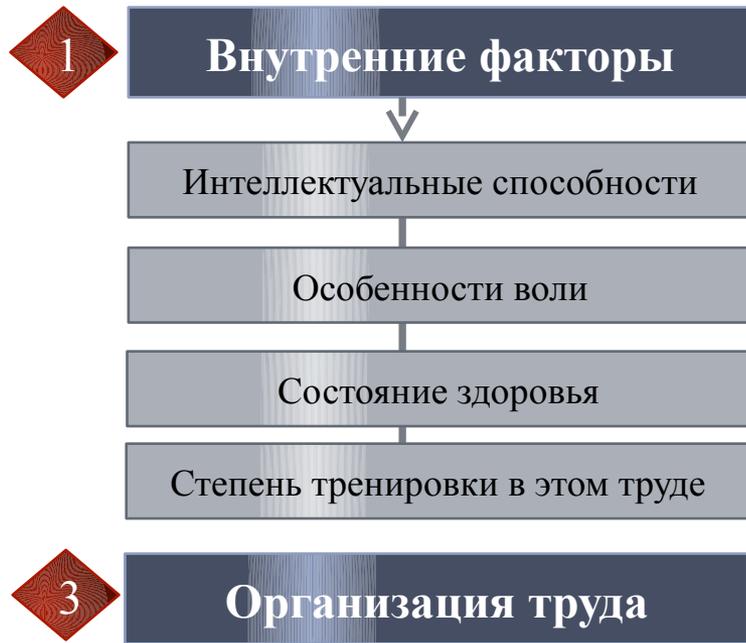
Программа исследований определяет его задачу, общее содержание и народнохозяйственное значение, замысел, принцип решения, методику, объем работ и сроки выполнения.

Предварительный план 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.

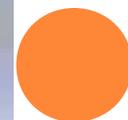
Рациональный трудовой режим исследователя и организация рабочего места

Эффективность любого труда зависит от **работоспособности** – отношении человека к труду с определенной степенью напряженности. В умственном труде она зависит от **следующих факторов**:



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,

Правильная организация рабочего места



«Внедрение и эффективность научных исследований»



Внедрение законченных научных исследований

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 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.

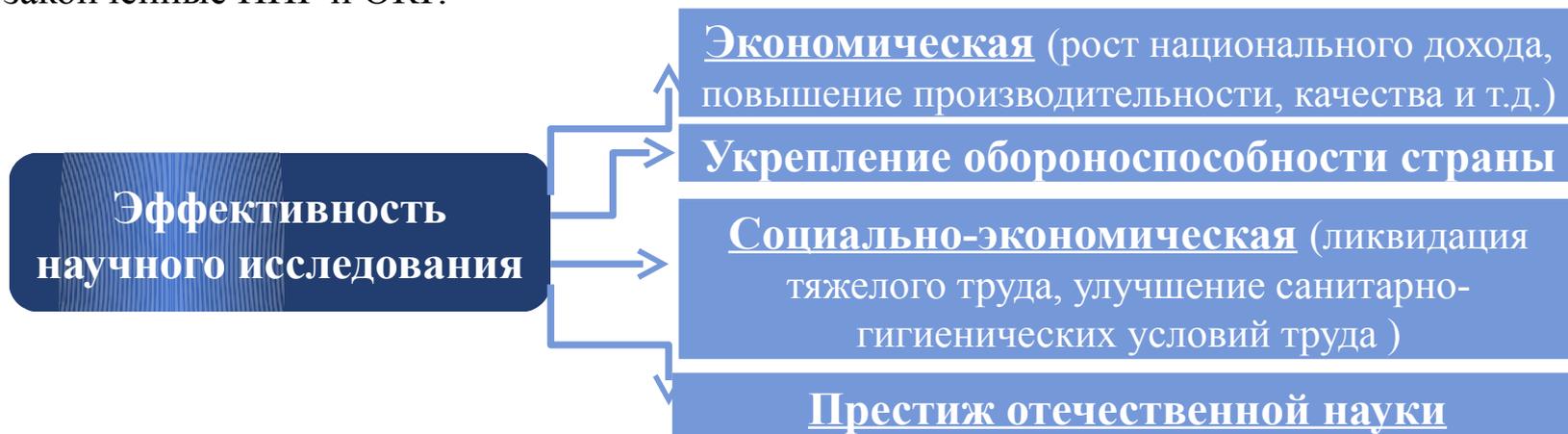
Внедрение законченных исследований включает:

1. *Опытное испытание разработанных методик;*
2. *Рекомендации;*
3. *Инструкции;*
4. *ТЭО.*

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

Эффективность научных исследований и ее критерии

Экономическая эффективность научного исследования – снижение затрат овеществленного и живого труда на производство продукции в той отрасли, где внедряют законченные НИР и ОКР.



Эффект исследований – совокупность полученных научных экономических и социальных результатов.

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

Критерием эффективности научных исследований является также **научная**

Обычно можно установить качественные критерии для теоретических исследований:

- *Возможность широкого применения результатов исследований в различных отраслях хозяйства*
- *Новизна явлений*
- *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 разных стран*

Критерием эффективности НИР является и **объем научной продукции**, измеряемой общим количеством или средним числом публикаций, выполненных или защищенных диссертаций законченных тем или сданных отчетов.

Критерии новизны НИР – количество патентов и изобретений.

Экономическая наука выполняет 2 социально-экономические функции:

1. **Познавательную** – создание не материализованных ценностей в виде теорий, прогнозов, гипотез и т.п.

Виды эффективности НИОКР

Экономическая – характеризуется выраженной в стоимостных измерениях показателей экономии живого и овеществленного труда в общественном производстве.

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, улучшение экологических условий и т.д.

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 благополучия 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.

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

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

Расчет экономической эффективности научных исследований

Рассчитывается экономический эффект по следующим НИОКР:

1. *Создание новых техпроцессов и способов производства*
 2. *Повышение уровня общественной организации хозяйства*
 3. *Исследования в области экономических и социальных наук, которые используются для повышения эффективности общественного производства.*
- 

Оценка экономической эффективности результатов НИОКР осуществляется путем сравнения:

1. Эффекта с высшим достигнутым
2. Полученным в результате внедрения по сравнению с плановым
3. Техничко-экономическими показателями, которые могут быть достигнуты при внедрении результатов исследований.

Если научное исследование связано с риском получения отрицательного результата, то экономический потенциал $\mathcal{E} = \mathcal{E}_t p - B_q$ является как математическое ожидание по формуле:

(при $p=1$)

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 исследования. $\mathcal{Z}_{np} = C + E_n K$

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

Технологии будущего

