

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Камская государственная инженерно-экономическая  
академия

Кафедра «Экономика, организация и управление  
производством»

А.С.ПУРЯЕВ

## **НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Учебное пособие

Набережные Челны  
2006

ПУРЯЕВ А.С. Научные основы экономических исследований. Учебное пособие. – Набережные Челны: КамПИ, 2006, 182 с.

В учебном пособии предлагается материал курса лекций, читаемого автором студентам и аспирантам экономических специальностей Камского инженерно-экономической академии (КамПИ). Состоит из семи разделов, глоссария и трех приложений. В книге в подробной и доступной форме представлены: общие сведения о науке, технология научного исследования, методология моделирования экономико-управленческих систем, логические основы экономических исследований, экономико-статистическое прогнозирование и прочий материал необходимый для исследователя.

Издание второе и переработанное. Добавлен раздел «Логические основы исследований», подраздел 5.1, 5.3., приложение 1 и 2. Дополнены и творчески переработаны разделы 1.1, 4.2, 5.2, 5.4, 5.5, 6.2, 6.3, раздел «Основные термины». В целом учебное пособие предназначено для студентов, аспирантов, соискателей, специалистов управления и экономики, преподавателей и прочих лиц, занимающихся творческой деятельностью в области экономики и управления народным хозяйством.

Рецензенты:

заслуженный деятель науки РФ,  
д.э.н., профессор Б.М.ГЕНКИН  
д.э.н., профессор Д.С.САДРИЕВ  
к.э.н., А.П.ВАСИЛЬЕВ

Печатается в соответствии с решением научно-методического совета Камской государственной инженерно-экономической академии

© А.С.ПУРЯЕВ, 2006

© Камская государственная  
инженерно-экономическая  
академия, 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>1. СИСТЕМА ЗНАНИЙ О ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>8</b>
1.1. НАУКА, ЕЕ СУЩНОСТЬ И ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ.....	8
1.2. НАУКА КАК СФЕРА ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ....	10
1.3. ЭКОНОМИКА КАК НАУКА .....	12
1.3.1. Экономика - хозяйство, наука, отношения <i>между людьми</i> .....	12
1.3.2. Предмет экономической науки .....	13
1.3. Экономика – КОЛИЧЕСТВЕННАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ НАУКА.....	15
<b>2. ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>17</b>
2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛОГИКЕ .....	17
2.1.1. Наука как система .....	17
2.1.2. Логика в системе наук о мышлении. Развитие <i>познания</i> .....	20
2.1.3. Типология мышления .....	22
2.2. ФОРМЫ МЫШЛЕНИЯ (ЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМЫ) .....	26
2.2.1. Общелогические формы мышления.....	26
2.2.2. Локально-логические формы мышления (формы <i>теоретического мышления</i> ) .....	37
<b>3. ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ УЧЕНИЯХ.....</b>	<b>42</b>
3.1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МЫСЛИ.....	42
3.2. МЕРКАНТИЛИЗМ И ФИЗИОКРАТЫ .....	44
3.3. КЛАССИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ.....	46
3.4. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ И УЧЕНИЯ РУБЕЖА XIX И XX ВЕКОВ .....	49
3.4.1. Маржинализм .....	49
3.4.2. Неоклассицизм.....	50
3.4.3. Кейнсианство .....	51

3.5. РОССИЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МЫСЛЬ.....	52
<b>4. ТЕХНОЛОГИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ...</b>	<b>56</b>
4.1. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ .....	56
4.2. ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	58
4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ РЕШЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЗАДАЧИ .....	60
4.4. ЭТАП ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ .....	63
4.5. ЭТАП ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	78
4.6. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА О НИР .....	80
<b>5. МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ СИСТЕМ .....</b>	<b>87</b>
5.1. КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМНО-СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ИССЛЕДОВАНИЯ .....	87
5.2 МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ .....	92
5.2.1 <i>Сущность моделирования. Виды экономико- математических методов.....</i>	92
5.2.2. <i>Классификация экономико-математических моделей .....</i>	96
5.3. НЕЛИНЕЙНЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ .....	101
5.3.1. <i>Теория фракталов .....</i>	101
5.3.2. <i>Теория распознавания образов.....</i>	104
5.3.3. <i>Теория нечетких множеств.....</i>	108
5.3.4. <i>Теория нейросетевого моделирования.....</i>	112
5.4. ФУНКЦИЯ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА – МЕТОД РЕШЕНИЯ КОМПРОМИССНЫХ ЗАДАЧ ВЫБОРА .....	115
5.4.1. <i>Сущность метода функции желательности Харрингтона.....</i>	115
5.4.2. <i>Особенности функции желательности с двухсторонним ограничением.....</i>	126

5.5. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИИ .....	131
5.5.1. Дисперсионный (факторный) анализ.....	131
5.5.2. Корреляционный и регрессионный анализ .....	135
<b>6. ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ .....</b>	<b>142</b>
6.1. Сущность и задачи ПРОГНОЗИРОВАНИЯ .....	142
6.2. ПРОГНОЗИРУЮЩАЯ СИСТЕМА И ВИДЫ ПРОГНОЗОВ ..	143
6.3. МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	148
<b>7. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ИССЛЕДОВАТЕЛЯ И НАУЧНАЯ ЭТИКА .....</b>	<b>154</b>
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ.....</b>	<b>158</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>165</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....</b>	<b>167</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....</b>	<b>169</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....</b>	<b>178</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Современное нелинейное развитие человеческой цивилизации характеризуется научно-техническим прогрессом, влияющим на все сферы жизни человека. Наука в целом и результаты инновационной деятельности изменяют коренным образом материальный мир, в котором живут люди. С одной стороны они помогают решить им свои проблемы, с другой - порождают новые. Как раз в таких условиях огромное значение приобретают знания человека *о процессе познания, о процессе получения научных результатов.*

Значение дисциплины «Научные основы экономических исследований» для профессионального становления экономиста-менеджера, инженера-экономиста и менеджера заключается в двух моментах. Во-первых, изучение данной дисциплины прививает навыки и умения в области научно-исследовательской работы (НИР), т.к. специалист с высшим образованием должен быть, в первую очередь, творческим работником, а не простым исполнителем. Он должен «загораться как факел», а не только «заполняться знаниями, как сосуд жидкостью». Во-вторых, данная дисциплина способствует воспитанию специалиста, уважающего науку и ее выводы (мировоззренческая сущность дисциплины).

Экономист-менеджер, инженер-экономист, менеджер должен владеть основами научного познания и видеть ее возможности и ограничения. Наука в целом отвечает на вопросы, на которых сегодня нет ответов, но, в основном, на этапе *вскрытия пласта проблем и противоречий.* Этап разработки – это прерогатива изобретательства, инжиниринга, реинжиниринга и прочих прикладных направлений совершенствования. Основная задача науки - указать путь к совершенствованию, что-то выявить, установить, открыть и лишь потом, что-то разработать и предложить.

В данном втором издании учебного пособия дается постоянно усовершенствуемый и читаемый материал в течение последних 10 лет для студентов и аспирантов Камского

государственного политехнического института (ныне Камской государственной инженерно-экономической академии). Автор, читая курс лекций, использовал собственные разработки, существующий материал и разработки таких исследователей как Баканов М.И., Бор М.З., Генкин Б.М., Дюк В., Колде Я.К., Кузнецов Б.Л., Морозов А.Д., Райзберг Б.А., Тюрин Ю.Н., Цветков А.Н., Шеремет А.Д., Штовба С.Д. и др. Некоторая часть положений этих авторов составила основу соответствующих разделов лекций, следующая часть получила авторскую творческую переработку и системно дополнила базу курса.

В целом учебное пособие предназначено для студентов, аспирантов, соискателей, специалистов управления и экономики, преподавателей и прочих лиц, занимающихся творческой деятельностью в области экономики и управления народным хозяйством.

# 1. СИСТЕМА ЗНАНИЙ О ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ

## **1.1. Наука, ее сущность и история становления**

Наука – сложная социальная система. Наука – система объективных знаний о действительности, непрерывно развивающаяся в пространстве и во времени. Во-первых, она является *одной из форм общественного сознания* (наряду с донаучной и мифологической). Во-вторых, наука также является *особой формой общественной практики по производству новых знаний, их систематизации и структуризации*. Наука возникает на достаточно высоком уровне развития общества (см.п.2.1.1).

Мировые масштабы научных исследований в настоящее время возросли настолько, что стали сравнимы с деятельностью человека в сфере материального производства и других сферах, возникших в результате общественного разделения труда. Наука - это особый вид духовного производства. При этом производится научное знание: *объективно истинное, систематизированное, теоретически разработанное*.

Элементы научных знаний начали формироваться еще в глубокой древности, в эпоху неолита (8-3 тыс.лет до н.э.) и бронзового века (4-1 тыс.лет до н.э.): без знания астрономии, математики, основ сельского хозяйства, металлургии, строительного дела, механики, медицины невозможно было бы успешно строить и эксплуатировать оросительные системы, грандиозные сооружения (например, пирамиды), благоустройство города, а также лечить людей, выплавлять металлы, осуществлять производство сельскохозяйственной продукции. Однако эти знания еще не были наукой, так как носили разрозненный характер и передавались (в древних цивилизациях) чаще всего по кульгово-религиозной линии.

Моментом возникновения науки как таковой следует считать период расцвета древнегреческой цивилизации. В VI - III веках до новой эры на базе накопленных наблюдений и



фактов в Древней Греции происходит первая в истории человечества научная революция, которая характеризуется формированием системы научных взглядов на природу и общество. Вершиной науки этого периода была *натурфилософия Аристотеля*, включающая основы *биологии, логики, элементы политической экономии и других наук*. Произошел коренной поворот во взглядах на природу. Была создана первая система естественных наук, заложившая фундамент их современного здания, основы технических и общественных наук.

Античная наука существенно отличалась от современной, прежде всего способом познания. Для античной науки это - *созерцательно-логическое познание*, то есть наблюдение объектов и явлений в естественных условиях и логическая обработка исходной информации. Иными словами, античная наука не знала эксперимента как способа получения научных фактов. Дальнейшее развитие научного познания шло по пути перехода к *опытно-теоретическому способу познания*. Средневековые ученые (прежде всего алхимики) заложили основу экспериментальной технологии научного исследования, и в период позднего средневековья и эпохи Возрождения опытно-теоретический способ познания становится основным. Историки науки связывают этот процесс с созданием специальных научных приборов, первым из которых считается *телескоп*, построенный в 1600 году Галилео Галилеем. В этот период выделяются экспериментальный и теоретический уровни познания, все исследователи делятся на *теоретиков и экспериментаторов*. Опытное-теоретическое познание характерно и для современной науки.

С развитием капиталистических отношений, машинного способа производства резко возрастает потребность в научных знаниях, и наука постепенно начинает превращаться в непосредственную производительную силу. Бурный рост промышленного производства (промышленная революция 18-19 веков) вызывает резкое усиление позиций науки как фактора общественного прогресса. Усилено развиваются учебные заведения, университеты и прежде всего в направлении технических и естественных наук. В результате этой

промышленной революции человечество перешло к принципиально иному (в отличие от ремесленного) способу производства материальных благ: *крупному машинному производству*, вступив в период индустриального общества.

Дальнейшее развитие и подлинный расцвет науки принято связывать с научно-технической революцией, в результате которой человечество должно получить также принципиально иной способ производства материальных благ: *автоматизированное или автоматическое производство*.

## **1.2. Наука как сфера человеческой деятельности**

Наука, научные исследования, как сфера деятельности человека, имеет свои особенности. Прежде всего, специфика проявляется в результатах научной деятельности.

Результат научного исследования (в широком смысле слова) есть *новое научное знание* об объекте исследования. Научное знание обладает рядом характерных признаков:

а) *истинность* - объективное соответствие знания познаваемому предмету. Понятие "истина" подразумевает соответствие знания действительности, достоверность его содержания. Для подтверждения истинности научного знания необходимо привести основания, по которым оно истинно или аргументировать истинность знания.

б) *интерсубъективность* - свойство общезначимости, общеобязательности, всеобщности знания. Научное знание должно быть воспроизводимым. Научное знание должно иметь однозначное толкование для любых субъектов его познающих.

в) *системность* - упорядоченные отношения внутренних элементов знания в пространстве и во времени.

Для того, чтобы знание было научным, необходимо, чтобы оно отвечало одновременно всем трем признакам. Только в этом случае можно говорить о научности знания.

Специфика научных результатов заключается также в их вероятностном характере. Рассчитывая получить определенный научный результат, исследователь не может быть

полностью уверен, что результат будет таким, каким он предполагает его иметь. А получить он может нечто противоположное. Поэтому даже отрицательный результат в науке - тоже результат.

Существенной спецификой обладает также сам труд исследователя, который включает в себя ряд составляющих: познавательную, творческую, физическую.

Вообще, если рассматривать деятельность условно, то в ней можно выделить две компоненты в чистом виде [13]:

- труд исполнительский, который выполняется по заданной схеме; человек при этом не вносит ничего нового, делает то, что ему предписано (человек - труд);
- труд творческий, когда человек сводит свою деятельность только к созданию нового.

Основная особенность научного труда заключается в том, что полезность продукта труда создается его *творческой составляющей*. Если информация в процессе исследования не подвергалась творческой переработке и осмыслению, то и результат, строго говоря, нельзя считать научным. Такой результат не обогащает науку.

Из этой основной особенности научного труда можно выделить ряд особенностей второго порядка, в частности:

- повышение требования к личностным качествам исследователя;
- наличие специфической мотивации к труду;
- необходимость благоприятного психологического климата в коллективе;
- выполнение работы не всегда связано с рабочим местом исследователя;
- невозможность разделения рабочего и нерабочего времени исследователя.

В нашей стране наука организационно разделяется по секторам.

К академическому сектору науки относятся научные учреждения, подчиненные Российской академиям наук.

К отраслевому сектору науки (отраслевая наука) относятся научные учреждения отраслевой и ведомственной подчиненности. По объему работ отраслевая наука занимала в советские времена примерно 80-85% от общего объема. В настоящее время отраслевой сектор науки подвержен разрушению.

К вузовскому сектору науки относятся научные организации, подчиненные вузам и находящиеся в их структуре.

В последнее время развитие получает еще один сектор науки, так называемый кооперативный, представленный научно-техническими кооперативами, научно-производственными некоммерческими партнерствами.

Сам процесс деления науки на сектора сказывается отрицательно на эффективность данного вида деятельности.

### **1.3. Экономика как наука**

#### **1.3.1. Экономика - хозяйство, наука, отношения между людьми**

Слово «экономика» имеет древнегреческое происхождение. Оно представляет соединение двух греческих слов «хозяйство» и «закон», так что в буквальном, переводном смысле экономику следовало бы трактовать как хозяйство, ведущееся в соответствии с законами, правилами, нормами. При этом следует иметь в виду, что хозяйство в Древней Греции было в основном натуральным, домашним, так что экономика того периода подразумевалась не как народное хозяйство страны, а как домоводство. Поэтому и термин «экономика» в его изначальной трактовке определяется как «искусство ведения домашнего хозяйства». Автором этого термина всемирно считается греческий философ-мыслитель Ксенофонт (430-355 гг до н.э.). Ныне произнося, применяя слово «экономика», следует иметь в виду, что оно понимается в трех разных значениях.

Прежде всего, экономика - это само хозяйство в широком смысле слова, т.е. совокупность всех средств,

предметов, вещей, субстанций материального и духовного мира, используемых людьми в целях обеспечения условий жизни, удовлетворения потребностей.

Во-вторых, экономика - это наука, совокупность знаний о хозяйстве и связанной с ним деятельности людей, об использовании разнообразных ресурсов в целях обеспечения жизненных потребностей людей и общества.

В-третьих, экономика – это отношения, возникающие между людьми в связи с процессами производства, распределения, обмена, потребления товаров [17].

### 1.3.2. Предмет экономической науки

Экономическая наука зародилась намного позже, чем сама экономика. В течение многих тысячелетий экономической истории люди хозяйствовали, опираясь на передаваемый из поколения в поколение опыт. Знания и представления носили эмпирический характер, не были обобщены и синтезированы в единую научную систему. Предшественницами научной экономики были философия и социология, а выросла она на ниве многолетней практики.

Предмет экономики как самостоятельной области знаний вырисовался гораздо позже, около 300 лет тому назад [17], когда зародилась политическая экономия - предвестник будущей экономической теории. На вопрос: «Что такое экономика как наука?» - творцы и самые яркие представители этой отрасли знаний, ученые-экономисты, дают далеко не однозначные ответы. Можно выделить по крайней мере три заметно отличающихся подхода к формированию предмета экономики.

Вначале зародилось представление об экономической науке как изучающей **создание и использование материальных благ, получение материальных средств существования**. Истоки такого видения четко просматриваются у отца экономики А. Смита и отражены в определении выдающегося английского экономиста А. Маршалла: "Экономическая наука изучает ту сферу

индивидуальных и общественных действий, которые теснейшим образом связана с созданием и использованием материальных основ благосостояния" [17]. В данном определении из сферы экономической деятельности исключено «нематериальное производство» в виде духовной, интеллектуальной деятельности, услуг. К тому же сфера обращения, обмена товара остаются вне поля зрения экономической науки.

В этом смысле более комплексным выглядит определение экономической науки как изучающей *деятельность, связанную с производством, распределением, обменом и потреблением товаров и услуг.*

В последние годы получен широкое распространение подход к формированию предмета экономической науки, основанной на использовании понятий «ограниченность ресурсов», «редкость». Согласно этому подходу главная задача экономической науки состоит в анализе возможных (альтернативных) способов использования ограниченных (редких) экономических ресурсов, необходимых для достижения определенных целей, позволяющем выбрать лучшую альтернативу. Иначе говоря, экономическая наука *изучает поведение людей в условиях, когда им приходится сопоставлять цели и ограниченные средства их достижения с учетом различных возможностей использования этих средств.*

Американский профессор Пол Самуэльсон, автор получившего мировую известность учебника "Экономика" характеризует предмет экономической теории различными определениями и тем самым подчеркивает, что формулировка предмета экономической науки не может быть ни единственной, ни точной.

Соединяя разные подходы можно сделать следующее определение. *Экономическая теория - это наука о том, как общества, используя ограниченные ресурсы, производят, распределяют, обменивают и потребляют материальные, нематериальные блага, услуги и ценности.*

### **1.3. Экономика – количественная и качественная наука**

Люди, воспринимающие экономику на основе бытовых представлений и сообщений средств массовой информации, зачастую считают экономическую науку чисто *количественной*, пользующейся языком чисел и методом расчетов. Это представление глубоко ошибочно. Анализ экономической, хозяйственной деятельности показывает на всех уровнях: государства, предприятия, фирмы, домашнего хозяйства - только примерно 40% экономических проблем, задач решаются посредством количественных, числовых расчетов с помощью математики [17]. Остальные задачи, а их большинство, носят преимущественно качественный характер, не могут быть решены посредством сложения, вычитания, умножения, деления. Подобного рода задачи, наиболее трудные для экономической науки, называют *неформализуемыми* или *частично формализуемыми*.

Такие и великое множество других экономических проблем решаются *качественными методами*: посредством социального анализа, использования аналогий, опроса общественного мнения, коллективного обсуждения, основываясь на логике рассуждений, интуиции экспертов, на основе так называемых *эвристических методов* и методов нелинейного мышления (теории распознавания образов, теории фрактальной геометрии, теории фазовых переходов, моделей нейросетевого моделирования). Здесь уже экономическая наука пользуется не сколько цифрами, сколько словами и превращается в описательную, качественную. Выводы делаются на основе моделирования воздействия факторов субъективного характера.

Это неизбежное следствие того, что объектом изучением экономической науки является не только вещи, физические объекты поддающиеся количественному измерению и описанию (да и то не в полной мере), но и биологическая природа, менее подтвержденная количественному анализу и главная фигура экономики - человек, люди, экономические

действия, подведение которых во многом не вписывается ни в какие количественные шкалы, не поддается числовому измерению. Об этом наглядно свидетельствует тот факт, что в экономической науке наряду с количественными категориями вида «объем производства и потребления», «денежные доходы и расходы», «цены» широко применяются также качественные понятия, как «справедливость», «благотворительность», «доверие», «духовные потребности», «преемственность», «менталитет», «эколого-социальная ответственность», «инновационная привлекательность», «саботаж» и т.д.

Экономика не представляет точную науку, что ясно из предыдущих рассуждений. По своей природе экономика - наука общественная. Но экономика все же стоит гораздо ближе к таким естественным наукам как физика, химия, биология, чем, скажем, история, философия, право, социология. Это связано с тем, что природные, естественные богатства служат основным источником хозяйственной деятельности, непосредственно вовлекаются в производственные процессы, распределительные отношения. В то же время, непосредственная причастность экономической науки к человеку, семье, производственным и социальным коллективам, общественным интересам, отношениям людей отделяет экономику от точных и естественных наук, приближая заведомо к «не точным» общественным наукам [17].

#### Контрольные вопросы к разделу 1.

1. Что такое наука и когда она возникла?
2. Охарактеризуйте творческую составляющую научного труда.
3. Что такое экономика? Что является предметом экономической науки?
4. Охарактеризуйте соотношение количественного и качественного в экономической науке.



## 2. ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Общие сведения о логике

#### 2.1.1. Наука как система

Донаучное сознание человека возникает с появлением разумного человека - Homo sapiens (40 тыс. лет назад, а по некоторым данным еще раньше), вместе со способностями создавать орудие труда и с появлением речи. 10-15 тысяч лет тому назад, появляется мифологическая форма общественного сознания – религия и религиозные культы. Научная форма общественного сознания появилась всего несколько тысяч лет назад (элементы научного сознания появились в эпоху неолита и бронзового века). За это время сменились три парадигмы (модели постановки проблем и их решения): *объяснительная, технологическая, преобразующая*. В связи с этим выделяют три этапа в развитии науки. Первый (до 17 столетия применительно к Европе): главная задача науки – накопление знаний для объяснения мира. Второй этап (17-19 вв первая половина): главная задача – на основе открытия законов природы определение путей и направлений реализации этих знаний в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве и т.д. для создания новых технических средств и технологий. При этом объяснительная парадигма не устраняется, а сдвигается на второй план (в этом этапе происходит промышленная революция – конца 18 столетия; электротехническая революция конца 19 столетия). Третий этап (с последней трети 19 столетия): главная задача – преобразование производственных, социальных, духовных отношений, при сохранении объяснительной и технологической функций науки.

1. *Наука как особая форма общественного сознания* есть система объективных знаний, отражающих общественное бытие. Она состоит из следующих подсистем [2]:

- Науки о природе (о естественной природе)
- Технические науки (об искусственной природе)
- Науки об обществе

- Науки о человеке (о мышлении)

Науки об обществе (касаются нашей специальности) включают следующие подсистемы:

- Философские науки
- *Экономические науки*
- *Управленческие науки*
- Педагогические науки
- Науки о культуре и языке

Границы между подсистемами наук зачастую бывают размытыми, т.е. науки являются *порубежными*, например, физическая химия, экономическая география, социальная экология, социальная психология, биофизика и т.д.

Общей методологической основой всех наук является – *философия*. Для наук об управлении методологической основой является – *социология*.

2. *Наука как особая сфера общественной практики* есть система, включающая следующие подсистемы [2]:

1. Теории – накопленные знания в форме категорий, законов, научных гипотез, которые опираются на практику, служат практике, проверяют и направляют ее.

2. Методологии (учения о системе методов познания), которая является способом производства новых знаний, их структуризации (в форме категорий, понятий) и их материализации в средствах производства и в воспитании человека.

3. Кадры ученых, обладающих нужными знаниями, навыками исследовательской деятельности.

4. Подсистему информационную, обеспечивающую накопление, хранение, передачу, тиражирование знаний (издательства, библиотеки, компьютерные базы данных).

5. Подсистему научных учреждений: академий, вузов, научно-исследовательских институтов, лабораторий, экспериментальных баз.

Фундаментальным понятием во всех науках и всех видах практической деятельности является понятие «система».

***Система** – это целостность входящих в нее элементов, между которыми существуют устойчивые пространственно-временные связи и отношения, которые взаимодействуют со средой, образуют определенную структуру или организацию между собой, придающую им некоторые общие, интегративные качества. При этом система относительно своих элементов (частей, подсистем, образований более низкого порядка) сама является внешней средой, окружением.*

В зависимости от того, много или мало элементов объединяются системой, различают «большие» и «малые» системы (в технике известны как БТС и МТС). В зависимости от развития и сложности связей между элементами системы различают «сложные» и «простые».

Различают четыре класса систем:

- предметы;
- процессы;
- идеи;
- человек

Также различают два вида систем [2]:

1. **Суммативные.** В этих системах энергия внутренних связей равна или немного выше энергии внешнего воздействия. Т.е. система метастабильна (не устойчива). Такие системы легко распадаются. Например, покупатели в магазине; пассажиры в автобусе; зрители в кино, театре. Закончилось кино, доехал автобус до места назначения – общий интерес пропадает, заменяясь интересами отдельных элементов (пассажиров, зрителей).

2. **Целостные.** В этом случае энергия внутренних связей существенно выше энергии внешнего воздействия. Система стабильно устойчиво. Преодолевая внешние воздействия объективного и субъективного характера, система изменяется, но сохраняя свою качественную определенность в течение более или менее продолжительного периода. Примеры целостных систем (энергия внутренних связей существенно выше энергии внешних воздействий): а) учебная группа в школе и вузе (закончились занятия сегодня, в этот семестр, в этом

учебном году, все равно группа не расформируется); б) коллектив вуза, кафедры (сделав один выпуск, коллектив сохраняется, продолжая работу); профсоюзы, партии (обладающие одной продолжительной целью). Подсистемы в целостной системе могут быть как сложными, так и большими.

## 2.1.2. Логика в системе наук о мышлении. Развитие познания

*Мышление* как категория является *объектом исследования* ряда наук, например [2]:

1. Физиологии высшей нервной деятельности. Мышление рассматривается как физиологический процесс, связанный с деятельностью мозга.

2. Психологии. Изучает отображения мозгом реальной действительности в особых видах психических явлений.

3. Социальной психологии. Изучает психические явления, связанные с межличностными отношениями.

4. Логики. Изучает мышление как процесс познания истины. То есть *логика есть наука о формах мышления и законах, ведущих к истинному знанию*.

Логика как самостоятельная наука сложилась еще в древнем мире (связано с именем Аристотеля (4 век до н.э.)). Формирование *формальной или традиционной логики* связано (кроме Аристотеля) с такими именами как Ф.Бэкон (16-17 вв – английский философ), Рене Декарт (18 в – французский философ), Лейбниц (18 в.) и И.Кант (18 в.) – немецкие философы. Предмет формальной логики – формы мышления как статические категории, как данность, т.е. в отвлечении от возникновения, изменения, развития. *Формальная (традиционная) логика изучает формы мышления как статические категории (без динамики)*.

В конце 18 – начале 19 веков немецкий философ идеалист Гегель создал *диалектическую логику* как учение о возникновении и развитии логических форм, о законах и принципах методологических истинного мышления.

Во второй половине 19 века появилась математическая (символическая) логика, как особая ветвь формальной логики.

В настоящее время логика формируется как синтез формальной и диалектической логики.

Познание мира человеком, прежде всего, осуществляется в форме *чувственного познания* на основе органов чувств: рецепторов зрения (глаз), слуха (ухо), осязания (рука), обоняние (нос), вкуса (язык).

*Исходный пункт познания – это отражение.*

**Отражение** есть свойство материальных систем, осуществляя взаимодействие, воспроизводить особенности других систем. Результатом отражения является информация. **Информация** есть знание об объекте и инструмент активного действия, управления объектом.

Чувственное познание выступает в трех формах [2]:

- *Ощущения* – источник знаний, но ограниченных. *Они дают знания отдельных свойств предметов.* А деятельность связана не только с отдельными свойствами, а с предметом в целом.
- *Восприятие* – образ, копия *совокупности свойств предмета*, а не отдельного свойства. В восприятии отражается предмет. Оно дает знание предмета, вещи, а не свойств. Но оно тоже ограничено. *Оно имеет силу тогда, когда воспринимаемый предмет имеется в наличии.*
- *Представление* (высшая форма чувственного познания) – воспроизведение и сохранение образа предмета на органы чувств в момент представления. Первоначально образ в сознании человека вызывается восприятием (*восприятие – материал для представления*). При частом повторении созерцания одного и того же предмета, человек запоминает его образ и может его воспроизвести при отсутствии непосредственного созерцания. Представление может воспроизвести прошлое, образы тех предметов, которые когда-то действовали на органы чувств. Представление способно дать знание будущего (представление о чем-то на основании того, что мы читали, слышали). В представлении возможно и

неправильное соединение отдельных свойств или признаков (непосредственно не наблюдаемых). Отсюда возникают русалки, ковер-самолет, избушка на курьих ножках и т.п.

Противоречие между представлением и практикой приводит к появлению новой формы познания – мышления. *Мышление* – форма познания, связанная с раскрытием и использованием всеобщих, существенных свойств. Черты мышления:

- Отражает всеобщие свойства предмета (свойства не конкретного дома, а дома вообще, не конкретного человека, а человека вообще).
- Характеризуется абстрагирующей деятельностью (отвлечением). Абстрагирующая деятельность мышления отделяет общее от единичного, отвлекает любое свойство от других свойств, отвлекает данный предмет от связи его с другими предметами. Повышает эффективность познания.
- Опосредованный характер мышления (опосредование). Мышление отражает мир только через чувственное познание (ощущения, восприятия, представления) – через первую сигнальную систему.
- Неразрывная связь с языком. Процесс формирования мышления был одновременно процессом формирования языка. Но мысли идеальны, а язык реален (две противоположности и различности).

Итак, *мышление – есть активный процесс опосредованного, с помощью первой сигнальной системы, отражения объективной действительности (природы, общества, деятельности человека); образования, движения и развития знаний.*

### 2.1.3. Типология мышления

В своем развитии мышление проходит две стадии:

1. Донаучную

## 2. Научную

Донаучное мышление – это ступень, этап на пути развития научного мышления. Исторически – это многие тысячелетия развития общества, подготовившие возникновение и становление науки как особой формы общественного сознания. Логически (онтогенетически), в плане индивидуального развития, этот путь проделывает каждый человек, накапливая и осваивая знания, социальный опыт – семьи, профессиональной общности, класса, общества – через обучение (дошкольная ступень, школа, послешкольное обучение) и воспитание в трудовом коллективе.

В донаучном мышлении постепенно обособились:

- мифологическое религиозное мышление;
- эстетическое – эмоционально-образное;
- обыденное

Главной формой становится **обыденное мышление**. В основе его *лежит стихийно-эмпирическое познание*, которая непосредственно связана с практической деятельностью. Оно обладает четырьмя характерными особенностями [2]:

1. Это главным образом опытное познание, не опирающееся на какие-либо теоретические концепции. *База – опыт прошлых лет и повседневная практическая деятельность*, использующая такие приемы и способы, которые достаточно эффективны для получения практических результатов.
2. Оно не связано с определенным объектом познания. В качестве такового здесь выступает совокупность явлений, их свойств и связей, с которыми человек сталкивается в повседневной жизни и практике.
3. Стихийно-эмпирическое познание *не имеет специфических методов и специальных средств познания*. Материальные средства познания – орудия труда, которыми пользуются люди в производственной и непроизводственной сферах.
4. Результаты этого познания закрепляются в инструкциях, положениях, содержащих определенные правила, а также в трудовом опыте.

Научное мышление возникает и развивается вместе с возникновением и развитием науки. В целом научное мышление характеризуется наличием

- специфического объекта и особого предмета исследования;
- использованием специфических научных методов исследований;
- специфическими результатами исследований в виде научных фактов.

Различают два уровня научного мышления: *эмпирико-теоретический* (первый уровень) и *теоретический* (высший второй уровень).

1. Эмпирико-теоретический уровень характеризуется *специфическим объектом*, характерной чертой, которой является *чувственная воспринимаемость, неразрывная связь с наблюдениями, экспериментированием*. К такому объекту относятся *связи, отношения, свойства*, которые обнаружены в ходе практической деятельности и включены в процесс познания и выявлены в результате научного эксперимента (объект исследования - это свойства, связи, отношения исследуемой системы. *Эксперимент – это научно-поставленный опыт в точно учитываемых условиях, который можно воссоздать при повторении этих условий*. Предмет эмпирико-теоретического мышления – это результаты функционирования исследуемой системы: *факты, статистические данные*, результаты анкетирования. На этом уровне осуществляются следующие этапы исследования:

1. Сбор научных фактов (зафиксированных) об объекте как системе.
2. Получение статистических данных на основе наблюдений, измерения, эксперимента.
3. Составление схем, диаграмм для наглядного восприятия основных тенденций функционирования системы.



4. Классификация научных фактов, статистических данных и другой опытной информации для формирования эмпирических законов.

2. Теоретический уровень есть высший уровень научного мышления. Изучаемый предмет в процессе теоретического мышления подвергается *мысленному преобразованию* (т.е. совершенствованию, разработке).

Это преобразование осуществляется на основе системного подхода и общенаучных методологических принципов. В ходе теоретического мышления важное значение имеют:

- *Мысленный эксперимент.*
- *Идеализация.*

Мысленный эксперимент является аналогом вещественного. Объект исследования в ходе мысленного эксперимента выступает как идеализированный предмет.

*Идеализация* является результатом мысленной деятельности и *источником (исходным пунктом) теоретического мышления. Идеализация – метод абстрагирования (отвлечения), позволяющий исследовать объект, полностью соответствующий поставленной цели.*

Для того, что бы мысленный эксперимент и идеализация осуществлялись необходимы результаты предшествующего развития теории (результаты донаучного мышления, эмпирико-теоретического уровня научного мышления), а также противоречия существующих теорий. В общем виде технология теоретического мышления может быть представлена следующим образом [2]:

1. Мысленный эксперимент и идеализация на основе результатов промежуточного звена (донаучного мышления, эмпирико-теоретического уровня научного мышления).
2. Развитие теории в логических формах – понятий, суждений, умозаключений, законов, гипотез, теорий.
3. Логическая проверка обоснованности теоретических построений.

4. Применение теоретических знаний в практике.

**Вывод по теоретическому уровню:**

а) объект исследования определяется целенаправленно по воздействию внутренней логики развития науки или насущных требований практики;

б) предмет исследования идеализирован на основе мысленного эксперимента;

в) исследования осуществляются в логических формах.

По некоторым источникам выделяется **практическое мышление** – промежуточное звено между обыденным и научным. Оно подобно научному имеет четко определенный и выделенный предмет исследования. В отличие от него главной целью является не теоретическая деятельность, а практическая. Оно направлено не на производство нового знания, а на обеспечение успеха в той или иной практической деятельности. Формы реализации практического мышления: приказы, указы, положения, постановления, уставы и т.д.

## **2.2. Формы мышления (логические формы)**

Формы мышления подразделяются на:

1. Общелогические формы, к которым относятся: **понятия, категории, суждения, умозаключения.**

2. Локально-логические формы, к которым относятся: **закон, гипотеза, теоретическая идея, теория.**

### **2.2.1. Общелогические формы мышления**

**Понятие.** Что является первичным в системе логических форм: *понятие* (как считал Георг Гегель (1770-1831)) или *суждение* (как считал Иммануил Кант (1724-1804)).

В последнее время исследователи проблем логики считают, что «понятие» является исходной и конечной логической формой.

Традиционная (формальная) логика: *понятие* – форма мышления, отражающая предметы, явления в их существенных признаках.

Диалектическая логика: **понятие** – ступень познания, итог познавательной деятельности, результат и обобщение массы единичных явлений и предметов.

Определение понятия в традиционной логике есть частный момент по отношению к определению, даваемому в диалектической логике. Значит можно пользоваться обоими определениями применительно к конкретной предметной области научного исследования.

Отправляясь от определения понятия в традиционной логике необходимо отметить, что признак предмета может быть:

- Существенным (те, которые отражают внутреннюю природу предмета, его сущность) и не существенным (которые могут принадлежать и не принадлежать предмету).
- Единичным (характеризующим отдельный предмет) и общим (принадлежащим классу предметов).

Понятие отличается от представления. *Понятие – это логические, умственные образы, а не чувственные образы вещей. Понятие нельзя ни созерцать, ни представлять.* Правильное мышление должно оперировать не представлениями, а понятиями. Понимать – это одно, а представлять – другое. Существенные отличия:

1. Представления образуются сами собой, произвольно. Понятия же образуются сознательной деятельностью мышления.

2. Представления случайны по своему составу, смутны и не отчетливы. Понятия (правильные) отличаются ясностью и отчетливостью, отражают существенные признаки и отвлекаются от несущественных.

Различают следующие виды понятий [2]:

1. **Общие понятия.** Связаны не с одним каким-нибудь предметом, а охватывают множество из них. Например, «человек», «рыба», «животное», «книга». Общие понятия приложимы к каждому отдельному предмету, входящему в их объем, а также ко всей группе. Например, карась – рыба, щука – рыба, судак – рыба.

**2. Индивидуальные (единичные) понятия.**

Относятся всегда только к определенной вещи, предмету, человеку. Например, «Кузнецов», «Пуряев», «Петров». Возможно выражение через общие понятия или через сочетания ряда слов. Например, «этот человек» или «самое глубокое озеро в мире» (понимается Байкал).

**3. Собираательные понятия.** Данные понятия в отличие от общих не приложимы к каждому отдельному предмету, входящему в состав группы. Например, «полк», «лес», «люди», а приложимы только ко всей группе в целом.

**4. Абстрактные понятия.** Данные понятия относятся к признакам предметов. Например, «белизна», «сладость» понятия образованы из признаков «белый», «сладкий». Или «кислота» от признака «кислый».

**5. Конкретные понятия.** Данные понятия в отличие от абстрактных относятся к вещам, предметам: «дорога», «машина», «стул».

**6. Соотносительные понятия.** Данные понятия всегда мыслятся попарно. Например, мужчина и женщина; обвинитель и обвиняемый; мама и папа; лектор и слушатели.

**7. Абсолютные понятия.** Понятия, которые мы можем мыслить без отношения друг к другу. Например, «машина», «небо», «цветок».

Любое понятие обладает такими признаками: содержание и объем.

**Содержание понятия** – это совокупность существенных свойств, признаков и отношений предметов, объединяемых понятием.

**Объем понятия** – совокупность всех предметов, охватываемых понятием, каждый из которых обладает существенными свойствами, признаками, отношениями, относящимися к содержанию этого понятия.

Содержание и объем понятия обратно соотносятся между собой. Закон: *с увеличением содержания объем понятия уменьшается и наоборот.*

Например, понятие, «наука – система объективных знаний о действительности, непрерывно изменяющихся в

пространстве и во времени». Его объем составляют все классы наук: общественные, технические, наука о природе, наука о человеке. Но понятие «технические науки» требует включение нового существенного признака – отношение этой науки к искусственной природе. Содержание понятия расширяется и углубляется, а объем сокращается, т.к. в это понятие уже не входят такие предметы, как «общественные науки», «наука о человеке», «наука о природе». Выделив в составе технических наук отдельную науку, например, «литейное производство» или «технология машиностроения», мы еще более расширяем содержание науки при сокращении объема.

Различают *тождественные понятия* (имеют одинаковый объем и одно и тоже содержание). Они различаются только терминами (бухгалтерия и счетоводство; аэроплан и самолет; идиот и дурак), т.е. синонимы. Выделяют *равнообъемные понятия* (имеют равный объем, но разные содержания), например, доклассовое общество и первобытнообщинный строй. *Подчиняющие и подчиненные понятия* (одно понятие входит в другое), например, биржа – товарная биржа, маклер – брокер. *Несовместимые понятия* подразделяются на: соподчиненные, противоположные, противоречащие. *Соподчиненные понятия* – группа понятий, в которой в объем одного и того же более широкого понятия входят несколько низших понятий, разобобщенных друг с другом. Например, экономические науки – экономика социальной сферы; экономика производственной сферы. *Противоречащие понятия* – это понятия антонимы, не допускающие ничего среднего, промежуточного (белый – небелый, богатч – не богатч; тоталитаризм - демократия). *Противоположные понятия* – это понятия антонимы, допускающие между собой что – то среднее, например, «белый – черный (серое)»; «горячее – холодное (теплое)». *Понятие – это слово.*

**Определение понятия.** *Определить понятие – значит, раскрыть его содержание, т.е. выявить его существенные признаки.* Явное определение содержит прямое указание на существенные признаки. Неявное определение раскрывает содержание понятия только в контексте (через законченную смысловую фразу; через подтекст).

Правила определения понятий:

1. Определения должны быть соразмерными, т.е. объем определяемого должен быть равен объему определяющего.
2. Определение не должно определяться через самое себя (надо через другое понятие эквивалентное определяемому).
3. Определение должно быть ясным; не должно содержать двусмысленности.
4. Определение не должно быть только отрицательным, хотя может содержать отрицательные признаки (Рыночная экономика – это не плановая экономика).

**Деление понятие.** Определение есть логическая операция по раскрытию содержания понятия. *Деление есть логическая операция по раскрытию объема понятия.*

**Правила деления понятия:**

1. Объем делимого равен сумме объемов членов деления; не должен быть пропущен ни один член.
2. Деление должно проводиться только по одному основанию (нельзя: кошка, лев, тигр, корова).
3. Члены деления должны исключать друг друга.

**Категории** – предельно обобщенные понятия, фундаментальные понятия, отражающие наиболее существенные признаки (категория от греч. высказывание, признак). Аристотель выделял 10 категорий: *сущность; количество и качество; отношение; место и время; положение; состояние; действие; страдание.* Развитие познания привело к вычленению многих категорий философских, общенаучных, конкретных наук. Среди общенаучных можно отметить такие как: информация, моделирование, анализ, синтез, индукция, дедукция, традукция (от частного к частному, от общего к общему).

**Суждение.** Суждение – форма логического мышления, фиксирующая наличие или отсутствие у объекта какого-либо признака, различных состояний объекта, отношения между ними. *Определение понятия – это уже суждение.* Это такая форма, которая позволяет определить суждение как истинное или ложное. *Понятие не может быть истинным или ложным, только суждение о нем может быть*

*таковым*. Суждение есть отражение того, как предметы окружающей нас действительности связаны между собой или разобщены.

Познание мира заключается в сравнении, сопоставлении явлений между собой. Одни явления отождествляем, другие различаем. Это отождествление и различие отражается в суждениях. В суждениях всегда сопоставляются между собой два понятия. Если мысль направлена на одно понятие без сопоставления, то это не суждение. Понятие выражается словом, а суждение предложением (преимущественно повествовательные предложения). *Суждение – это повествовательное предложение, в котором всегда сопоставляются два понятия.*

Различают два класса суждений:

- Простые суждения
- Сложные суждения

Простые делятся на два вида: *атрибутивные* (определение свойства понятия) и *реляционные* (суждения отношения). *Первые описывают, фиксируют наличие или отсутствие какого-либо свойства у предметов нашей мысли.* В данных суждениях всегда имеются 4 понятия или термины суждения (два основных и два служебных):

1. *Субъект (основной термин)*. Это мысль о предмете.
2. *Предикат (основной термин)*. Это мысль о свойствах предмета.
3. *Кванторы (служебный термин)*. Они характеризуют количественную форму атрибутивного суждения. Квантор общности – служит для обозначения общих понятий (передается словами «все», «каждый», «только»). Квантор существования – служит для обозначения частных понятий (передается словами «некоторые», «отдельные», «многие», «большинство»).
4. *Связка*. Характеризует качественную форму суждения. Передается словами: «суть», «не суть», «есть», «не есть», «является», «не является».

Бор М.З в своей книге [2] приводит два примера суждений:

«*Трение* (субъект) *есть* (связка) *источник теплоты* (предикат)».

«*Всякое* (квантор общности) *механическое движение* (субъект) *есть* (связка) *источник теплоты* (предикат)».

Реляционные суждения – это суждения, фиксирующие какие-либо отношения между субъектами мысли. Для них характерна формула  $R(x, y, \dots)$ . Здесь  $R$  – символ операции между объектами, а  $x, y, \dots$  – объекты. Предикат, характеризующий отношения между объектами может быть двуместным или многоместным (например, «больше-меньше», «перед-после», «муж-жена»). Реляционные суждения с двуместным отношением зачитываются так:  $xRy$  –  $x$  – предшествующий член отношения,  $y$  – последующий член отношения. (СНГ на равно СССР; Татарская ССР не равно Республика Татарстан). Члены отношений могут меняться местами. Если для конверсии (переворота) суждения достаточно поменять местами члены, не изменяя отношения, то такое отношения называется *симметричным*. Суждение отношения *асимметрично*, если после перестановки членов местами, суждение становится ложным.

Сложное суждение состоит из нескольких (не менее 2) простых суждений. Особенности сложного суждения зависят от того, как простые суждения связаны между собой в составе сложного. *Логические союзы:*

1. «и» - «конъюнкция»
2. «или» - «слабая дизъюнкция»
3. «либо ... либо ...» - «сильная дизъюнкция»
4. «если ..., то...» - «импликация»
5. «если, и только если ..., то...» - «эквивалентность».

Логические союзы именуются прогнозиционными. При анализе сложных суждений каждое из простых суждений рассматривается как неделимое, нечленимое, целое, как элемент. Понятия в состав простых суждений при этом не рассматриваются.

Установление точного логического смысла – обязательное условие для всех операций с суждениями. Без этого нельзя установить какая связь существует или существует



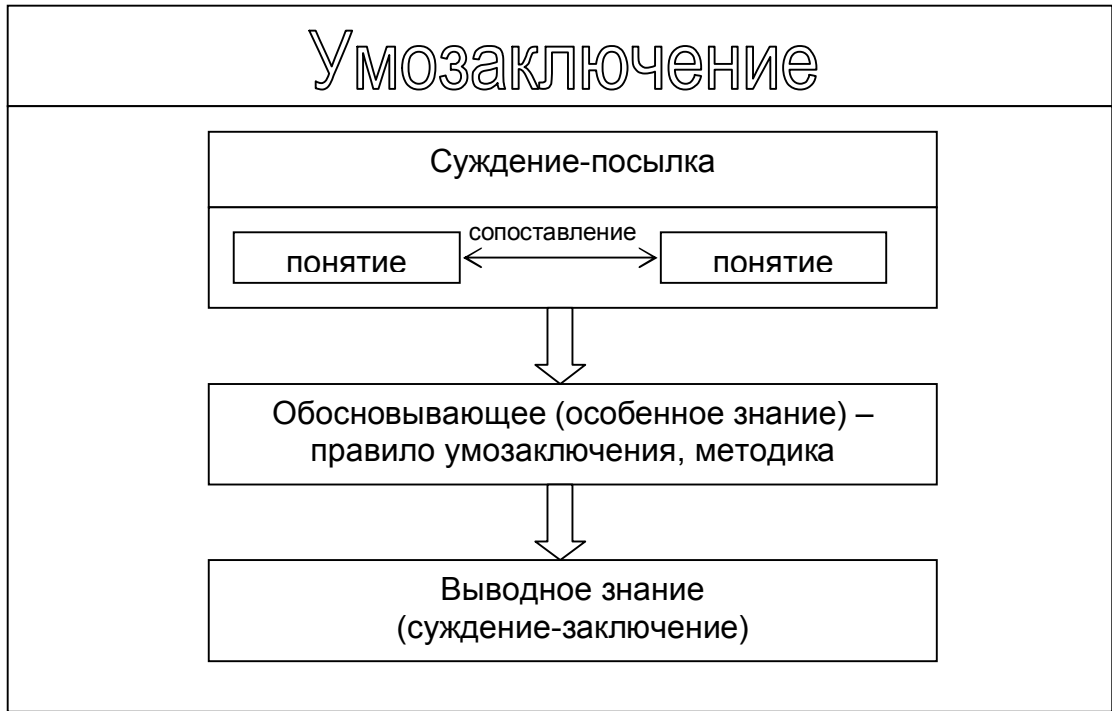
ли вообще связь между суждениями. Нужно установить, каков субъект, предикат, каковы количественные и качественные характеристики суждений.

**Умозаключение.** *Умозаключение – это общелогическая форма мышления, которая формирует новое знание, на основе ранее известных суждений (посылок суждения).* В умозаключении различают три элемента [2]:

- *Исходное знание.* Оно выражено в суждениях-посылках.
- *Обосновывающее (особенное) знание.* Это т.н. правила умозаключения (способы, методики).
- *Выводное знание.* Это новое суждение, суждение-вывод, суждение-заключение.

Новизна знания, содержащего в выводе состоит в том, что:

- За известным классом предметов приписываются *новые существенные признаки;*
- Наряду с известным классом появляется *новый класс, содержащий суждения, имеющие сходные или уподобляющие признаки.*
- Осуществляется переход от предмета, охарактеризованного общими (или особенными) признаками, к предмету, охарактеризованному соответственно особенными (или общими) признаками.

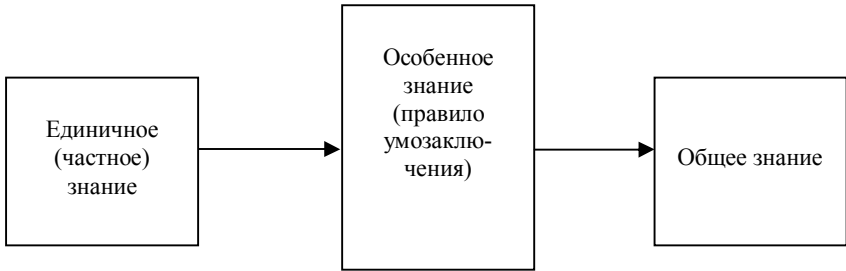


*Рис.2.1. Принципиальная модель умозаключения*

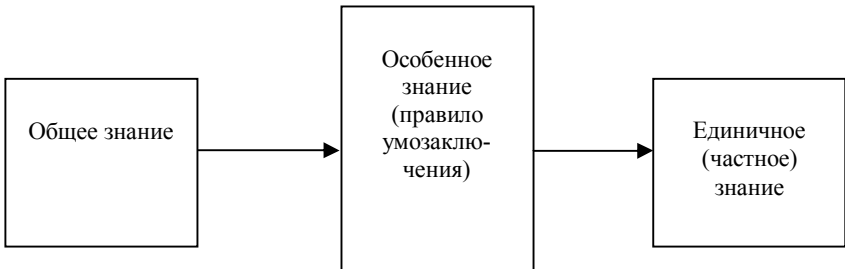
По способу получения умозаключения различают:

- **Индуктивные умозаключения.** Осуществляется переход к общим характеристикам класса предметов от частных характеристик. От исследования единичных признаков, единичных предметов к нахождению общих существенных признаков, к выводному знанию обо всем классе предметов. Разновидностью аналогии следует признать *моделирование*. Переход осуществляется через особенное знание (правило умозаключения, знание законов, теорий, гипотез). Особенности: 1. *Выводы полученные индуктивным (довольно простым) методом получаются только вероятными.* 2. *Вывод всегда строится на основе единичных или частных суждений.*
- **Дедуктивные умозаключения.** Это форма *опосредованного знания*. В этом случае осуществляется переход *от знания большей общности к новому знанию, меньшей общности*. Дедукция может использоваться и для вывода из известных истин с помощью законов и правил логики. Это также осуществляется через особенное знание: знание законов, теорий, гипотез.
- **Традуктивные умозаключения** (умозаключения по аналогии). Традукция есть перенос свойств одного предмета, процесса на другой предмет, процесс, причем на одном уровне (от частного к частному, от общего к общему). *Умозаключения по аналогии являются только вероятностными.* Степень достоверности тем больше, чем больше сходных признаков. Различают *аналогию предметов* и *аналогию отношений*. В первом случае объектами уподобления являются два предмета, процесса, явления, события. Переносимый признак – это свой свойство предмета (*Пример. Движение в жидкости имеет волновой характер. Результатом движения воздуха является звук.* Переносится принцип движения в жидкости в

воздух и на этой основе разрабатывается волновая теория распространения звука).



*Рис.2.2. Схема индуктивного умозаключения*



*Рис.2.3. Схема дедуктивного умозаключения*

Во втором случае (аналогия отношений) объектом переноса является отношение между предметами, процессами. А переносимый признак – это свойство отношений (Пример. Можно на основе сравнения соотношения высот двух домов (2-х этажного и 4-х этажного) вывести соотношение двух горных вершин). Умозаключения по аналогии особенно широко используются в моделировании физических, биологических, экономических, психологических, социальных процессов.

### 2.2.2. Локально-логические формы мышления (формы теоретического мышления)

**Закон** – это выражение объективных, существенных, необходимых, повторяющихся, общих, устойчивых при определенных условиях **связей**, их организация, порядок, последовательность изменений и развития.

Различают **законы науки** и **законы действительности**. *Законы действительности – это объективные связи и отношения явлений и процессов. Законы науки – определенные утверждения, в которых фиксируется в виде формул, системы языковых значений отраженные в сознании людей законы действительности. Закон науки – это отраженный в сознании людей закон действительности.* С развитием практики формулировки законов меняются (дополняются, заменяются новыми). *Законы науки и законы действительности не должны отождествляться и не должны противопоставляться.*

В системе законов науки различают [2]:

- Основные и неосновные законы
- Главные и неглавные законы
- Эмпирические и теоретические
- Динамические законы – законы определенности, жесткой детерминированности.
- Статистические законы – законы массовых явлений, выражающие усредненный результат взаимодействия элементов системы и среды.

- Законы структуры – законы, характеризующие целостность, качественную определенность.
- Законы функционирования – законы, характеризующие целостность и качественную определенность в определенных рамках, границах.
- Законы развития – законы, определяющие внутреннюю перестройку системы и переход ее в новое качество.
- Системообразующие законы – законы, определяющие центр системы законов, воздействующие на все другие законы системы (основной закон, формирующий «скелет», структуру системы законов).
- Системослагающие законы – объективные специфические законы той или иной системы в соответствии в субординации с системообразующим законом.

Термин *теория* (с греческого – рассмотрение, исследование) многозначен. Теория – человеческое познание вообще. *Научная теория* – система основных идей, объединенных с помощью системного подхода и логических принципов, представляющая достоверное знание, обобщение опыта, практики и отображение объективных закономерностей развития какой-либо предметной области (природы, общества, мышления).

Связь теории с законом науки состоит в том, что *она создается на базе открытых объективных законов и дает направление дальнейшим исследованиям, ведущим к открытию новых законов. Теория шире по объему и богаче по содержанию, чем закон науки.* Теория помимо знания, выраженного в законе, *объясняет факты, процессы, связи и взаимодействия этих процессов. Теория указывает путь практике, т.к. вооружает ее знанием закономерностей объективной действительности. Практика – критерий истинности теории.* Теории предшествует гипотеза. Доказанная (истинная) гипотеза - это теория.

*Гипотеза* (с греч. предположение) имеет несколько толкований.

1. Предположение о существовании явлений, о причинах их возникновения, характере развития, о закономерности.

2. Процесс мысли, заключающийся в определенных предположениях и его доказательство.

3. Теория, в которой идея обоснована только до уровня предположения значительной степени вероятности.

**Научная гипотеза** – обоснованное и доказанное предположение либо о непосредственно не наблюдаемом факте, либо о закономерном порядке, объясняющем какую-либо совокупность явлений. Гипотеза – форма развития теории.

**Гипотеза** – это предположение о существовании той или иной закономерности явлений, процессов и т.п. **Научная гипотеза** – это доказанная, обоснованная рабочая гипотеза (РГ). НГ с течением времени трансформируется в новую теорию на базе открытия новых объективных законов. Схема становления гипотезы следующая:

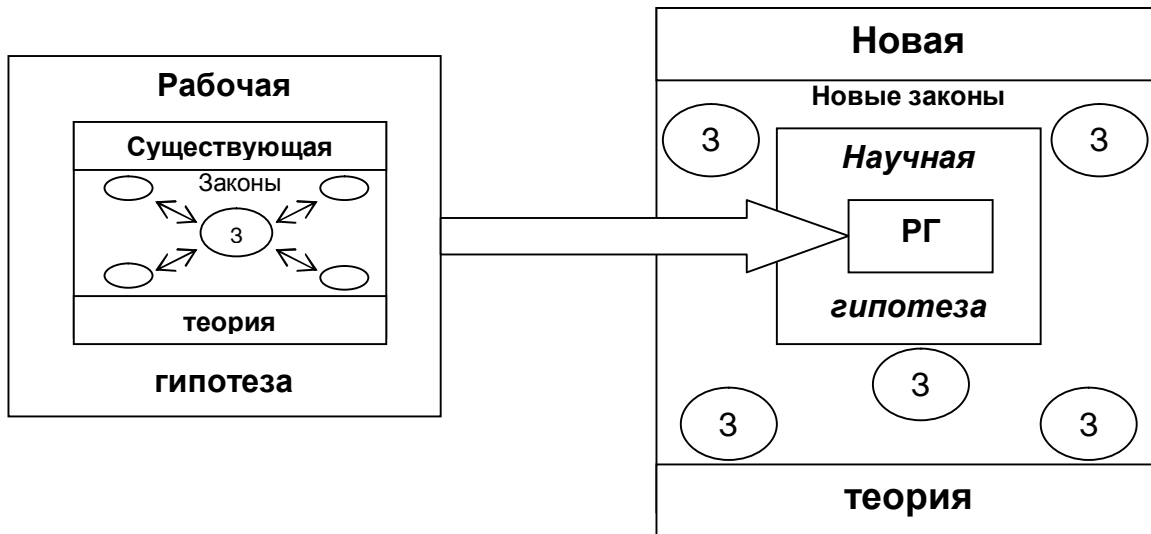
*Известные объективные законы науки – известные теории – догадка, рождаемая в научном поиске (на основе интуиции, заблуждения) – рабочая гипотеза – развитие рабочей гипотезы, проверка (следствия, вытекающие из теоретического анализа основного допущения рабочей гипотезы, сопоставляются с данными опыта, эксперимента практики; отказ от одной рабочей гипотезы и создание новой и т.п.) – формулирование научной гипотезы – новые теории – новые законы.*

Специфические признаки гипотезы:

- Адекватность и обоснованность (должна объяснять как можно больше ранее установленных и вновь выявленных фактов. Противоречия должны быть детально и конкретно проанализированы и обоснованы.).

- Принципиальная проверяемость (логическая, на основе эксперимента и практики).

- Полнота.
- Простота.
- Достоверность



*Рис.2.4. Процесс формирования новой теории на основе существующей теории и становления гипотезы*



## Контрольные вопросы к разделу 2.

1. Охарактеризуйте науку как особую форму общественной практики. Что такое система целостная?
2. Что такое логика? Выделите различительные характеристики между диалектической и формальной логикой?
3. Охарактеризуйте обыденное мышление и выделите его отличие от научного мышления. Опишите уровни научного мышления.
4. Чем отличается понятие от суждения? Какие понятия и суждения вы знаете?
5. Выделите отличие между суждением и умозаключением. Какие существуют способы умозаключения?
6. Чем отличается закон от теории, рабочая гипотеза от научной?

### **3. ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ УЧЕНИЯХ**

#### **3.1. Возникновение экономической мысли**

Экономические истины стали известны людям еще в глубокой древности. Древнейшие документы, в которых были зафиксированы правила и нормы экономического поведения граждан, отношения между ними и государством, между рабом и господином, денежные отношения, можно считать законами. Первые законы, возникшие в государствах древнего Востока, относятся к XX веку до новой эры. В древнеавилонском царстве действовали законы царя Хаммурапи, царствовавшего с 1792 по 1750 годы до н.э. В этих законах, обнаруженных на горном базальтовом столбе установлены экономические правила и нормы рабовладельческих отношений и денежного обращения, аренды земли, арендной платы, оплаты труда наемных работников натуральным продуктом и серебром.

В «Законах МАНУ», господствовавших в Индии в VI в. до н.э., регламентировались права и отношения собственности. В более поздних древнеиндийских трактатах содержится описание государственного и хозяйственного устройства древней Индии, правил купли-продажи, найма работников, заключения сделок, осуществление торговых операций, ценообразования.

Древнекитайский философ Конфуций (551-479 г.г. до н.э.) изложил взгляды на установленный и физический труд, отношений между рабовладельцами и рабами. В IV-III веках до н.э. в Китае был распространен трактат «Гуань-цзы», в котором повествовалось о торговле, налогах, рыночных отношениях, занятиях земледелием и ремеслом, о денежном обращении, финансах [17].

В Древней Греции и Риме экономические воззрения углубляются и систематизируются, приобретают научный облик. Ксенофонт (430-355 г.г. до н.э.) написавший такие работы «О доходах», и «Экономикос» (учение о хозяйстве) дал

старт научной экономике. В его исследованиях экономика делится на отрасли с выделением сельского хозяйства, ремесленничества, торговли; высказывается мысль о целесообразности разделения труда.

Платон развивает представление о разделении труда, высказывает ряд соображений о специализации труда и особенностях разных видов трудовой деятельности, анализирует круг основных профессий в хозяйстве и занятость профессиональным трудом.

Ученик Платона Аристотель вписал свое имя в историю экономической науки благодаря зрелым суждениям о фундаментальных экономических категориях. Он впервые в истории человечества исследует экономические процессы и явления с целью обнаружения в них общих закономерностей. Аристотель основал науку о человеческом обществе *социологию*, которая непосредственно примыкает к экономической науке, выявляет экономическую сущность обмена, предложил трактовку цены, как денежной меры стоимости, высказал соображения о происхождении и функции денег, приносящих собственнику новые, дополнительные деньги [17].

Ученые, писатели, политические деятели в Древнем Риме, уделяли внимание экономическим проблемам ведения сельского хозяйства, организации труда рабов, земельной собственности. Ученый-энциклопедист Варрон (116 - 27 г.г. до н.э.) известен своим трактатом "О земледелии", в котором содержится множество хозяйственных советов и высказываются мысли о роли отдельных видов экономической деятельности.

Первое тысячелетие Новой эры характеризуется, прежде всего, переходом от рабовладельческого строя к феодальному и от языческой религии к монотеизму. В этот период не происходит революционных изменений в экономических взглядах, зарождение принципиально новых экономических теорий. Главным признаком движения экономической мысли является переход от оправдания рабства и его осуждению. Наиболее сильное влияние на экономические воззрения этого периода оказывает церковь. Религиозные заповеди трактуются

и как правила экономического поведения. Христианское учение наложило значительный отпечаток на экономическое представление первого тысячелетия нашей эры. Церковь быстро приобщилась и к взиманию налогов (сборов) и к ведению хозяйства.

### **3.2. Меркантилизм и физиократы**

Возникновение достаточно целостных, стройных экономических теорий, пронизанных единым замыслом, ведущей идеей, относится к периоду *полуторатысячелетия новой эры*, т.е. примерно к XVI веку. Т.к. в этот период зарождается мануфактура, прорастают зачатки капиталистического общественного строя, приходящего на смену феодализму. В возрастающей степени в развитых странах происходит разделение труда, сопровождаемое углублением обмена торговых отношений, созданием и расширением рынков, интенсификацией денежного обращения. И эта реальная почва становится благодатной для произрастания экономических теорий.

*Меркантилизм* (от итал. *mercante* - торговец, купец) – первая школа политической экономии. Меркантилизм выражал интересы эпохи первоначального накопления капитала.

Как экономическое течение процветал в XV-XVII веках. Возник в последней трети XV века как попытка теоретического обоснования экономической политики, отражающей интересы купечества. В его истории выделяют два этапа: *ранний и поздний*. На раннем этапе (XV- начало XVI в.в.) меркантилизм выступал в форме монетаризма., считающего золото и серебро, единственным содержанием богатства. Суть монетаризма - привлекать больше денег (золота) из-за рубежа и «осаждать» в стране («денежный баланс»). Со второй половины XVI века начался второй этап меркантилизма, достигший расцвета в XVII в. Главным положением позднего меркантилизма является концепция «*торгового баланса*», суть которой состоит в том, что страна становится тем богаче, чем больше разница между стоимостью экспортируемых и импортируемых товаров [4].

Наиболее известными представителями меркантилизма были англичане Вильям Стаффорд (1554-1612 г.г.), Томас Ман (1571-1641 г.г.), французы Антуан де Монкретьен (1575 –1621 г.г.) и Антуан де Ваттевиль (1575-1612г.г.).

Все меркантилисты олицетворяют богатство с его денежной формой, золотом и серебром, главным видом капитала считают торговый капитал, а путем обогащения торговлю, в которой вывоз преобладает перед ввозом, что и приносит приращение капитала, богатства.

Умение меркантилистов были направлены на выявление движущих сил экономического развития в области распределения и обмена товаров, эту сферу они считали сердцевинной экономики.

*Физиократия* обозначает в переводе с греческого «власть природы». В отличие от меркантилистов физиократы считали источником дохода, прибыли не торговлю, не сферу обращения, а производство, создание экономического продукта. Но они видели источник создания богатства только в сельском хозяйстве, где, как они предполагали, происходит превращение природного потенциала земли в богатство, достояние людей. В то же время они не понимали роль промышленности, считая труд в ней непроизводительным, не создающим новых ценностей.

Физиократы попытались построить схему воспроизводственного процесса и установить его стадии, выделить в обществе три массы: землевладельцев, землепользователей и «бесплодного» класса остальных граждан. Они ввели деление капитала на основной и оборотный.

Наиболее известными представителями школы физиократов принято считать французских экономистов Франсуа Кенэ (1694-1774 г.г.) Виктора де Мирабо (1715-1789 г.г.), Анн Робера Жака Тюрго (1727-1781 г.г.).

Основатель школы физиократов Ф.Кенэ широко известен в истории мировой экономической науки как автор первых научных представлений о непрерывном воспроизводственном процессе и самого термина «воспроизводство». Главное произведение Ф.Кенэ «Экономическая таблица» (1758 г.) содержит его

представление о схеме движения экономического продукта и его воспроизводства. И этим самым Кенэ увязал воспроизводство с процессами денежного обращения, заложил основу построения балансов «затраты-выпуск» и межотраслевых балансов производства и распределения продукции, которые через двести лет получили самое широкое распространение в прикладной экономике.

Кенэ занимал определенную позицию и во взглядах на систему налогообложения, предлагая свести все налоги к единому налогу на землю, взимаемому с земельных собственников [17].

*Физиократы перенесли исследования происхождения прибавочного продукта из сферы обращения в сферу производства.*

### **3.3. Классическая экономическая теория**

Классическая школа политической экономии относится к числу зрелых направлений экономической мысли, оставивших глубокий след в истории экономических учений. Экономические идеи классической школы не утратили своего значения до наших дней. Классическое направление в политической экономии зародилось в XVII веке и расцвело в XVIII и в начале XIX века.

Величайшая заслуга классиков состоит в том, что они поставили в центр экономики и экономических исследований труд – как созидательную силу и стоимость - как воплощение ценности, положив тем самым начало трудовой теории стоимости. Классическая школа стала первым научным направлением, продвигающим идеи экономической свободы, либерального течения в экономике. Представители классической школы выработали научное представление о прибавочной стоимости, налогах, земельной ренте. В недрах классической школы сформировалась экономическая наука.

Первым представителем и прародителем классической школы следует назвать английского экономиста Уильяма Петти (1623-1687 гг.), которого Карл Маркс назвал "отцом

политической экономии и в некотором роде «изобретателем статистики». Петти принадлежат научные разработки в области налогообложения, таможенных пошлин. Источником экономического богатства он считал сферу производства, что сближает его с авторами трудовой теории стоимости [17].

Столпы классической школы - это английские ученые-экономисты Адам Смит (1723-1790 гг.) и Давид Рикардо (1772-1823 гг.), которые относятся к числу известнейших мыслителей в мировой истории. Человечество и экономическая наука обязаны Адаму Смиту и Давиду Рикардо созданием целостной экономической теории (политической экономии), построением трудовой теории стоимости, познанием закономерностей денежного обращения и товарного производства.

Основное в учении Смита - идеи экономического либерализма, минимального вмешательства государства в экономику, рыночного саморегулирования. «Для того чтобы поднять государство с самой низкой степени варварства до высшей степени благосостояния, - пишет А. Смит, - нужны лишь мир, легкие налоги и терпимость в управлении, все остальное сделает естественный ход вещей». Отсюда со времени А. Смита и до наших дней пользуется популярностью девиз проведения экономической политики по принципу *laissez faire*, что означает «*пусть все идет само собой, естественным образом, без принуждения*». Смит был сторонником механизма рыночного саморегулирования на основе свободных цен, складывающихся в зависимости от спроса и предложения. Эти экономические регуляторы он назвал «*невидимой рукой*».

Адам Смит определил двоякую задачу политэкономии как науки:

- 1) анализ объективной экономической реальности, выяснение закономерностей ее развития;
- 2) выработку рекомендаций для политики предприятия и государства. Развивал метод логической абстракции в исследовании - выделение закономерных, коренных и определяющих процессов в экономике и абстрагирование от случайных, личных частных элементов [17].

Второй крупнейший представитель классической школы Давид Рикардо, обучавшийся только два года в торговой школе, не получивший систематического образования, сумел к 25 годам стать миллионером и затем заняться плодотворной научной деятельностью. Наиболее фундаментальный труд Рикардо «Начала политической экономии и налогового обложения».

Рикардо твердо придерживался взглядов, лежащих в основе трудовой теории стоимости. Он утверждает: «Полезность не является мерой меновой стоимости, хотя она существенно необходима для этой последней... Товары, обладающие полезностью, черпают свою меновую стоимость из двух источников: своей редкости и количества труда, требующегося для их производства... Меновая стоимость произведенных товаров пропорциональна труду, затраченному на их производство; не только на непосредственное производство, но и на изготовление орудий и машин, требующихся для того вида труда, при котором они применяются».

Он полагает заблуждением рыночный подход к ценообразованию. Интересны и крайне полезны высказывания Рикардо о денежной эмиссии и денежном обращении: «Увеличение количества денег не может иметь, по-моему, другого результата, чем рост цен на товары. Этим путем одни члены общества обогащаются за счет других. Тут имеется лишь перемещение собственности, но ничего не создается». Поэтому, в каждом государстве выпуск бумажных денег должен подчиняться ограничению и контролю [17, с.29].

При исследовании успешно применял *метод логической абстракции, статистические методы исследования*. Делает попытку дать научные основы налогообложению. Полагает, что в известной степени применены методы точных наук - *научная дедукция, математика*.



### **3.4. Экономические теории и учения рубежа XIX и XX веков**

Учения и теории, сформировавшиеся в конце XIX и в начале XX веков принято относить к современным [17]. Они представлены широким разнообразием позиций и взглядов. Ниже, в самых общих чертах, охарактеризованы некоторые представительные направления современных экономических теорий.

#### **3.4.1. Маржинализм**

Маржинализм (в переводе с французского «*marginel*» означает «предельный») - теория, объясняющая процессы и явления, исходя из использования предельных, чаще всего приростных значений экономических показателей, крайних величин или состояний. Она оперирует такими понятиями, как *предельная полезность, предельная производительность, предельные издержки*.

Первой маржиналистской теорией была теория предельной полезности, автором которой является экономист Уильям Джевонс (1835-1882 гг.). Экономистов австрийской школы К. Менгера (1840-1921 гг.), Ф. Визерс (1851-1926 гг.), Е. Бем-Баверка (1851-1914 гг.) также принято считать классиками теории маржинализма и основателями теории предельной полезности. Маржинальный анализ позволяет учесть психологические факторы, проявляющиеся в позиции субъекта хозяйственной деятельности (экономических отношений), предопределяемый его оценками выгод и потерь того или иного способа действий. При этом чаще всего субъект ищет то предельное состояние, при котором дальнейшее увеличение затрат уже не оправдывается получаемым за счет его приращением эффекта.

Маржинализм использовал *количественный анализ*, связанным с применением *экономико-математических методов и моделей*.

Положение и принципы маржинализма:

- 1) Основной определяющий признак экономических явлений и процессов - *психология хозяйствующих субъектов, их мотивы, субъективные оценки, которые они используют в своей деятельности.*
- 2) Все явления и категории измеримы.
- 3) Главная задача политэкономии - изучение отношения человека к вещи, к окружающей его природе, а не отношений между людьми, складывающихся в процессе производства. Теории маржинализма характерны *робинзонады* - отвлечение от общественных отношений, рассмотрение отношения изолированного субъекта к окружающей природе, капиталистической экономике.

### 3.4.2. Неоклассицизм

Неоклассическое направление, как ясно из его названия, продолжает традиции классической школы, однако трактует и развивает их в непосредственной увязке с рынком и рыночными механизмами.

Неоклассическое направление опирается на принцип *функциональных взаимозависимостей экономических процессов*, согласно которому взаимное влияние разных процессов друг на друга, связи между ними оказывают решающее воздействие на ход самих процессов.

Виднейший представитель неоклассического направления в экономической науке - основоположник ценовой теории, английский экономист Альфред Маршалл (1842-1924 гг.). Теория Маршалла, основы которой изложены в «Принципах политической экономии», положила начало неоклассической политэкономии.

Экономисты кембриджской школы, к которой принадлежал А. Маршалл, пытались объединить теорию предельной полезности и теорию издержек производства. Они пришли к выводу, что ни спрос, ни предложение не имеют

приоритета с точки зрения определения цен. Они являются равноправными элементами рыночного равновесия.

В центре исследований А. Маршалла находился механизм рыночного формирования цен. При этом три параметра рынка (цена, спрос, предложение) рассматривались вместе в их взаимодействии. А Маршаллом разработана *концепция эластичного спроса, то есть его чувствительности к изменению цен* [17].

Основные методы исследований - *анализ действия разных факторов на экономический процесс (факторный анализ), дедукция, индукция, математические методы исследования.*

### 3.4.3. Кейнсианство

Это учение связано с именем английского экономиста Джона Мейнарда Кейнса (1883-1946 гг.). Оно основывается на *необходимости правительственного вмешательства в рыночную экономику, его государственного регулирования* путем увеличения или сокращения спроса посредством изменения наличной и безналичной денежной массы. С помощью такого воздействия можно влиять на инфляцию, занятость, устранять неравновесность спроса и предложения товаров, подавлять экономические кризисы.

Основные усилия Д.Кейнса в 20-30 годы были направлены на разработку теории государственного регулирования экономики (теорию денег). Его самая известная работа вышла в свет в 1936 году под названием «Общая теория занятости, процента и денег», в которой он наглядно проиллюстрировал возможность ситуации, в которой суммарный спрос и суммарное предложение находится в состоянии равновесия, но полная занятость не достигается.

Основная идея Кейнса состоит в том, что государство призвано воздействовать на общую величину спроса. Расширяя объем спроса (повышая покупательскую способность населения), оно способствует уменьшению безработицы, а сокращая спрос (уменьшая покупательскую способность

населения), подавляет рост цен и инфляцию. Кроме построения теории государственного регулирования экономики Кейнс прославился участием в создании твердых валютных курсов [17].

Основной метод исследований - это *количественный анализ народнохозяйственных величин и функциональных зависимостей*, где независимые переменные - склонность к потреблению, предельная эффективность капитала и т.д., зависимые - объем занятости, национальный доход.

### **3.5. Российская экономическая мысль**

В России зарождение крупных экономических теорий и появлением великих экономистов относится к первому полуторатысячелетию нашей эры

Пробуждение экономической мысли в России тесно связано с образованием всероссийского рынка и возникновением мануфактур в XVII веке.

Наиболее глубокий след в российских экономических воззрениях этого периода оставил Афанасий Ордин-Нащекин (1605-1680 гг.). Он ратовал за укрепление централизованного государства помещиков и купцов, разработал программу осуществления политики России, написал «Новоторговый устав» направленный на защиту русских торговых людей.

Экономистом петровских времен, поддерживающим крупные преобразования того времени Иван Тихонович Посошков (1652-1726 гг.), написавший обстоятельный трактат «Книга о скудности и богатстве» (1724г.). Посошков призывал вывозить из России не сырье, а промышленные товары, не ввозить из-за границы продукцию, которую Россия способна производить самостоятельно, соблюдать баланс экспорта и импорта.

В XVIII веке российская экономическая мысль нашла свое выражение в работе историка и экономиста Василия Никитича Татищева (1689-1759гг) и, в частности, в его сочинении «Представление о купечестве и ремеслах».

В.Н.Татищев поддерживал развитие промышленности, торговли, купечества в России [17].

Экономическая программа передовой части дворянства России представлена в трудах видного экономиста Николая Семеновича Мордвинова (1754-1845гг) и в проектах известного государственного деятеля Михаила Михайловича Сперанского (1772-1839гг), которых можно назвать русскими представителями классической экономической школы [17].

Глубокий след в российской экономической науке XX века оставил ученый-энциклопедист Михаил Иванович Туган-Барановский (1865-1919гг). Он стал первым российским ученым-экономистом, провозгласившим необходимость соединения *теории стоимости с теорией предельной полезности*.

Наибольший вклад внес М.И.Туган-Барановский в теорию рынков и кризисов, разработку социальных основ кооперации. Но будучи твердым приверженцем единого направления в экономической науке, Туган-Барановский частично примыкал к марксизму, в то же время ему не были чужды и другие воззрения, в частности, он признавал теорию предельной полезности, опирался на субъективную психологию, которые, как известно, находятся в стороне от марксистского учения [17].

Из числа ученых-экономистов и практиков, пытавшихся построить теорию социалистического планового хозяйства, необходимо отметить таких, как Владимир Александрович Базаров (В.А.Руднев) (1874-1939гг) и Евгений Александрович Преображенский (1886-1937гг.).

Следует особо выделить имена двух ученых-экономистов советского периода российской истории. Это Александр Васильевич Чаянов (1888-1937гг) и Николай Дмитриевич Кондратьев (1892-1938гг).

А.В.Чаянов - заслуженный представитель организационно-производственного направления в российской экономической мысли, теоретик семейно-крестьянского хозяйства. Он внес значительный научный вклад в прикладную аграрно-экономическую теорию.

Имя Н.Д.Кондратьева вошло в мировую экономическую науку, он стал широко известен как один из создателей *теории больших циклов, длинных волн*, представляющий по существу новое направление экономической мысли. Н.Д.Кондратьев к 1928г. сформировался как ученый с мировым именем, был избран членом ряда иностранных научных обществ, стал автором десятков научных статей [17].

Российская экономическая наука второй половины XX века известна своими достижениями в области экономико-математического моделирования. Весомый вклад в это направление внес академик Василий Сергеевич Немчинов (1894-1964 гг), известный своими работами в области статистики и математического моделирования экономических процессов.

Целый ряд работ посвящен специальным статистическим методам. Главная работа этого направления «Статистика как наука» (1952г). Значительная часть его экономических исследований посвящена проблеме развития производительных сил и анализу хозяйственных явлений с применением математических методов.

Следующим ученым-исследователем Российской экономико-математической школы является лауреат Нобелевской премии по экономике Леонид Витальевич Канторович (1912-1986гг). Он создал новую ветвь математики, именуемую *линейным программированием* и имеющей непосредственное приложение к экономике. Им были заложены *основы математической теории оптимального планирования и использования ресурсов*, которой Л.В.Канторович посвятил свою жизнь [17].

Из современных российских ученых-экономистов наибольшей известностью пользуются академики Абел Гезевич Аганбегян, Леонид Иванович Абалкин, Станислав Сергеевич Шаталин, Олег Тимофеевич Богомолов, Николай Яковлевич Петраков, Герольд Александрович Краюхин, Борис Михайлович Генкин, Константин Федорович Пузыня и др.

**Контрольные вопросы к разделу 3.**

1. Назовите основных ученых, мыслителей внесших вклад в формирование экономической мысли.
2. Какими исследованиями занимались меркантилисты и физиократы?
3. Какие методы легли в основу исследований классической экономической школы?
4. Охарактеризуйте теорию предельной полезности.
5. Найдите отличие в предметах исследования неоклассицизма и кейнсианства.
6. Кто из представителей российской школы способствовал развитию мировой экономической теории? Назовите современных известных российских ученых-экономистов.

## **4. ТЕХНОЛОГИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **4.1. Последовательность выполнения научного исследования**

Первый этап. *Формирование проблемы или задачи исследования.*

Задача научного исследования формулируется исходя из общественных потребностей или логики развития данного научного направления. Задача ставится научным руководителем или заказчиком.

Второй этап. *Определение состояния решения поставленной задачи.*

Для эффективности решения поставленной задачи необходимо знать исходный уровень данного научного направления, пути подхода к решению проблемы, достигнутые в ее решении результаты, т.е. что и кем было сделано по решению данной исследовательской задачи.

С этой целью проводится информационный поиск и анализ информации, исследователь принимает по возможности участие в научных конференциях, семинарах, симпозиумах по решаемой проблеме или задаче, использует экспертную информацию. Последующий анализ информации дает возможность представить себе структуру решаемой проблемы. Результатом данного этапа должен быть организационно-методический план научного исследования.

Третий этап. *Теоретическое исследование.*

На этом этапе происходит теоретическое осмысление объекта исследования, а заканчивается этап формированием теоретической модели изучаемого объекта. В процессе выполнения этапа исследователь старается изучить объект в статике и в динамике, выявить максимально факторы, влияющие на состояние объекта. Чем больше выявлено факторов, тем полнее представление об объекте исследования. При этом используются различные методы исследования и познания: методы формальной и диалектической логики,



методы активизации творческого мышления. Теоретическая модель объекта, которая формируется в результате теоретического этапа исследования, включает в себя определение основных понятий, основные гипотезы относительно объекта исследования. Эти гипотезы нуждаются в проверке, и этому посвящается следующий этап научного исследования.

**Четвертый этап. *Экспериментальное исследование.***

Экспериментальные работы (эксперименты, проверки, апробации) проводятся с целью проверить правильность теоретической модели, сформированной на предыдущем этапе.

Эксперименты проводятся в виде циклов, в зависимости от количества действующих на объект факторов или групп факторов. В эксперименте проверяется влияние факторов на объект исследования, выявленное на теоретическом этапе. Продолжительность экспериментального этапа зависит от сложности объекта исследования и теоретической модели, от количества влияющих на объект факторов.

К моменту проведения экспериментальных работ необходимо иметь разработанную лабораторную технологию, схему исследований, лабораторную оснастку, методику экспериментальной проверки. Обработка результатов эксперимента заключается в систематизации экспериментальных данных, оценке их достоверности. Экспериментальные данные подвергаются классификации, группировке. При этом у исследователя могут появиться новые представления об объекте, имеющие самостоятельное теоретическое значение.

Если экспериментальные данные подтверждают правильность исходной теоретической модели, то на данном этапе ее следует принять как истинную. Если правильность теоретической модели не подтверждается экспериментально, то исследователь должен переосмыслить теоретическую модель (а может быть, и методику эксперимента), внести в нее изменения и дополнения и повторить серию экспериментов.

**Пятый этап. *Оформление результатов исследования и их реализация.***

Результаты оформляются в виде отчета о научно-исследовательской работе, в виде научно-исследовательской работы студентов (НИРС), а реализованы, могут быть в изобретении, в проведении опытно-конструкторской разработки, в подготовке практических рекомендаций, публикаций результатов и т.д. Отчет о научно-исследовательской работе оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 – 91[12].

Изложенная последовательность выполнения научного исследования отражает «теоретическую», «учебную» технологию научного исследования. На практике все может быть значительно сложнее. Например, возможен «обратный ход» исследования: от эксперимента к теоретическому объяснению.

Далее подробно раскрывается содержание и порядок выполнения каждого из перечисленных этапов.

#### **4.2. Формирование задачи исследования**

Формирование или постановка задачи исследования включает ряд специфических действий. Формирование задачи исследования предполагает:

- Постановку задачи
- Построение задачи
- Оценку задачи
- Обоснование задачи
- Обозначение задачи

**Постановка задачи** включает *описание проблемы* (широкое описание проблемы на основе формирования вопросов по проблеме: В чем проблема? Каким должен быть объект исследования? С точки зрения субъекта? С точки зрения самого объекта?), *словесную формулировку* (максимально краткую и емкую формулировку), *финитизацию* (формулирование окончательного результата решения исследовательской задачи).

**Построение задачи** включает *стратификацию* (расчленение на подвопросы), *композицию* (упорядочение

вопросов по их логике и смыслу), *локализацию* задачи (ограничение поля изучения в соответствии с возможностями исследователя и требованиями исследования).

**Оценка задачи** предполагает ее *кондификацию*, *когнификацию*, *квалификацию* и *вариантизацию задачи*. **Кондификация** предполагает выявление всех условий для решения задачи, в т.ч. методов, средств, приемов, методик и т.п. **Когнификация** предполагает выяснение степени проблемности, соотношение известного и неизвестного в той информации, которую требуется использовать для решения задачи. **Квалификация** предполагает отнесение задачи к определенному типу (возможные типы задач: оценочная, концептирующая, моделирующая). **Вариантизация** задачи предполагает выработку установок на возможность замены любого вопроса другим и поиск альтернатив для всех вопросов задачи [12].

**Обоснование задачи** включает *конектизацию*, *актуализацию* и *компрометацию задачи*. **Конектизация** предполагает установление содержательной связи данной задачи с другими. **Актуализация** предполагает приведение доводов в пользу реальности проблемы, ее постановки и решения. **Компрометация** задачи предполагает выдвижение как можно больше возражений против решаемой задачи.

**Обозначение задачи** включает *экспликацию* (определение основных понятий, терминов используемых при решении исследовательской задачи) и перекодировку. **Перекодировка** задачи заключается в переводе задачи на иной (научный или обиходный) язык.

Такие действия как *когнификация* и *вариантизация задачи* (из блока «оценка задачи исследования») должны быть выполнены при реализации второго этапа технологии НИР – *определение состояния решения поставленной проблемы*.

### **4.3. Определение состояния решения исследовательской задачи**

Для выполнения этого этапа необходимо получить исчерпывающую информацию об исследовательской задаче. Информацию можно получить различными способами, главный из которых – информационный поиск. *Информационный поиск* может быть *систематическим* и *тематическим*. Систематический поиск предполагает постоянную работу с заранее отобранными периодическими изданиями, извлечение из них информации по профилю выполняемых исследований. Тематический поиск означает ретроспективное и текущее исследование мировых источников информации, ее извлечение, отбор, свертывание и систематизацию. *Тематический поиск выполняется для конкретной темы.*

В процессе информационного поиска исследователь имеет дело с различными источниками информации. Информационные источники разделяются на первичные и вторичные, и информация соответственно также делится на *первичную* и *вторичную* [12].

К первичной информации относятся все виды исходных информационных материалов: монографии, статьи, диссертации, авторефераты, отчеты о выполненных исследованиях и прочая первичная информация, в. т. ч. представленная в сети Интернет.

Вторичная информация представлена справочно-библиографической литературой: библиографические указатели, реферативные журналы и сборники, библиотечные каталоги, машинные информационные базы и т.п.

*Информационный поиск следует начинать с вторичной информации, так как она включает в себя сведения об источниках первичной информации.*

Для ведения систематического поиска в области **экономики, организации и управления** можно порекомендовать следующие периодические издания (отечественные): газеты: «Экономика и жизнь», «Бизнес, банки, биржи», «Коммерсантъ», «Рабочая трибуна»,

«Менеджер», «Инженерная газета», «Поиск», «Деловое обозрение», «Акционер»; журналы: «Вопросы экономики», «Экономист», «ЭКО», «Экономические науки», «Проблемы теории и практики управления», «Мировая экономика и международные отношения», «Внешняя торговля», «Деньги», «Эксперт», экономико-управленческие разделы журналов «Машиностроитель», «ИТР», «Техника машиностроения», «Вестник машиностроения», «Автомобильная промышленность» и другие.

Тематический поиск для экономико-управленческой области необходимо вести по вторичным информационным материалам. Можно порекомендовать следующие [12]:

*Библиографические указатели:* «Экономика»: М:ИНИОН (Институт научной информации общественных наук); «Науковедение»: М:ИНИОН;

*Реферативные журналы и сборники:* «Экономика промышленности» М.:ВИНИТИ (Всероссийский институт научной и технической информации); «Организация управления» М.:ВИНИТИ; «Общественные науки за рубежом»: Серия «Науковедение» М.:ИНИОН; Сборник рефератов НИР. Серия 18: «Демография. Экономика. Экономические науки. Внешняя торговля. Организация и управление. Статистика. М.: ВНИИЦ (Всероссийский научно-технический информационный центр).

*Сетевые поисковые провайдеры:* Rambler, Yandex, Mail и многие другие.

Выполнив информационный поиск, исследователь формирует *первичных информационных источников*, которые он должен проработать для того, чтобы получить представление о состоянии решения проблемы.

Работа с литературой также «регламентируется» рядом требования. Прежде всего, необходимо произвести внешний осмотр источника информации. Если это книга, то необходимо определить ее вид: если это *учебник* или *учебное пособие*, то там (скорее всего) содержатся устоявшиеся представления об объекте исследования, если это *научная монография*, то она содержит позицию автора и ее обоснование. Методические рекомендации содержат чаще всего обобщение

опыта, а сборник трудов - отдельные статьи, связанные общей тематикой. Обязательно следует прочитать аннотацию к книге (на оборотной стороне титульного листа, либо на листе с выходными данными), где указывается характер материала, представленного в книге, и его адресность. Содержание или оглавление книги также дает представление о ценности изложенного в ней материала. Затем книгу следует пролистать. Наличие таблиц, справочного и цифрового материала существенно повышает ценность книги как источника информации.

Далее следует прочитать в книге интересующие разделы. Страх перед «толщиной» книги необходимо отбросить. Если книга толстая, то это значит, что она написана не только для данного конкретного исследователя, а включает очень широкий круг вопросов. Исследователь должен суметь выбрать «свой» материал, интересующий его. Здесь весьма полезным будет читать быстро и ухватывать смысл целых абзацев. Для этого целесообразно усвоить навыки быстрого чтения.

Далее исследователь должен сделать выписки, уложить этот материал в структуру решаемой задачи или исследуемого объекта. Выписки могут быть сделаны как конспективно, так и дословно, в виде цитат. В последнем случае необходимо обязательно пометить, что это цитата и указать страницу источника цитаты. Необходимо четко выписать все реквизиты информационного источника в соответствии с ГОСТ 7.1 - 84 "Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления". Если просмотренная книга или статья заслуживает того, ее следует занести в личную картотеку исследователя с его краткой аннотацией о содержании информационного источника.

В результате выполнения второго этапа научного исследования исследователь должен иметь исчерпывающие данные о состоянии решения научной задачи и определить, в каком направлении ему самому двигаться. Иными словами, исследователь должен иметь *план исследования*.

#### **4.4. Этап теоретического исследования**

На данном этапе происходит теоретическое осмысление объекта исследования, которое заключается в изучении объекта в статике и в динамике. Для осуществления этой операции исследователь должен владеть определенным инструментарием, позволяющим ему всесторонне изучить объект. Такой инструментарий представляют исследователю формальная и диалектическая логика [12].

**Формальная логика** обеспечивает непротиворечивость мышления.

1. Независимо от того, о чем идет речь, нельзя что-либо одновременно и утверждать и отрицать.
2. Нельзя принимать некоторые утверждения, не принимая вместе с тем все то, что вытекает из них.
3. Невозможное не является возможным, доказанное - сомнительным, обязательное - запрещенным и т.п.

Для того чтобы осуществить именно научное познание, одной формальной логики недостаточно. То, что формальная логика обеспечивает непротиворечивость мышления, является весьма важным фактором познавательного процесса. Однако формальная логика обеспечивает лишь формальную правильность того или иного вывода или утверждения. *Ложные мысли тоже могут быть формально правильными.* Для доказательства объективной правильности вывода или утверждения, для получения объективных представлений об изучаемом объекте, исследователь должен владеть диалектической логикой.

**Диалектическая логика** - это наука об основных формах и законах познающего мышления. Требования к диалектической логике, к непротиворечивому познанию определяются рядом принципов [12].

1. **Объективность рассмотрения:** познавая объект, исследователь должен брать его таким, какой он есть, без всяких субъективных добавлений. Исследователь не должен придерживаться лишь первоначальной гипотезы и пытаться подогнать

объект исследования под эту гипотезу, наделяя объект несвойственными ему качествами.

2. *Всесторонность рассмотрения*: изучаемый объект должен быть охвачен со всех сторон, должны быть выявлены и отражены его бесконечно многообразные стороны и связи. Только в том случае, если исследователь изучит связи и отношения явлений и объектов, которые он непосредственно воспринимает, он сможет познать другие явления и объекты, непосредственно им не воспринимаемые, и тем самым углубить процесс познания.
3. *Рассмотрение объекта в его движении и развитии*: это требование связано с движением, как атрибутом материи, формой ее существования. Изучая материальный объект или явление, исследователь обязан учитывать их *развитие, движение, изменения*. Только в том случае он получит полное представление об объекте. ***Все научные представления, теории, законы постоянно изменяются, развиваются и совершенствуются, как и те материальные явления, которые в них отражены.*** В противном случае эти теории, законы и представления превращаются в *догмы*.
4. *Единство исторического и логического*: познавая объект в его движении или развитии, исследователь должен проследить всю историю развития данного объекта от момента возникновения до современного состояния. Логика теоретического познания только тогда правильно отразит внутреннее содержание и закономерности развития объекта или явления, когда они рассматриваются с точки зрения их возникновения и исторического развития. В результате историческое обобщается, освобождается от случайных, несущественных черт и превращается в логическое знание об объекте или явлении.



5. *Рассмотрение вещи как единства борьбы противоположностей*: в каждом объекте сосредоточены противоположности (например, достоинства и недостатки). Подход к познанию объекта на основе вскрытия внутренних противоположностей позволяет более полно раскрыть его сущность, понять движущие силы развития объекта. Борьба противоположностей, заложенных в объекте или явлении, ведет к их саморазвитию и, изучая противоположности, исследователь приходит к выводу о закономерностях развития объекта под воздействием внутренних факторов.
6. *Принцип развития познания*: заключается в том, что в процессе познания исследователь не может достичь *абсолютную истину*, которая бы содержала исчерпывающие знания об объекте познания. Исследователь, в лучшем случае, приходит к абсолютному знанию об объекте постепенно (через множество относительных, неполных, частичных истин). В худшем случае – не достигает ее никогда. Сегодня существует мнение, что абсолютная истина недостижима, т.к. мир находится в постоянном изменении.
7. *Принцип диалектического отрицания*: новое в познании может возникнуть и развиваться только на основе старого. Отрицая устаревшие знания, исследователь должен удержать все положительное и перенести его в новое знание. Между старым и новым в процессе отрицания существует неразрывная связь. Часто старое остается частью нового. Данный принцип часто называют «отрицание отрицания».
8. *Принцип единства формы и содержания*: содержание, как совокупность внутренних элементов объекта, и форма, как внутренняя организация содержания, представляют собой единство противоположностей. Борьба между ними приводит

к уничтожению старой формы и ее замене формой, соответствующей новому содержанию. Этот процесс необходимо иметь в виду при исследовании любого объекта или явления.

9. *Принцип перехода количественных изменений в качественные*: дает возможность понять сам процесс движения объекта, вскрывает механизм превращения предметов в новое качество. Количественные изменения, накапливаясь, вызывают качественные изменения. Опираясь на этот принцип, исследователь может не только познать сущность, но и предсказать существование таких объектов и явлений, которых еще никто не наблюдал.

Вышеперечисленные принципы и закономерности познания могут стать своеобразными заповедями исследователя. Исследователь, руководствуясь этими «заповедями» сможет глубже проникнуть в сущность изучаемого объекта. Кроме перечисленных принципов исследователь должен использовать конкретные *методы и приемы теоретических построений*. Все эти методы можно условно разделить на 3 группы [12]:

- методы получения научных фактов;
- методы построения логических выводов;
- методы обобщения научных фактов.

### *Методы получения научных фактов.*

К ним относятся *наблюдение* и *эксперимент*. Наблюдение представляет собой элементарный познавательный процесс и определяется как целенаправленное, организованное, систематическое восприятие предметов и явлений внешнего мира. Научное наблюдение характеризуется связью с решением определенной теоретической задачи, отличается системностью, планомерным, организованным характером.

Особым видом наблюдения является *измерение*. В экономике наблюдением можно считать работу со статистическими материалами, а также получение экспертных данных.

Эксперимент характеризуется активным вмешательством исследователя в ход изучаемых процессов и явлений, в положение изучаемых объектов. В результате эксперимента подтверждается или опровергается теоретическое построение, а кроме того, исследователь может получить новые научные факты, которые требуют теоретического осмысления.

### ***Методы построения логических выводов.***

К этим методам относятся, прежде всего, *индукция*, *дедукция* и *традукция*. Эти методы являются формально логическими. Они подробно рассмотрены в п.2.2.1. данного пособия.

### ***Методы обобщения научных фактов.***

К числу этих методов можно отнести *анализ* и *синтез*. Анализ представляет собой разложение целого, сложного явления или объекта на его составные части, более простые и элементарные. Анализ выполняется исследователем с целью познания структуры изучаемого объекта, его отдельных сторон. Это позволяет исследователю глубже проникнуть в сущность изучаемого объекта. Анализ позволяет обобщить известные факты об объекте исследования.

Одной из разновидностей анализа можно считать *классификацию*. Классификация проводится с различными целями, но, прежде всего для того, чтобы представить себе *многообразие проявлений изучаемого объекта*. Классификация проводится по основаниям или признакам. Признаком классификации может быть какая-либо существенная значимая сторона или качество изучаемого объекта. Классификация выполняется чаще всего для структуризации какого-то множества объектов.

Синтез состоит в соединении, воспроизведении связей отдельных частей, элементов, сторон сложного явления и постижения целого в его единстве. Анализ и синтез тесно взаимосвязаны друг с другом. Без изучения *целого с помощью синтеза* нельзя понять частей, так как неясными остаются их функции в составе целого объекта. А без изучения *структуры целого с помощью анализа* невозможно понять этого целого.

### *Научные абстракции.*

В исследовании иногда используются научные абстракции. Примерами таких абстракций являются *идеализация* и *формализация*. *Идеализация* представляет построение идеального объекта, который служит эталоном, а его качества в реальной действительности недостижимы. *Формализация* - это представление и изучение какой-либо содержательной области знаний или объекта в виде формализованной системы или исчисления.

Теоретический этап научного исследования может включать в себя и поиск возможного решения исследуемой проблемы. Поэтому исследователь для выполнения этого этапа должен владеть *методами поиска новых идей и эффективных решений*.

### *Методы поиска эффективных решений.*

Метод поиска решений – это есть способ решения какой-либо поставленной задачи, включающий совокупность приемов мыслительной деятельности, а так же операции по сбору, анализу, обработке и хранению информации. Поиск решения может быть информационным и эвристическим.

Информационный поиск предполагает поиск готовых решений для конкретной задачи. Разновидностью информационного поиска является *патентный поиск* (поиск информации об изобретениях, решающих какую-либо техническую задачу). Эвристический поиск базируется на *эвристике – науке о творческом мышлении*, а также на психологии творчества, системном анализе, теории игр и др.

Методы эвристического поиска можно подразделить на две группы:

1. Методы ненаправленного (малоупорядоченного) поиска;
2. Методы направленного (упорядоченного) поиска.

К первой группе относятся:

- приемы технического творчества (аналогия, инверсия, эмпатия, идеализация);

- мозговой штурм;
- конференция идей;
- метод контрольных вопросов;
- метод гирлянд ассоциаций и фокальных объектов;
- синектика;
- некоторые элементы морфологического анализа и т.д.

В основе второй группы лежит научно обоснованный алгоритм творческого процесса, включающий этапы, шаги и процедуры. Алгоритм творческого процесса реализуется путем выполнения следующих друг за другом рекомендаций-предписаний: сделай первое и второе, если получен такой-то результат, то сделай третье, иначе четвертое и т.д.

К ним относятся:

- некоторые разновидности морфологического анализа (например, десятичные матрицы поиска);
- метод АРИЗ (*алгоритмы решения изобретательских задач на основе теории решения изобретательских задач - ТРИЗ*);
- библиотека эвристических примеров:
  - а) фонд эвристических приемов разрешения технических противоречий;
  - б) персональные фонды эвристических приемов (фонды отдельных специалистов ФСА с учетом особенностей своей деятельности).

Ниже представлены некоторые методы эвристического поиска эффективных решений.

*Метод аналогии* предусматривает использование подобного известного решения, «предсказанного», например, технической, экономической или художественной литературой, произведением изобразительного искусства или «подсмотренного» в природе.

*Методу инверсии* (от лат. *inversio* – переворачивание, перестановка) присущи такие подходы к решению задачи: перевернуть «вверх ногами», поменять местами и т.д. Этот

прием предполагает решение проблемы или задачи с использованием противоположного взгляда на эту проблему или задачу. Исследователь старается взглянуть на проблему с противоположной стороны так, как до сих пор ее не пытались решать другие исследователи. Например, необходимо исследовать проблему *повышения эффективности литейного производства*. Используя метод инверсии, следует исследовать снижение эффективности данного производства. Позволяет акцентировать внимание исследователя на отрицательные стороны вопроса. Приучает к гибкости мышления.

*Метод эмпатии* означает отождествление себя с разрабатываемым предметом. При этом разработчик как бы ставит себя на место, например, детали процесса, машины или определенной прослойки населения и стремится ощутить все действия, которые над ним могут совершаться.

*Метод идеализации* связан с желанием получить представление об идеальном решении, полностью отвечающем поставленной цели. Рассмотрение идеального решения может натолкнуть на новую идею или точку зрения. Используется как метод научной абстракции.

*Мозговой штурм (брейнсторминг)* – наиболее известный и широко применяемый метод генерирования новых идей путем творческого сотрудничества группы специалистов. Метод позволяет за небольшое время сгенерировать большое количество идей для решения конкретной задачи. Мозговая атака предполагает наличие строго формализованной процедуры. На первом этапе формируется *группа экспертов* и *группа анализа*. Затем группа анализа составляет проблемную записку, где определяются проблема и используемые до сих пор пути ее решения. Затем происходит сеанс генерирования идей, когда эксперты свободно высказывают идеи по решению данной проблемы. Его правила:

- 1) Количество предпочтительней качества. Выслушиваться должны все спонтанные высказывания, мысли в том виде, в котором они возникают у членов группы. Для этого необходимо мысленно освободиться от самой проблемы. Фантазия членов не ограничивается, каждый имеет

право шутить. Идеи подаются, записываются, но не обсуждаются.

- 2) Осуждающие, критикующие фразы запрещены. Иначе снижается эффективность штурма (подачи идей).
- 3) Изъяснение краткое.
- 4) Длительность сеанса подачи идей от 20 до 45 минут.
- 5) Оценка предложений осуществляется после окончания брейнсторминга.

Существуют несколько модификаций «мозгового штурма»:

а) Индивидуальный «мозговой штурм» (те же правила, но проводится одним специалистом.

б) Массовый «мозговой штурм» проводится участниками сессий – массовой, до нескольких сот человек, аудиторией решающих какую-либо сложную задачу.

в) Письменный мозговой штурм применяется, когда нет возможности собрать специалистов в одном месте.

г) Обратный мозговой штурм отличается от предыдущего тем, что большое внимание уделяется критике. Он эффективен при решении не слишком сложных задач.

*Конференция идей* – одна из разновидностей коллективного творчества. От мозгового штурма отличается темпом проведения совещания (быстрее) и опущением доброжелательной критики, в форме реплик, комплиментов. К конференции идей привлекаются руководители и рядовые сотрудники, лица, постоянно имеющие дело с данной проблемой, и новички, которые часто выдвигают свои идеи. На «конференции идей» председатель – равный среди равных. Известны разновидности конференций идей – «*дискуссия 66*» и «*метод 635*».

«Дискуссия 66» представляет разбиение больших по составу творческих коллективов на мелкие дискуссионные группы по 6 человек, которые в течении шести минут проводят мини-конференции по четко сформулированной проблеме (6 минут - это ориентировочная продолжительность конференции).

«Метод 635» (вариант 1). Четко сформированную проблему записывают на специальные бланки и предлагают

каждому из шести членов созданной творческой группы. После небольшой подготовки каждый работник, получивший бланк в течение 5 минут должен записать не менее трех вариантов решения проблемы (всего 18 идей).

«Метод 635» (вариант 2). Шесть участников группы записывают поочередно на одном листке 3 свои идеи. Эта процедура повторяется пять раз (всего 90 идей).

*Методы ассоциаций и аналогий:* предполагают активизацию ассоциативного мышления человека. К этим методам относятся *метод фокальных объектов* и *метод гирлянд случайностей и ассоциаций*.

Сущность метода фокальных объектов заключается в перенесении признаков случайно выбранных объектов на совершенствуемый объект, он как бы лежит в фокусе переноса и поэтому называется фокальным. Порядок метода выбирается фокальный объект и устанавливается цель его совершенствования (например, требуется предложить часы с оригинальной конструкцией циферблата).

- 1) выбираются 3-4 случайных объекта (произвольно, либо с каталога, например, *кино, змея, касса, космос*);
- 2) составляются списки признаков случайных объектов (например, *кино широкоэкранный, звуковое, объемное* и т.д.);
- 3) присоединяются признаки случайных объектов к фокальному объекту и генерируются новые идеи (*часы широкоэкранные, звуковые, объемные* и т.д.)
- 4) полученные сочетания развиваются путем свободных ассоциаций (например, «широкоэкранные часы»: вместо узкого циферблата взят широкий; может узкий циферблат, который способен растягиваться в широкий, проектируется во что-то и т.д.);
- 5) продумываются принципиальные решения, взвешиваются полученные варианты и отбираются наиболее эффективные решения (обычно это выполняется экспертным путем).



Развитием метода фокальных объектов является *метод гирлянд случайностей и ассоциаций*. Метод реализуется в такой последовательности.

1. Определение синонимов объекта. Например: необходимо предложить оригинальные и полезные модификации стульев для расширения ассортимента мебельной фабрики. Определяем синонимы для слова стул. Получали первую гирлянду синонимов: *стул - кресло - табурет - пуф - скамейка*.
2. Произвольный выбор случайных объектов. Из взятых наугад слов образуется вторая гирлянда: *электролампочка - решетка - карман - кольцо – цветок - пляж*.
3. Образование комбинаций из элементов гирлянд синонимов и случайных объектов. Для этого каждый синоним соединяют с каждым случайным объектом. Например, *стул с лампочкой, решетчатый стул, стул с карманами, табурет для цветов*.
4. Составление перечня признаков каждого случайного объекта. Например, признаки объекта «электролампочка»: *стеклянная, свето- и теплоизлучающая, колбообразная, с цоколем, с электроконтактами, матовая, цветная*. Признаки объекта «решетка»: *металлическая, пластмассовая, плетенная, сварная, кованая, гибкая* и т.д.
5. Генерирование идей путем поочередного присоединения к совершенствуемому объекту и его синонимам признаков случайно выбранных объектов. Например, с признаками «электролампочки»: *стеклянный стул, теплоизолирующее кресло, колбообразный пуф, прозрачное кресло, табурет с цоколем* и т.д. Аналогично получают новые идеи конструкции и с признаками других случайных объектов (*решетчатый стул, плетеный стул*).
6. Генерирование гирлянд ассоциаций. Поочередно из признаков случайных объектов, выявленных на

шаге 4, генерируются гирлянды ассоциаций. Например, если рассмотреть признак «с цоколем»: *цоколь – дом - крыша - кирпич - пористый - губка - моющее средство - порошок - пена - пузырь - воздух - кислород - окислы - металл - звон - звук - колебания* и т.д.

7. Генерирование новых идей. К элементам гирлянды синонимов совершенствуемого объекта присоединяют элементы гирлянд ассоциаций. Тогда образуются такие варианты: *кресло в виде пузыря; стул из пористого металла; пуф, наполненный воздухом* и т.д.
8. Выбор альтернатив. Продолжать генерирование гирлянд синонимов или остановиться, т.к. их стало достаточное количество.
9. Оценка и выбор рациональных вариантов идей (осуществимые и разумные варианты).
10. Отбор оптимального решения (методом экспертных оценок).

Вышерассмотренные методы ассоциаций и аналогий позволяет быстро найти идеи новых решений, расширить ассортимент товара.

*Синектика* – комплексный метод стимулирования творческой деятельности, использующий приемы и принципы как «мозгового штурма», так и метода аналогий и ассоциаций.

В основе метода лежит поиск нужного решения за счет преодоления психологической инерции, состоящей в стремлении решить проблему традиционным путем.

Рекомендуется, чтобы члены синектической группы, кроме ее руководителя, перед началом работы не знали сути рассматриваемой проблемы, что позволяет им абстрагироваться от привычного стереотипа мышления. Например, необходимо найти способ сверления отверстий в условиях невесомости. Чтобы дать участникам заседания представления о специфических условиях этого процесса, на нитке подвешивают кусок пенопласта и присутствующим предлагают просверлить в нем отверстие обычной дрелью.

Убедившись, что этого сделать нельзя, участники получают импульс для поиска необычных способов сверления, пригодных для условия невесомости (например, прожигание раскаленным стержнем, лазерным лучом).

*Метод контрольных вопросов.*

Применяется для психологической активизации творческого процесса. Сущность его заключается в подведении решения задачи с помощью наводящих вопросов. Обычно при этом (для сферы изобретательства) используют готовые вопросники, составленные А.Осборном (США), Э.Раудзенем, Т.Эйлоартом, Д.Пойлем (США), Г.Я.Бушем (Россия).

*Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)* – эвристический метод решения технических задач, ориентированный на идеальный ответ, максимальное использование имеющихся ресурсов, переход от технических к физическим противоречиям. В основе ТРИЗ лежит представление о закономерном развитии технических систем. Материалом для вовлечения конкретных закономерностей является патентный фонд, содержащий описание миллионов изобретений. Данная теория разработана инженером Г.С.Альтшуллером. Работа по ее созданию началась в нашей стране в 1946г. Первые публикации относятся к 1956г., первая книга по ТРИЗ появилась в 1961г. На базе ТРИЗ создан ряд алгоритмов решения изобретательских задач АРИЗ (АРИЗ 77, АРИЗ 85). Это целая наука. Ее первичная область применения – *технические системы*, а вторичная – экономико-управленческие, которые имеют непосредственную связь с производственно-техническими системами.

*Морфологический анализ* - метод поиска вариантов решения проблемы на основе анализа ее структуры. Решение проблемы, как правило, зависти от каких-то параметров. Например, если исследователь пытается создать различные организационные формы (например, решая задачу организации производства) то ему необходимо представить себе параметры, которые определяют организационную форму. Например,

такими параметрами могут быть: *уровень подчиненности, форма собственности, сложность структуры* и т.п. Эти параметры могут принимать различные значения: уровень может быть от правительства до независимой фирмы; форма собственности может быть государственной, муниципальной, коллективной, частной и т.п.; сложность структуры также может быть задана различными значениями: предприятие, компания, ассоциация и т.п. Для решения проблемы составляется матрица. В нашем случае она будет иметь следующий вид:

Таблица 4.1

Пример морфологической матрицы [12]

Параметры	Значения параметров			
уровень подчиненности	правительственная организация	региональная организация	ведомственная организация	независимая организация
форма собственности	государственная	коллективная	частная	муниципальная
.....	.....	.....	.....	.....
сложность структуры	предприятие	компания	ассоциация	концерн

Эта матрица дает возможность сформировать различные варианты организационных форм путем различных значений параметров. Так, например, 1) *ассоциация государственных организаций правительственного назначения*; 2) *независимое предприятие с коллективной собственностью* и т.п. Таким образом, можно получить, используя эту матрицу, множество вариантов.

Теоретический этап научного исследования заканчивается построением *теоретической модели* изучаемого объекта или явления.

1. *Определение основных понятий, характеризующих объект исследования.* Определения должны быть по возможности краткими и максимально емкими, характеризовать явление или объект со всех сторон, особо подчеркивать его основные черты, его сущность. Определение должно быть соразмерным, то есть объем определяемого понятия должен быть равен

объему определяющего понятия. Определение не должно заключать в себе круга или тавтологии. *Тавтология* - это определение, в котором определяющее представляет собой простое повторение того, что мыслится в определяемом. Определение не должно быть только отрицательным, то есть не должно быть определение объекта только через отрицание не присущих ему качеств или свойств. Например, определение типа: «Рыночная экономика - это экономика, развивающаяся не на основе плана». Определение должно обладать ясностью, то есть в нем не должно быть двусмысленности (слов типа: «в основном», «по-видимому», «наверное» и т.п.).

2. *Подготовка гипотез относительно объекта исследования.* Для подготовки гипотез относительно объекта исследования необходимо, прежде всего, проследить основные этапы развития изучаемого объекта. Необходимо также постараться раскрыть внутреннюю противоречивость объекта, найти в нем противоположные стороны. Это дает возможность понять механизм саморазвития исследуемого объекта, лучше и полнее выявить его взаимосвязи. Этот элемент теоретической модели требует использования принципов диалектической логики, а также методов познания: наблюдение (ознакомление со статистическими данными), анализ и синтез, индукция и дедукция, идеализация.
3. *Построение гипотез относительно объекта исследования.* Первоначально необходимо выявить *факторы*, влияющие на объект исследования. Факторы выявляются на основе анализа взаимосвязей объекта и его внутренних противоположностей. Далее факторы классифицируются, и эта классификация является очень важным элементом всего научного исследования, а часто - *самостоятельным научным результатом*. Затем гипотетически устанавливаются степень и характер влияния факторов на объект

исследования. Определяются более или менее влияющие факторы. Здесь могут использоваться такие методы, как анализ и синтез, экспертиза.

4. Следующий шаг в построении теоретической модели - *формирование идей решения научной проблемы (задачи)*. Этот этап выполняется только тогда, когда данная цель предусматривается планом исследования. Поиск идей решения проблемы - наиболее «творческий» элемент научного исследования. Здесь проявляется в полной мере исследовательские, творческие качества научного работника. В процессе поиска идей решения проблемы могут использоваться все вышерассмотренные эвристические методы.
5. *Окончательное формирование теоретической модели*. Теоретическая модель должна быть четко сформулирована и логически выстроена. В случае, когда речь идет об исследованиях в области экономики, организации и управления, теоретическая модель может иметь вид [12]:
  - концепции;
  - методического подхода;
  - методических рекомендаций;
  - регрессионной модели общего вида;
  - методики;
  - системы показателей;
  - структуры хозяйственной единицы;
  - описания системы экономических отношений;
  - механизма;
  - инструментария.

#### ***4.5. Этап экспериментального исследования***

Построенная на предыдущем этапе теоретическая модель должна пройти экспериментальную проверку, по результатам которой она либо будет признана истинной, либо

отвергнута. В экономических и организационно-управленческих исследованиях выполнение экспериментального этапа представляет собой определенную сложность по сравнению с естественными науками. Это связано с тем, что в экономических и организационно-управленческих исследованиях нельзя экспериментировать с самими объектами исследования (коллективы, предприятия, организации, народное хозяйство регионов, страны и т.п.) или это только под силу высшим структурам (государству, руководству концерна, предприятия), т.к. очень накладно, трудоемко и инертно. Разработки и рекомендации ученых-экономистов очень трудно проверить экспериментально, их экспериментальная проверка затруднительна. В ряде случаев такая экспериментальная проверка все-таки возможна.

Если исследователь разработал методику расчета каких-либо показателей или определил зависимость одних экономических явлений от других, он может в качестве экспериментальной проверки провести ретроспективный расчет (за ряд предшествующих лет) и посмотреть сходимость результатов расчета с фактическими значениями. Если объект исследования невелик по масштабам (например, группа, бригада, сектор, цех), исследователь может выполнить пробное внедрение своих теоретических разработок, то есть провести эксперимент в чистом виде. Наконец, исследователь может провести апробацию своих научных результатов. *Апробация* может быть проведена в виде выступления исследователя на научном семинаре, конференции, симпозиуме. В этом случае научные результаты выносятся на суд научной общественности непосредственно. Исследователь может в результате дискуссии внести коррективы или отстоять свою позицию.

Апробация научных результатов может быть проведена в виде получения отзыва от ведущего специалиста в данной области или от организации, которая выполняет исследование в данном научном направлении. Апробация научных результатов может быть проведена в виде их публикации в научной литературе. В этом случае исследователь должен ждать отклика коллег в виде цитирования своей статьи или работы в научной литературе [12].

После экспериментальной проверки научных результатов они должны быть оформлены в виде научного отчета [12].

#### **4.6. Требования к содержанию и оформлению отчета о НИР**

Научный отчет оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления». Отчет о НИР должен содержать [6]:

- титульный лист;
- список исполнителей (если работу выполняли 2 и более исследователей);
- реферат;
- содержание;
- нормативные ссылки;
- определения;
- обозначения и сокращения;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Реферат должен содержать:

— сведения об объеме отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве частей отчета, количестве использованных источников;

— перечень ключевых слов (от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста отчета, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание);

— текст реферата (объект исследования; цель работы; метод или методология проведения; результаты работы; степень внедрения; область применения и т.п.).

Объем реферата - 1200-2000 знаков (в пределах одной страницы).



Содержание включает наименование всех разделов, подразделов и пунктов (если они имеют наименование) с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материалов разделов (подразделов, пунктов). В отчете объемом менее 10 страниц содержание необязательно.

Структурный элемент «Определения» содержат определения, необходимые для уточнения или установления терминов, используемых в НИР. Перечень определений начинают со слов: «В настоящем отчете о НИР применяют следующие термины с соответствующими определениями».

Структурный элемент «Обозначения и сокращения» содержат перечень обозначений и сокращений, применяемых в данном отчете о НИР. Запись обозначений и сокращений проводят в порядке приведения их в тексте отчета с необходимой расшифровкой и пояснениями. Допускается определения, обозначения и сокращения приводить в одном структурном элементе «Определения, обозначения и сокращения».

Во введении кратко обосновывается актуальность темы, дается оценка современного состояния решаемой научно-технической проблемы, основание, исходные данные для разработки темы, а также излагается цель работы и задачи для ее достижения.

В основной части отчета о НИР должны быть отражены следующие этапы научно-исследовательской работы:

- выбор направления исследований (построение задач исследования);
- определение состояния решения поставленной задачи;
- теоретические и (или) экспериментальные исследования;
- обобщение и оценка результатов исследований.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполненной НИР, предложения по их использованию, народно-хозяйственную, научную, социальную ценность результатов работы, а так же новизну и практическую значимость ее. Заключение в себя вбирает все выводы после

каждого раздела (главы). В приложении 1 данного пособия представлена примерная структура НИР (кандидатской диссертации) с указанием того, что должно быть написано в том или ином разделе, подразделе, пункте (выделено курсивом).

Список использованных источников должен содержать перечень литературы, использованной при выполнении исследования. Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа.

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа. В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

При изложении материалов основной части отчета следует соблюдать некоторые требования к стилю изложения. В научном отчете следует применять безличную форму глаголов (*«получены следующие результаты...», «...наблюдается некоторое отклонение от первоначальной посылки..», «как уже указывалось, эти факторы имеют решающее значение..»*). Не допускается изложение отчета от первого лица. В применении терминов должно соблюдаться единообразие на протяжении

всего отчета. Вновь вводимые термины должны быть объяснены. После того, как текст отчета или отдельного раздела написан, полезно отложить его на несколько дней, чтобы он «вылежался». Затем автор вновь прочитывает и правит текст. Свежий взгляд на текст после некоторого перерыва позволяет заметить ошибки, редакционные неточности и существенно улучшить качество текста.

Изложение текста и оформление отчета выполняют в соответствии с требованиями настоящего стандарта, ГОСТ 2.105 и ГОСТ 6.38. Страницы текста отчета о НИР и включенные в отчет иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4.

Ниже представлены основные необходимые данные (из вышеуказанных ГОСТов) для оформления отчета о НИР.

Отчет о НИР должен быть выполнен любым печатным способом на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков — не менее 1,8 мм (кегель не менее 12). Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое — 10 мм, верхнее — 20 мм, левое и нижнее — 20 мм. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки отчета, допускается исправлять подчисткой или закрасиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью — рукописным способом. В отчете следует использовать только принятые сокращения русских слов и словосочетаний по ГОСТ 7.12-77, например, т.е.; т.к.; т.д. и другие.

Наименования структурных элементов отчета «Список исполнителей», «Реферат», «Содержание», «Нормативные ссылки», «Определения», «Обозначения и сокращения», «Введение», «Заключение», «Список использованных

источников» служат заголовками структурных элементов отчета. Основную часть отчета следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. При делении текста отчета на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений. Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с *абзацного отступа*. Номер подраздела или пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой. *После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят. Пример — 1.1, 1.2, 1.3 и т. д.* Номер пункта включает номер раздела, подраздела и порядковый номер пункта, разделенные точкой. *Пример — 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т. д.*

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Например,

## *1 Типы и основные размеры*

### *1.1*

### *1.2 Нумерация пунктов первого раздела документа*

### *1.3*

Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. *Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.* Титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляют. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц отчета. Иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в отчете. Допускается выполнение чертежей, графиков, диаграмм, схем посредством использования компьютерной печати.

Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». *Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки через тире.* Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, «Рисунок 1.1». Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, «Рисунок А.3». При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в отчете. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. *Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела.* В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. *Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире.* При переносе части таблицы на другой лист (страницу) указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1» без названия.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В. 1», если она приведена в приложении В.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не уместится в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения ( $\times$ ), деления (:). Причем знак в начале следующей строки повторяют. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы нумеруются в пределах всего отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. *Допускается нумерация формул в пределах раздела.* В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1). Формулы, помещаемые в приложениях, нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например формула (В.1).

Ссылки в тексте на источники допускается приводить в подстрочном примечании или указывать порядковый номер по списку источников, выделенных квадратными скобками.

#### Контрольные вопросы к разделу 4.

1. Что такое когнизация, финитизация, экспликация и конектизация задачи исследования?
2. Какие виды поиска информации знаете? Что такое вторичная литература и каковы ее источники?
3. Охарактеризуйте теоретический этап исследования. Что представляет собой метод гирлянд случайностей и ассоциаций?
4. Что значит поострить теоретическую модель исследования?
5. Что такое апробация научных результатов? Каковы ее особенности в области экономики и управления?

## 5. МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ СИСТЕМ

### 5.1. Концепция системно-синергетического подхода исследования

Что такое *системно-синергетический подход* (или *синергетический подход*)? Что такое эффект, получаемый при таком подходе и называемый *синергетическим*? Что такое «синергетика»?

**Синергетика** (греч. *synergetikos* – совместный, согласованно действующий) – область научных исследований, целью которых является выявление общих закономерностей в процессах образования, устойчивости и разрушения упорядоченных временных и пространственных структур в сложных неравновесных системах различной природы (физ., хим., биол., экол., эконом. и др.)<sup>1</sup>.

**Синергетика** – междисциплинарное направление исследования процессов *самоорганизации* в системах разной природы: естественных, искусственных, физических, биологических, экологических, социальных, технико-экономических, управленческих и т.д.

Сложность, нелинейность, динамика и качественная неоднородность факторов, влияющих на хозяйствующие субъекты, масштабы задач и их сложность, беспомощность традиционных подходов при их решении, нелинейная динамика глобальных трансформаций и трендов обозначают важную методологическую проблему в исследовании, которую может решить *системно-синергетический подход*.

Принципиальная картина синергетического подхода хорошо изложена в работе профессора Б.Л.Кузнецова «Введение в экономическую синергетику»<sup>2</sup>. С позиции данного подхода, который основан на *самоорганизации больших и*

---

<sup>1</sup> Физика//Большой энциклопедический словарь. М., 1998.С.686

<sup>2</sup> Кузнецов Б.Л. Введение в экономическую синергетику. Наб.Челны: Изд-во КамПИ, 1999, 304 с.

*сложноорганизованных систем*, данным системам нельзя навязывать пути их развития, лишь необходимо выявлять их тенденции. Категории «порядок» и «хаос» являются закономерными этапами развития системы. Хаос находится на одном уровне с порядком и является творческой силой (способностью) рождать новый порядок в системе. При чем это рождение несет в себе спонтанный, а не организованный с внешней среды характер.

*Синергетический эффект в системе* – это «прорывной» или «взрывной» эффект, наблюдаемый при нарушении устоявшихся закономерностей в эволюции. *Синергетический эффект* – это эффект революционный, при котором происходит появление пространственно-временного порядка нового качества. *Синергетический эффект* – это эффект согласованной деятельности подсистем в системе, функционирующих в условиях неравновесности, необратимости и нелинейности [15]. Проиллюстрируем модель «взрывного» эффекта на гипотетическом предположении нарушения третьего закона Ньютона. Как известно, его сущность отражается в следующем: *сила действия равна по модулю силе противодействия и противоположна по направлению*. Под действием этого закона существуют устойчивые в пространстве и во времени системы (стоит дом, висит люстра в комнате, сидит человек на стуле, гимнаст висит на перекладине и т.п.). Если сила действия  $F$  больше по модулю чем сила противодействия ( $-F$ ) в определенный момент времени, то происходит качественное изменение состояния системы, «движение» или осуществляется эффект, причем «взрывной». Представьте, что ломаются ножки стула или одна ножка (в данном случае под силой воздействия подразумевается сила тяжести). Человек падает, «движется» вниз (налицо «скачкообразный» эффект, причем *отрицательный*). Аналогично рушится дом при оползне почвы. Ведь в обоих этих случаях на мгновение нарушается третий закон Ньютона в пределах конструкции стула и дома соответственно.

Если, наоборот, сила противодействия ( $-F$ ) больше чем сила действия ( $F$ ) в определенный момент времени, то человек и дом в наших примерах должны будут приобрести еще одну



степень свободы, подняться вверх, «взлететь». Эффект колоссальный, «скачкообразный», «прорывной», даже фантастический в прямом смысле слова и *положительный*. Такой случай в жизни пока трудно представить, возможно, его еще долго не будет, т.к. вопрос положительной синергии в данных неорганических системах не изучен (да и не было необходимости в этом), в отличие от положительной синергии твердотельного лазера Германа Хакена и раствора Белоусова-Жаботинского (тоже неорганических систем).

Для того, что бы лучше понять в какое время человечество живет, в каких условиях находится предприятие, необходимо их более детальное рассмотрение. Автор представляет следующие *объективные условия внешней и внутренней среды предприятия*, накладываемые на его деятельность [15]:

1. *Условие открытости* системы деятельности предприятия (в т.ч. системы планирования) к внешней среде. Только в условиях отсутствия замкнутости предприятие может совершенствоваться причем «скачкообразно», генерируя прорывной эффект развития.

2. *Условие протекания неравновесных процессов во взаимодействии с окружающей средой* и, как следствие, между подсистемами внутренней среды (вытекает из первого условия). Для синергетического (прорывного) развития предприятия необходимы «*возмущенные*» *состояния подсистем* его деятельности, т.е. процессы, протекающие на предприятии должны быть *неравновесными*. Состояние этих процессов характеризуется неоднородностью их макроскопических свойств и характеристик в частях процессов. Для процесса планирования под неоднородностью его макроскопических свойств следует подразумевать, например: *сжатые временные сроки в сочетании с требованиями высокой детализации плановых решений; сочетание стратегических плановых решений с оперативной деятельностью предприятия; отказ крупного поставщика сырья от выполнения своих функций и прочие форс-мажорные обстоятельства*. Т.е. все то, что выводит систему из равновесия или плавного течения обстоятельств. В отличие от неравновесного равновесный

процесс протекает очень медленно через ряд бесконечно близких друг другу равновесных состояний (что на 100% характерно для закрытых систем), не способствующих развитию системы. Энтропия (мера беспорядка, дезорганизации, приводящая в конечном итоге к новому порядку нового качества) в этом случае остается неизменной и характеризует отсутствие качественного изменения в системе («скачкообразного» эффекта в деятельности предприятия).

3. Процессы взаимодействия системы деятельности предприятия с внешней средой протекают *в одном направлении с приращением энтропии*, приводящем к созданию хаоса, а затем нового порядка. Т.е. процессы взаимодействия с внешней средой – это процессы *необратимые*, которые можно описать лишь с помощью *нелинейных* дифференциальных уравнений, т.к. свойства этих систем зависят от их состояния. Правда этот пространственно-временной порядок нового качества может быть как отрицательным (с точки зрения получаемого результата), так и положительным.

4. Процессы воздействия внешней среды на деятельность предприятия – это процессы *кинематические* и *ускоренные*, с одной стороны. А с другой, *динамические* или усиленные. Сегодня за определенный промежуток времени происходит больше качественных изменений, чем за такой же промежуток, например, в средние века, или даже в эпоху Нового времени (эпоху промышленных революций). Все это подчеркивает скоростные характеристики изменений. Причем изменения эти наращивают свои темпы, обладают ускоренным характером (например, рациональный экономический цикл жизни машин и технологий (ЭЦЖМиТ) сегодня составляет 4-6 лет, а для микропроцессорных и электронных машин и технологий - 2 года, и имеет тенденцию к уменьшению) Последствия не учета факторов внешней среды в своей деятельности оборачиваются амплитудными и сильными воздействиями на деятельность хозяйствующего субъекта, вплоть до несостоятельности выполнения своих функций, т.е. имеет место динамичность воздействия.

5. Отсутствие *восприимчивости внутренней среды предприятия к изменениям ее внешней среды*. Зачастую

внутренняя среда бывает не готовой к восприятию изменений внешней среды. Не потому, что ее изменения достали предприятие врасплох, а потому, что *системообразующие элементы предприятия* (персонал, менеджмент), не хотят менять свою деятельность, до конца не понимая последствий этого. Да трудно найти желающих менять свою систему существования или деятельности в сторону создания метастабильности или даже нестабильности, в сторону создания неравновесных условий, вызывающих на первом этапе создания нового пространственного-временного порядка как хаос. Но для того, чтобы достичь колоссального эффекта («прорывного») – это необходимое условие, но недостаточное. Недостаточное, потому что сделать попытку создать новый порядок может и лицо, действующее не системно (не вооруженное новыми технологиями, не видящее конечных результатов, к которым надо стремиться). Тогда это действие может привести к обратному к отрицательному синергетическому эффекту, к «взрывному».

Концепция системно-синергетического подхода предполагает использование в системе между входом в нее и выходом *обратной положительной связи*, которая «разгоняет» систему, «раскачивает» ее, приводит в еще большее неравновесное состояние, которое называется точкой бифуркации. В этой точке у системы бывает два пути: «прорваться» вверх (положительный синергетический эффект) и или «упасть» вниз (отрицательный синергетический эффект). В обоих случаях система занимает *новую траекторию развития*. При этом предполагается, что у системы потенциально существует и функционирует *отрицательная обратная связь*, приводящая систему в состояние равновесия, на преднюю эволюционно-равновесную траекторию развития.

Любой экономико-управленческий объект исследования должен сегодня рассматриваться в аспекте системно-синергетического подхода. Это уже не предположение, а объективная реальность, подтвержденная реальными трудами известных специалистов в данной области: Курдюмовым С.П., Малинецким Г.Г., Кузнецовым Б.Л., Князевой Е.Н., Чернавским Д.С., Майнцер Клаус и многими другими исследователями.

## **5.2 Моделирование и экономико-математические модели**

### **5.2.1 Сущность моделирования. Виды экономико-математических методов**

Существует два подхода к решению проблемы. Первый - это пробовать что-то делать и в зависимости от того, что будет получаться, планировать следующие действия. Этот метод в быту называют методом проб и ошибок. А второй метод - это моделирование.

**Моделирование** - изучение свойств и характеристик различного рода процессов или объектов посредством исследования их искусственных или естественных аналогов (моделей).

**Модель** - это такой материальный или мысленно представленный объект, который в процессе исследования замещает объект оригинал так, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте-оригинале.

Необходимость использования метода моделирования определяется тем, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать или вовсе невозможно (ядро Земли, глубина Вселенной), либо еще реально не существует (будущее состояние экономики, будущие потребности общества и т.п.), или же это исследование требует много времени и средств.

Процесс моделирования включает три элемента [3]:

- 1) субъект (исследователь);
- 2) объект исследования;
- 3) модель, опосредствующую отношение познающего субъекта и познаваемого объекта.

Сущность процесса моделирования схематически изображена на рис. 5.1.



Рис.5.1. Схема цикла моделирования

Этап I - построение модели.

Этап II - изучение модели.

Этап III - перенос знаний с модели на оригинал.

Этап IV - проверка и применение знаний.

Все множество моделей принято делить на два больших класса: *модели материальные (предметные)* и *модели идеальные (мысленные)*. Первые воплощены в каких-либо материальных объектах, имеющих естественное или искусственное происхождение (отобранные в природе или созданные человеком для целей исследования); вторые являются продуктом человеческого мышления; операции с такими моделями осуществляются в сознании человека.

В классе материальных (предметных) моделей наиболее характерны *физические модели*. Они представляют собой материальные объекты той же природы что и объект-оригинал (например, модель плавильного агрегата, который изготавливается из того же материала, но в наименьших размерах, для изучения, например, термических процессов; модель автомобиля, изготовленная из фанеры для исследования обтекаемости является предметной, но не физической). Физическое моделирование особенно распространено в технических науках.

В экономике возможности физического моделирования (экспериментирования на реальных объектах) принципиально ограничены. Это объясняется целым рядом причин: изучение отдельных частей народного хозяйства не может дать полного и

правильного представления об экономической системе в целом, трудно смоделировать внешние воздействия на экономический объект. Наконец, проведение крупных реальных экспериментов требует больших затрат (ресурсов и времени) и связано с существенным риском.

Класс идеальных (мысленных) моделей объединяет довольно разнообразные модели, различающиеся, прежде всего по степени формализации действительности. В научном познании основным видом идеальных моделей являются знаковые модели, использующие определенный формализованный язык. В свою очередь важнейшим видом знаковых моделей являются *логико-математические модели*, которые выражаются на языке математики и логики [3].

В экономическом исследовании (анализе) используются главным образом математические модели, описывающие изучаемое явление или процесс с помощью уравнений, неравенств, функций и других математических средств.

Математическое моделирование дает возможность получить четкое представление об исследуемом объекте, охарактеризовать и количественно описать его внутреннюю структуру и внешние связи. *Модель - условный образ объекта исследования, который конструируется субъектом исследования (исследователем) так, чтобы отобразить характеристики объекта - свойства, взаимосвязи, структурные и функциональные параметры и т.п., существенные для цели исследования.*

Содержание метода моделирования составляют: конструирование модели на основе предварительного изучения объекта и выделения его существенных характеристик; экспериментальный или теоретический анализ модели; сопоставление результатов с данными объекта; корректировка модели.

Для совершенствования экономико-управленческих объектов и повышения эффективности их исследования необходимо использовать ниже перечисленные разработанные методы. На рис. 5.2 представлена укрупненная схема основных *математических методов исследования.*

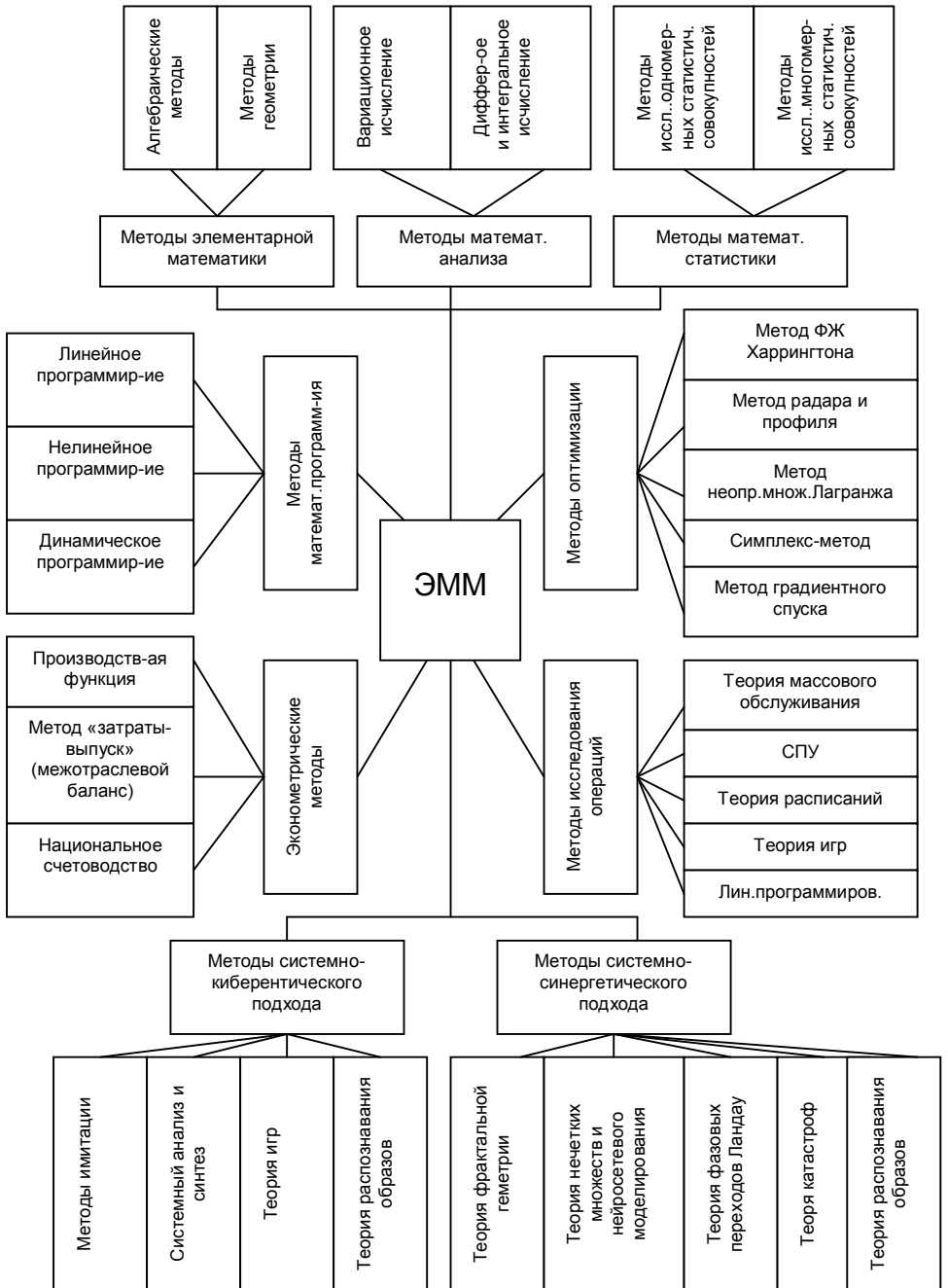


Рис. 5.2. Экономико-математические методы исследования

Признаки классификации экономико-математических методов в схеме в значительной мере условны. Например, задачи управления запасами могут решаться методами *математического программирования* и с применением *теории массового обслуживания*. Сетевое планирование и управление (СУП) может использовать самые различные математические методы.

Математическая модель объекта исследования (процесса, явления) включает как минимум две группы элементов:

- характеристики объекта, которые нужно определить (зависимые переменные, отклики), компоненты вектора  $Y$ ;
- характеристики внешних (по отношению к моделируемому объекту) изменяющихся условий, компоненты вектора  $X$ . Также объекты исследования могут включать совокупность внутренних параметров ( $A$ ), воздействующих на значение отклика.

Условия и параметры, описываемые  $X$  и  $A$ , рассматриваются как *экзогенные* (т.е. определяемые вне модели), а величины, составляющие вектор  $Y$ , - как *эндогенные* (т.е. определяемые с помощью модели)[3].

## 5.2.2. Классификация экономико-математических моделей

Математические модели экономических процессов и явлений более кратко можно назвать *экономико-математическими моделями (ЭММ)*. Экономико-математическая модель должна быть адекватной действительности, отражать существенные стороны и связи изучаемого объекта. Процесс моделирования можно условно подразделить на три этапа:

- анализ теоретических закономерностей, свойственных изучаемому явлению или процессу, и эмпирических



данных о его структуре и особенностях; на основе такого анализа формируются модели;

- определение методов, с помощью которых можно решить задачу;
- анализ полученных результатов.

Для классификации ЭММ используются разные основания.

По целевому назначению экономико-математические модели делятся на [3]:

- *теоретико-аналитические*, используемые в исследованиях общих свойств и закономерностей экономических процессов;
- *прикладные*, применяемые в решении конкретных экономических задач (модели экономического анализа, прогнозирования, управления).

В соответствии с общей классификацией математических моделей они подразделяются на *функциональные* и *структурные*, а также включают промежуточные формы (*структурно-функциональные*).

Основная идея функциональных (*кибернетических*) моделей познание сущности объекта через важнейшие проявления этой сущности: деятельность, функционирование, поведение. Внутренняя структура при этом не изучается, а информация о структуре не используется. Образом объекта, изучаемого посредством функциональной модели, является «*черный ящик*» - объект, внутренняя структура которого совершенно не видна.

Структурные модели отражают внутреннюю организацию объекта: его основные части, внутренние параметры, их связи с «входом» ( $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ ) и выходом ( $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n$ ) и т.д. Наиболее распространены два вида структурной модели:

а) все неизвестные выражаются в виде функций от внешних условий и внутренних параметров объекта:

$$Y_i = f_i(A, X), i \in I;$$

б) неизвестные определяются совместно на основе системы соотношений  $i$ -го вида (уравнений, неравенств и т.д.):

$$f_i(A, X, Y) = 0, i \in I.$$

В исследованиях на народнохозяйственном уровне чаще применяются структурные (и структурно-функциональные) модели, поскольку для планирования и управления большое значение имеют взаимосвязи подсистем. Типичными структурными моделями являются модели *межотраслевых связей*. Функциональные модели широко применяются в *экономическом регулировании*, когда на поведение объекта («выхода») воздействуют путем регулирования «входа». Примером может служить модель поведения потребителей (изменение спроса) в условиях товаро-денежных отношений (при изменении величины предложения, дохода населения, качества продукции, номенклатуры продукции, климатических условий, технологии производства и т.п.).

По решаемым задачам модели подразделяются на **нормативные** и **дескриптивные** [3]:

*Дескриптивные модели* используются для пассивного описания и объяснения действительности (анализа прошлого развития, краткосрочного прогнозирования неуправляемых экономических процессов и т.п.). Дескриптивные модели отвечают на вопрос: *как это происходит?* или *как это вероятнее всего может дальше развиваться?*, т.е. они только объясняют наблюдаемые факты или дают вероятностный прогноз.

*Нормативные модели* - это модели управляемых и регулируемых экономических процессов, используемые для преобразования экономической действительности. Нормативные модели отвечают на вопрос: *как это должно быть?*, т.е. предполагают целенаправленную деятельность. Типичным примером нормативных моделей являются модели *оптимального планирования*, формализующие тем или иным способом цели экономического развития, возможности и средства их достижения.

Многие экономико-математические модели (особенно на *народно-хозяйственном уровне*) сочетают признаки

дескриптивных и нормативных моделей. Типичная ситуация, когда нормативная модель сложной структуры объединяет отдельные блоки, которые являются частными дескриптивными моделями. Подобные примеры характеризуют тенденцию эффективного сочетания дескриптивного и нормативного подходов к моделированию экономических процессов. Дескриптивный подход широко применяется в имитационном моделировании.

По характеру отражения причинно-следственных связей различают модели жестко *детерминистские* (или *жестко детерминированные*), т.е. модели, которые достаточно достоверно описывают экономические процессы и явления. Детерминированными моделями можно лишь описать *простые системы с несложной структурой*. Следующий вид - это модели, учитывающие случайность и неопределенность (*стохастические* модели). Необходимо различать неопределенность, описываемую вероятностными законами, и неопределенность, для описания которой законы теории вероятностей неприменимы. Второй тип неопределенности гораздо более сложен для моделирования.

По способам отражения фактора времени экономико-математические модели делятся на *статические* и *динамические* [3]. В статических моделях все зависимости относятся к одному моменту времени или периоду времени (например, году). Динамические модели характеризуют изменение экономических процессов во времени. По длительности рассматриваемого периода времени различают модели краткосрочного (до года), среднесрочного (до 3-5 лет) и долгосрочного (10-15 и более лет) прогнозирования. Само время в экономико-математических моделях может изменяться либо *непрерывно*, либо *дискретно* (например, с шагом в один год).

Модели экономических процессов чрезвычайно разнообразны по форме математических зависимостей. Особенно важно выделить класс *линейных* моделей, наиболее удобных для анализа и вычислений и получивших вследствие этого наибольшее распространение. Различия между линейными и *нелинейными* моделями существенны не только с

математической точки зрения, но и в теоретико-экономическом отношении, поскольку многие зависимости в экономике носят принципиально нелинейный характер: эффективность использования ресурсов при увеличении производства, изменение спроса и потребления населения при росте доходов и т.п.

По соотношению экзогенных и эндогенных переменных, включаемых в модели, они могут разделяться на *открытые* и *закрытые*. Полностью открытых моделей не существует; модель должна содержать хотя бы одну *эндогенную переменную*. Полностью закрытые экономико-математические модели, т.е. не включающие экзогенных переменных, исключительно редки; их построение требует полного абстрагирования от «среды», т.е. серьезного *угрубления* реальных экономических систем, всегда имеющих внешние связи. Подавляющее большинство экономико-математических моделей занимает промежуточное положение и различаются по степени открытости (закрытости).

Для моделей народнохозяйственного уровня важно деление на *агрегированные* и *детализированные*. Для народнохозяйственных моделей с очень высокой степенью детализации моделируемых процессов используется краткий термин *«микромодель»*, а для агрегированных народнохозяйственных моделей - термин *«макромодель»*.

В зависимости от того, включают ли народнохозяйственные модели пространственные (территориальные) факторы и условия или не включают, различают модели *пространственные* и *точечные* [3].

С развитием экономико-математических исследований проблема классификации применяемых моделей усложняется. Наряду с появлением новых типов моделей (особенно смешанных типов) и новых признаков их классификации осуществляется процесс интеграции моделей разных типов в более сложные модельные конструкции.

### **5.3. Нелинейные методы моделирования в исследованиях**

#### **5.3.1. Теория фракталов**

Фрактальная геометрия связана с изучением нерегулярных множеств. Данные множества долгое время игнорировались и принимались как патологические (изучались лишь гладкие функции). Нерегулярные функции дают значительно лучшее представление многих природных и эколого-социальных явлений, по сравнению с классической геометрией. Основной объект фрактальной геометрии (теории фракталов) – фрактал. *Фрактал – это геометрическая фигура, в которой один и тот же фрагмент повторяется при каждом уменьшении масштаба (по определению Лаверье)*. Фракталы, обладающие этим свойством и получающиеся в результате простой комбинации линейных преобразований получили название **конструктивного фрактала**. В нелинейных динамических системах (в первую очередь дискретных) имеют место **динамические фракталы**. Они обладают масштабной инвариантностью лишь приближенно и их построение не так просто, как конструктивного фрактала. Именно такие фракталы и встречаются в природе, в процессе общественной деятельности (рыночная система, система предприятия, хозяйствование в целом).

Примером конструктивного фрактала может служить, например, дерево. Ствол дерева разделен на две меньшие ветви. Каждая из этих ветвей разделяется на две более мелкие ветви и т.д. При этом каждую ветвь можно рассматривать как дерево. Если вводить случайное возмущение (флуктуацию, что очень вероятно в реальном мире), то можно добиться сходства с настоящим деревом.

Одним из первых описал динамические фракталы в 1918 году французский математик Гастон Жюлиа. Сегодня компьютерная технология сделала видимым то, что не могло быть изображено во времена Жюлиа. Фракталы используются

при анализе сложных систем, возникающих в различных областях:

- при анализе колебаний курсов валют в экономике;
- при анализе рыночной системы в целом и схожести законов ее развития на различных уровнях;
- при исследовании и совершенствовании систем управления и координирования;
- при расчете общих потоков платежей, связанных с налогообложением предприятий;
- в динамике активных сред и физике твердого тела;
- при расчете протяженности побережья и т.п.

Фрактальные множества (фракталы,  $F$ ) обладают следующими свойствами [11]:

1. Имеют некоторую форму самоподобия (в т.ч. приближенную или статистическую).
2. Имеют тонкую структуру, т.е. содержит произвольно малые масштабы.
3. Являются нерегулярными множествами и не подвержены описанию на традиционном геометрическом языке.
4. Обладают «фрактальной размерностью» большей чем «топологическая размерность» данного множества.

Мандельброт дал следующее определение фрактала: *Фрактал – это такое множество, которое имеет хаусдорфову (фрактальную) размерность, большую топологической.* Точка обладает топологической размерностью – 0; гладкие кривые – 1; гладкие поверхности – 2. Хаусдорф, Безикович, Колмогоров (математики) определили фрактальную размерность, которая может быть *дробной*. Фрактальная размерность, в общем, характеризует «степень изгибания» множества. Охарактеризуем фрактальную размерность с помощью одного эксперимента (эксперимента Ричардсона – измерение кривой побережья). Выбираем произвольно малую единицу измерения  $a$  (линейку). Измеряем длину кривой линии, заменяя ее ломаной линией, составленных из равных отрезков длины  $a$ . Если линейка используется  $N$  раз, то общая длина равна  $N \cdot a$ . Фрактальная размерность ломаной линии (по Мандельброту) равна [11]:

$$D = \frac{\lg N}{\lg \frac{1}{a}} \quad \text{или} \quad (5.1)$$

$$N = \left(\frac{1}{a}\right)^D \quad (5.2)$$

Если обозначить  $S = N \cdot a$ , то получится:

$$S = \left(\frac{1}{a}\right)^{D-1} \quad (5.3)$$

Формула (5.3) показывает, как измеряемая длина кривой увеличивается при уменьшении единицы измерения.

Структуры, похожие на фрактал имеются в окружающей нас среде: границы морских побережий; границы облаков; зимние узоры на окнах; кровеносная система сердечной мышцы; структура крупного предприятия; структура веществ, полученная с помощью электронного микроскопа; трещины в некоторых горных породах и т.п.

Динамический фрактал – это первое приближение конструктивного фрактала. Он обладают масштабной однородностью лишь приближенно и характеризуются одной фрактальной размерностью. *Неоднородные фракталы, определяемые не одним параметром (фрактальной размерностью), а целым множеством таких размерностей (верхняя и нижняя емкость, верхняя и нижняя поточечная размерность и т.д.) называются мультифракталом.* Мультифракталы обладают масштабной инвариантностью еще более приближенно, чем фрактал.

Использование теории фракталов позволяет отойти от концепции линейного мышления и закрытости изучаемых систем, в.т.ч. экономико-управленческих; позволяет учесть фактор самоподобия систем реального мира при одновременном учете воздействия случайных факторов, как объективного, так и

субъективного характера (флуктуаций). Данная теория – современный подход к исследованию существующих проблем и позволяющая дать ответы на возникшие противоречия между реальностью и действующими классическими теориями линейного (кибернетического) подхода.

Теория фракталов (теория фрактальной геометрии) уже использована для представления рыночной системы в виде иерархичного самоподобного объекта и обоснования на основе свойств самоподобия схожести законов ее развития на различных уровнях [18]. Положения данной теории нашли применение в расчете бюджетной эффективности промышленных инвестиционных проектов и позволили учесть факторы нелинейности, неравномерности [8]. Данная теория нова и возможности ее далеко не исчерпаны.

### 5.3.2. Теория распознавания образов

*Распознавание* – это отнесение конкретного объекта, представленного значениями его свойств (признаков), к одному из фиксированного перечня образов (классов) по определенному решающему правилу в соответствии с поставленной целью [5].

*Теория распознавания образов (ТРО)* развивалась по двум направлениям: детерминистскому и статистическому. Более современные методы данной теории различить по данным признакам не удается. Детерминистский подход включает следующие методы: *эмпирические, эвристические, математически формализованные* (математическая логика, теория графов, топология, математическое программирование и т.д.). Статистический подход основывается на результаты математической статистике и включает методы: *теория оценок, теория информации, стохастическая аппроксимация, последовательный анализ*. В процессе развития теории распознавания некоторые ее методы так тесно переплелись, что классификация этих методов носит условный и неоднозначный характер.

Реализация методов распознавания необходима в автоматизированных системах, предназначенных для



использования в криминалистике, медицине, военном деле, в экономике. Применения теории распознавания, как *кластерный анализ (таксономия)*, выявление закономерностей во множестве экспериментальных данных, прогнозирование различных процессов или явлений нашли широкое применение в научных исследованиях.

Для того, что бы распознать, необходимо, что бы *система распознавания* обладала следующими функциями: измерение значений признаков; производство вычислений реализующих решающее правило. Перечень образов, информативных признаков и решающие правила задаются распознающей системе извне, либо формируются самой системой. Одна из важных следующих функций распознающей системы – оценка риска потерь. Данная вспомогательная функция позволяет выработать оптимальные решающие правила, наиболее информативную систему признаков.

Введем следующие обозначения [5]:

$S$  – множество распознаваемых образов (классов). Их называют иногда *алфавитом*. Для алфавита характерно условие:  $2 \leq S < \infty$ ;

$X$  – признаковое (выборочное) пространство.

$N$  – размерность признакового пространства (количество признаков, характеризующих распознаваемые объекты);

$D(X)$  – множество решающих правил, по которым осуществляется отнесение распознаваемого объекта к тому или иному образу;

$R$  – риск потерь при распознавании.

Количество распознаваемых образов всегда конечно и не может быть меньше двух (гипотетически можно представить, что  $S=1$ , но данный вариант задачи считается вырожденным). Перечень образов может задаваться из вне – *учителем*. Либо распознающая система сама формирует перечень распознаваемых образов (*самообучение, кластерный анализ или таксономия*). Эта функция часто используется в исследовательском процессе: *анализ данных, выявление закономерностей, научная классификация*. Размерность  $N$  стремятся сделать как можно меньше. При этом сокращаются

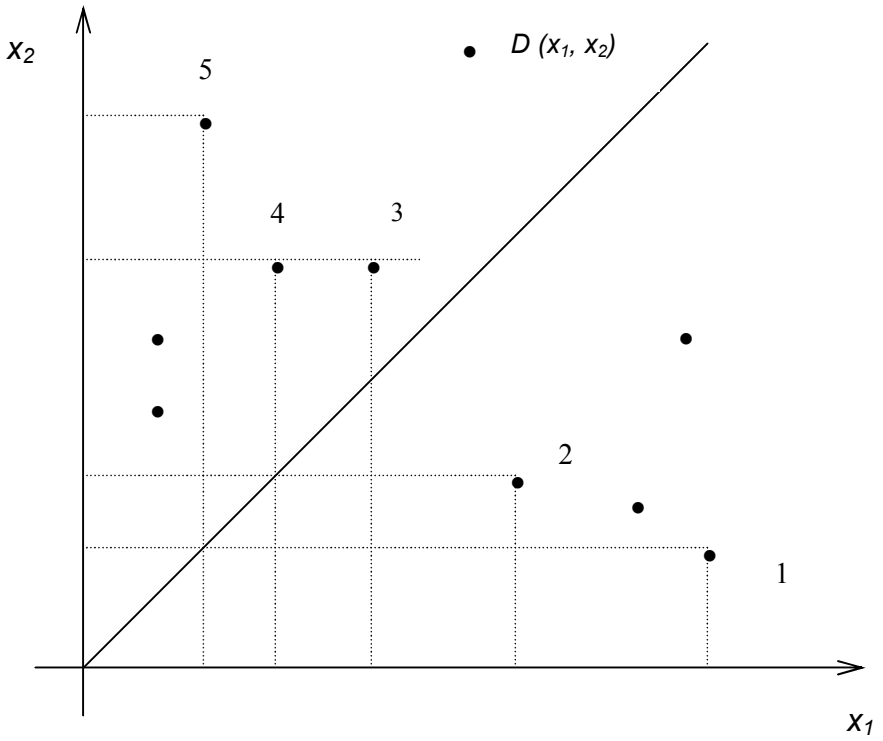
количество требуемых измерений и метод упрощается, но это ведет к увеличению *риска потерь* ( $R$ ). Поэтому формирование признакового пространства является компромиссной задачей, состоящей из двух подсистем:

- формирование исходного признакового пространства;
- минимизация размерности этого пространства.

Формирование исходного признакового пространства сегодня пока основывается на интуиции или даже везении [5]. Наиболее проработанной на сегодня является задача *построения решающих правил*. Основная цель ее – это минимизация риска потерь ( $R$ ). Множество распознаваемых образов (алфавит), признаки, решающие правила должны быть такими, что бы по возможности минимизировать риски потерь. В качестве риска потерь фигурирует обычно *средняя вероятность ошибки распознавания* или *максимальная компонента матрицы вероятностей ошибок*.

Например, имеется некоторое признаковое пространство  $X$  размерности  $N$  (см. рис. 5.3). Все объекты (реализации) представляются в виде *точки* в этом пространстве. Проекция этой точки на координатную ось  $i$  соответствует значению  $i$ -го признака. В данном примере  $N = 2$ . Первый признак – это  $x_1$  (длина горизонтальной стороны прямоугольника), а  $x_2$  (второй признак, вторая размерность) – длина вертикальной стороны прямоугольника. Если нужно распознать два образа: «вертикально вытянутые прямоугольники» и «горизонтально вытянутые прямоугольники», то эту задачу выполняет решающее правило в виде *биссектрисы угла начало координат*  $D(x_1, x_2)$ . Все точки (объекты), лежащие выше – левее  $D(x_1, x_2)$ , относятся к образу «вертикально вытянутые прямоугольники», ниже – правее – к образу «горизонтально вытянутые прямоугольники».

Один из конкретных методов ТРО – *алгоритм максимального правдоподобия* – лег в основу разработанной системы диагностики экономической безопасности машиностроительного предприятия [10].



*Рис.5.3. Множество прямоугольников и их представление в признаковом пространстве*

### 5.3.3. Теория нечетких множеств

Теорию нечетких множеств (fuzzy sets theory) вводит в 1965 году профессор Лотфи Заде (Lotfi Zadeh) из университета Беркли. Он опубликовал основополагающую работу “Fuzzy Sets” в журнале “Information and Control” [«Штовба»]. «Неудовлетворенность математическими методами классической теории систем, которая вынуждала добиваться искусственной точности, неуместной во многих системах реального мира, особенно в так называемых гуманистических системах, включающих людей» [25] - это суждение Заде и стало посылкой рождения новой концепции нечеткого множества.

Практическое применение теории нечетких множеств относят к 1975 г., когда Мамдани и Ассилиан (Mamdani and Assilian) построили первый нечеткий контролер для управления простым паровым двигателем. Холмблад и Остергад (Holmblad and Osregaad) в 1982 г. разработали первый промышленный нечеткий контроллер (для управления процессом обжига цемента, Дания). Он был основан на нечетких лингвистических правилах «Если – то» и привел к всплеску интереса к теории нечетких множеств среди математиков и инженеров. Бартоломеем Коско (Bart Kosko) несколько позже была доказана *теорема о нечеткой аппроксимации* (Fuzzy Approximation Theorem), согласно которой любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечеткой логике. То есть, с помощью естественно-языковых высказываний-правил «Если – то», с последующей их формализацией средствами теории нечетких множеств, можно *сколько угодно точно* отразить произвольную взаимосвязь «входы-выход» без использования сложного аппарата дифференциального и интегрального исчисления, традиционно применяемого в управлении и идентификации [25].

**Основные термины и определения.** Понятие нечеткого множества - эта попытка математической формализации нечеткой информации для построения математических моделей. В основе этого понятия лежит представление о том, что составляющие данное множество

элементы, обладающие общим свойством, могут обладать этим свойством в различной степени и, следовательно, принадлежать к данному множеству с различной степенью. При таком подходе высказывания типа «такой-то элемент принадлежит данному множеству» теряют смысл, поскольку необходимо указать «насколько сильно» или с какой степенью конкретный элемент удовлетворяет свойствам данного множества.

*Нечетким множеством (fuzzy set)  $\tilde{A}$*  на универсальном множестве  $U$  называется совокупность пар  $(\mu_A(u), u)$ , где  $\mu_A(u)$  - степень принадлежности элемента  $u \in U$  к нечеткому множеству  $\tilde{A}$ . Степень принадлежности - это число из диапазона  $[0,1]$ . Чем выше степень принадлежности, тем в большей мере элемент универсального множества соответствует свойствам нечеткого множества.

*Функцией принадлежности (membership function)* называется функция, которая позволяет вычислить степень принадлежности произвольного элемента универсального множества к нечеткому множеству.

Если универсальное множество состоит из конечного количества элементов  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$ , тогда нечеткое

множество  $\tilde{A}$  записывается в виде  $\tilde{A} = \sum_{i=1}^k \mu_A(u) / u_i$ . В

случае непрерывного множества  $U$  используют такое обозначение  $\tilde{A} = \int_U \mu_A(u) / u$ . Знаки  $\sum$  и  $\int$  в этих формулах

означают совокупность пар  $\mu_A(u)$  и  $u$ . Пример. Представить в виде нечеткого множества понятие «годовой объем массового производства грузовых автомобилей».

Решение:  $\tilde{A} = 0/1000 + 0,1/4000 + 0,3/20000 + 0,5/40000 + 0,8/75000 + 1/100000 + 1/120000$ .

*Лингвистической переменной (linguistic variable)* называется переменная, значениями которой могут быть слова или словосочетания некоторого естественного или

искусственного языка (например, «годовой объем массового производства легковых автомобилей», «годовая балансовая прибыль», «внутренний коэффициент окупаемости» или «дисконтированный срок окупаемости»).

*Терм–множеством (term set)* называется множество всех возможных значений лингвистической переменной. Например, для лингвистической переменной (ЛП) «внутренний коэффициент окупаемости» значениями могут быть: «равный ставке сравнения», «минимально необходимый», «средний», «высокий», «очень высокий» (например, в конкретных значениях: 0.14; 0.20; 0.24; 0, 35, 0.55).

*Термом (term)* называется любой элемент терм-множества. В теории нечетких множеств терм формализуется нечетким множеством с помощью функции принадлежности.

*Дефаззификацией (defuzzification)* называется процедура преобразования нечеткого множества в четкое число. В теории нечетких множеств (ТНМ) процедура дефаззификации аналогична нахождению характеристик положения случайных величин в теории вероятности (математического ожидания, моды, медианы). Простейшим способом выполнения процедуры дефаззификации является выбор *четкого числа, соответствующего максимуму функции принадлежности*. Но это пригодно лишь для *одноэкстремальных функций принадлежности*. Для *многоэкстремальных функций принадлежности* в ТНМ используются такие методы дефаззификации:

- *Centroid* - центр тяжести;
- *Bisector* - медиана;
- *LOM (Largest Of Maximums)* - наибольший из максимумов;
- *SOM (Smallest Of Maximums)* - наименьший из максимумов;
- *Mom (Mean Of Maximums)* - центр максимумов.

Дефаззификация нечеткого множества  $\tilde{A} = \int_{[u, \bar{u}]} \mu_A(u) / u$

по методу центра тяжести осуществляется по формуле

$$a = \frac{\int_{\bar{u}}^{\bar{u}} u \cdot \mu_A(u) du}{\int_{\bar{u}}^{\bar{u}} \mu_A(u) du}.$$

Физический аналог этой формулы – это формула нахождения центра тяжести плоской фигуры, ограниченной осями координат и графиком функции принадлежности нечеткого множества. В случае *дискретного универсального множества* дефаззификация нечеткого множества

$\tilde{A} = \sum_{i=1}^k \mu_A(u_i) / u_i$  по методу центра тяжести осуществляется по

формуле  $a = \frac{\sum_{i=1}^k u_i \cdot \mu_A(u_i)}{\sum_{i=1}^k \mu_A(u_i)}.$

**Пример 2.** Провести дефаззификацию нечеткого множества «годовой объем массового производства грузовых автомобилей» из примера 1 по методу центра тяжести.  
**Решение:** Применяя формулу расчета для дискретного множества, получаем:

$$a = \frac{0 \cdot 1000 + 0,1 \cdot 4000 + 0,3 \cdot 20000 + 0,5 \cdot 45000 + 0,8 \cdot 75000 + 1 \cdot 100000 + 1 \cdot 120000}{0 + 0,1 + 0,3 + 0,5 + 0,8 + 1 + 1} = 83486$$

ТНМ целесообразно использовать для прогнозирования и моделирования развития сложных эколого-социально-

экономических систем в современных условиях нестабильности, неравновесности и нелинейности.

#### 5.3.4. Теория нейросетевого моделирования

В последнее время все больше экономическую и управленческую науку входят современные модели математического анализа, которые направлены на решение проблем, возникающих в настоящих нелинейных, неравновесных и необратимых процессах. *Теория нейросетевого моделирования* позволяет применять совершенно новый инструмент анализа – *нейронные сети*. Она строит свое исследование, основываясь на принципе аналогий. Нейронные сети являются действенным инструментом и позволяют моделировать сложные зависимости. Данные сети являются нелинейными по своей природе и позволяют учитывать наиболее повторяющиеся случайные отклонения (флуктуации).

Она используется тогда, когда неизвестен точный вид связей между выходами и входами. Зависимость между входом и выходом находится в процессе *обучения сети* с помощью набора обучающих данных. В качестве данных принимаются *реальные примеры* входных данных и соответствующих им выходов. Т.е. *нейронная сеть* (компьютерная модель) подбирает сама зависимость, отражающая связь между совокупностью реальных входных и выходных данных. Далее *обученную сеть* (с установившейся связью между выходами и входами) применяют для определения выходных параметров исследуемой системы по имеющимся входным ее параметрам.

Пример *сети с обратным распределением* взят из диссертационной работы Шарамко М.М.[22] и показан на рис. 5.3. Количество элементов, структура сети, значения весовых коэффициентов ( $w_{ij}$ ) и пороговое значение ( $w_0$ ) задаются интуитивно и несколько произвольно на основе общих предположений о проблеме. При работе сети во входные элементы ( $i = 1, m$ ) подаются значения входных переменных ( $x_i$ ).



Затем каждый из элементов следующего слоя ( $j = 1, n$ ) вычисляет свое значение активации (на входе) –  $net_j$ . При этом берется взвешенная сумма выходов элементов предыдущего слоя (умножая на весовые коэффициенты) и прибавляя пороговое значение  $w_0$  ( $w_0 + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m x_i w_{ij}$ ). Затем значение активации (вход элемента) преобразуется с помощью функции активации ( $f(net_j)$ ), и в результате получается выход элемента сети. Обычно в качестве функции активации используется зависимость вида:

$$f(net_j) = \frac{1}{1 + \exp(-net_j)}.$$

После того, как сеть просчитает значения от начала до конца, выходные значения элементов *выходного слоя* ( $k$ ) принимаются за *выход сети* в целом.

Если сеть хорошо обучена, то она способна моделировать функцию, связывающую значения входных и выходных переменных. Сеть позволяет обучаться решению задач, для которых у человека не существует экспертных алгоритмов, дающих более или менее правдоподобный ответ. Нейросети позволяют эффективно строить нелинейные зависимости. Если классические методы статистики позволяют строить максимум *квадратичную разделяющую поверхность* (байесовский классификатор), то нейросети могут строить разделяющие поверхности *более высокого порядка*. Нейронные сети обладают следующими преимуществами: не требуют формализации задачи; позволяют адаптировать свойства нейросети к задачам теоретически неограниченной размерности и сложности; низкая трудоемкость создания сети при высокой скорости. Требование: возможность описания моделируемого процесса непрерывными функциями.

Теория нейросетевого моделирования – это частный инструмент системно-синергетического подхода. В экономическом приложении она имеет много общего с *концепцией бенчмаркинга* (теория изучения факторов и причин, определяющих позицию лидера). Нейросетевой подход, как и бенчмаркинг опирается на отыскание закономерностей на

основе аналогий («зарубок», «benchmark») при протекании процессов в различных системах. Бенчмаркинг – методология творческого поиска, анализа и адаптации инновационного опыта и лучших практик в экономике. Нейросетевой подход – современный математический метод, обеспечивающий решение прикладных задач бенчмаркинга в рамках концепции системно-синергетического подхода [22].

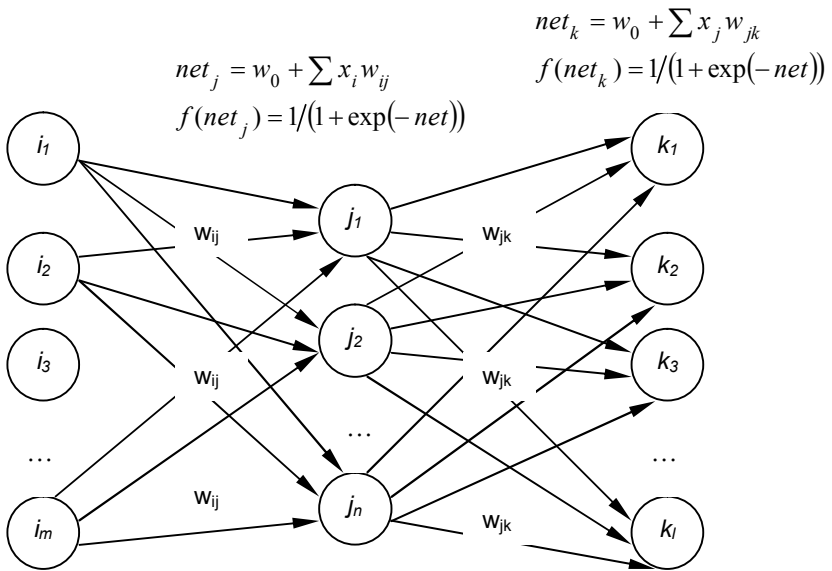


Рис.5.4. Модель с обратным распространением [22]

## **5.4. Функция желательности Харрингтона – метод решения компромиссных задач выбора**

### **5.4.1. Сущность метода функции желательности Харрингтона**

При решении компромиссных задач в реальных неабстрагированных экономических системах возникают затруднительные ситуации, связанные с выбором того или иного варианта решения. Такого рода ситуации зачастую имеют место при решении *многокритериальных задач выбора*. Например, при выборе того или иного варианта инвестиционного проекта из некоторой совокупности существующих альтернатив по одному параметру (например, по IRR, %) выгоден один проект, по второму (по сроку окупаемости) – другой; по третьему (по соответствию проекта требованиям охраны окружающей среды или иным качественным требованиям заказчика) – иной вариант. Необходимо установить компромисс.

Наиболее удобным способом решения такого рода компромиссных задач является процедура обобщения параметров, ведущая к единому параметру оптимизации [21]. С такого рода обобщением связан ряд трудностей.

Во-первых, в силу того, что каждый частный параметр оптимизации (любой возможный параметр объекта, подвергающийся оптимизации) имеет свой физический смысл и свою размерность необходимо ввести для каждого из них некоторую безразмерную шкалу, являющуюся единой для всех параметров. Это позволяет их сравнивать.

Во-вторых, трудность возникает в выборе правила комбинирования исходных частных параметров в обобщенный показатель. И здесь нет какого-либо стандартного правила.

Одним из способов построения шкалы является функция желательности Е.С.Харрингтона, позволяющая в какой-то степени моделировать процесс согласованного поведения отдельных подсистем единого целого, учитывать

связи и воздействия между ними при решении поставленной задачи выбора из совокупности существующих альтернатив. Основой построения и приоритетной возможностью этой обобщенной функции является преобразование натуральных значений частных параметров различной физической сущности и размерности в единую безразмерную шкалу желательности (предпочтительности). Назначение шкалы заключается в установлении соответствия между *физическими* и *психологическими* параметрами оптимизации.

Под физическими понимаются *всевозможные* параметры, характеризующие функционирование исследуемого объекта. Сюда могут входить экономические, технико-экономические, технико-технологические, эстетические, статистические и другие параметры.

Под *психологическими параметрами* понимаются чисто субъективные оценки исследователя желательности (предпочтительности). Они (психологические параметры) выражаются через числовую систему (баллы, отметки) на шкале желательности.

Для получения шкалы желательности удобно пользоваться готовыми разработанными таблицами соответствий между отношениями предпочтения в эмпирической и числовой (психологических) системах.

Таблица 5.1

Эмпирическая система предпочтений (желательность)	Числовая система предпочтений (система психологических параметров)
Очень хорошо	1,00 - 0,80
Хорошо	0,80 - 0,63
Удовлетворительно	0,63 - 0,37
Плохо	0,37 - 0,20
Очень плохо	0,20 - 0,00

Числовая система предпочтений, представленная в таблице и является *безразмерной шкалой желательности*, разработанной Харрингтоном. Значения этой шкалы имеют

интервал от 0 до 1 и обозначаются через  $d$  (от *desirable* фр.-желательный). Значение  $i$ -го частного параметра оптимизации, переведенное в безразмерную шкалу желательности, обозначенное через  $d_i$ , называется *частной желательностью*, где  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  - текущий номер параметра,  $n$  - количество частных параметров.

Значение  $d_i=0$  соответствует абсолютно неприемлемому уровню  $i$ -го параметра оптимизации. Значение  $d_i = 1$  - самому лучшему значению  $i$ -го параметра.

*Функция желательности*, соответствующая шкале желательности Харрингтона имеет следующий вид:

- для одностороннего ограничения:

$$d = e^{-e^{-y'}} \quad (5.4)$$

- для двустороннего ограничения:

$$d = e^{-|y'|^n} \quad (5.5)$$

где  $y'$  - кодированное значение частного параметра  $y$ , т.е. его значение в условном масштабе;  $n$  - показатель степени.

Процедура определения  $y'$  и  $n$  будет рассмотрена дальше.

Выбор отметок на шкале желательности  $0,37$  и  $0,63$  объясняется удобством вычисления, т.к.  $0,37 = 1/e$ , а  $0,63 = 1 - 1/e$ . Значение  $d_i = 0,37$  обычно используют в качестве границы допустимых значений.

Кривые перевода, выраженные формулами (5.4) и (5.5) не являются единственной возможностью, однако они возникли эмпирически как результат наблюдений за реальными решениями исследователей-экспериментаторов.

Для того, чтобы использовать данный метод при выборе оптимального варианта решения, первоначально необходимо установить (задать) границы *допустимых значений для всех*

*частных параметров оптимизации.* Ограничения могут быть односторонними ( $Y_{min}$  или  $Y_{max}$ ) или двусторонними ( $Y_{min}$  и  $Y_{max}$ ). При одностороннем ограничении отметке  $d_i = 0,37$  на шкале желательности соответствует  $Y_{min}$  или  $Y_{max}$  (задан нижний или верхний предел соответственно), при двустороннем ограничении - и  $Y_{min}$  и  $Y_{max}$ .

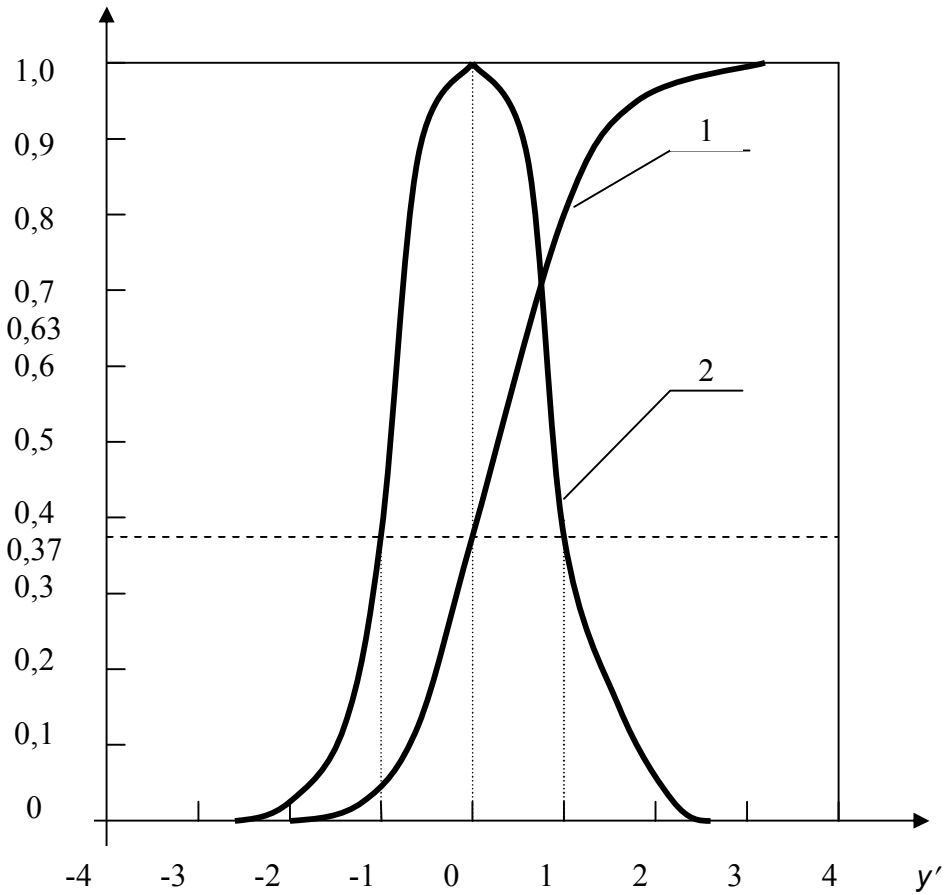
После того, как все частные параметры ( $y_i$ ) переведены в свои желательности ( $d_i$ ), необходимо приступить к построению обобщенного параметра оптимизации, названного Харрингтоном *обобщенной функцией желательности D*. Одним из удачных способов решения задачи выбора оптимального варианта является представление обобщенной функции желательности как среднее геометрическое частных желательностей:

$$D = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot \dots \cdot d_i \cdot \dots \cdot d_n} \quad (5.6)$$

Обобщенный показатель данного вида позволяет, во-первых, позволяет использовать ту же шкалу предпочтительности (см. табл.); во-вторых, "отбросить" вариант решения из совокупности рассматриваемых, если хотя бы один его частный параметр не удовлетворяет строгому требованию исследователя ( $d_i = 0$ ).

Обобщенная функция желательности  $D$  вида (5.6) удовлетворяет ряду требований, предъявляемых к параметрам оптимизации, а именно:

- является *количественным*;
- *единым* (выражается одним числом);
- *однозначным*, т.е. заданному набору значений частных параметров соответствует одно значение обобщенной функции;
- *универсальным*, т.е. всесторонне характеризует объект;
- соответствует *требованию полноты*, т.е. является достаточно *общим*, *неспецифичным*, характеризует объект как единое целое.



*Рис.5.5. График функции желательности Харрингтона  
 1 – с односторонним ограничением  
 2 – общая модель графика с двусторонним ограничением (при определенном  $n$ )*

При применении функции желательности, представленной формулой (5.5), кодированное значение параметра  $y'$  можно определить по следующей формуле:

$$y' = \frac{(2y - (y_{\max} + y_{\min}))}{(y_{\max} - y_{\min})} \quad (5.7)$$

Показатель  $n$  можно определить по формуле (5.8), если присвоить некоторому значению параметра  $y$  желательность  $d$  (предпочтительно из интервала  $[0,6 \div 0,9]$ ).

$$n = \frac{\ln \ln \left( \frac{1}{d} \right)}{\ln |y'|} \quad (5.8)$$

При этом для каждого частного параметра, по которому задано двустороннее ограничение, устанавливается определенная функция желательности вида (5.5) в зависимости от значения показателя  $n$ .

*Пример: Определить вид функции желательности с двусторонним ограничением для такого параметра как жизненный цикл проекта ( $T$ ).*

*Исходные данные: верхний предел – 6 лет ( $T_{\max} = 6$ ;  
нижний предел – 1 год ( $T_{\min} = 1$ )*

*Решение: Пусть заказчиком жизненный цикл проекта в 3 года оценивается на **хорошо**. Этому значению по шкале желательности Харрингтона соответствует любое значение из интервала 0,63 – 0,8. Например, желательность  $d = 0,7$ . Используя формулу (5.7) определим кодированное значение  $y'$ :*

$$y' = 2 \cdot 3 - (6+1) / (6-1) = -0,2$$

*По формуле (5.8) определим показатель  $n$ :*



$$n = (\ln \ln(1/0,7)) / (\ln 1/0,2) = 0,64$$

Функция желательности имеет вид:

$$d = e^{-|y'|^{0,64}} \quad (5.9)$$

В том случае, когда заданно одностороннее ограничение и используется функция желательности вида (5.4), кодированные значения параметров  $y'$  можно определить следующими способами:

1. Графическим.

2. Аналитическим:

- по упрощенным аналитическим зависимостям;
- по подобранным для каждого параметра

механизмам перевода вида  $y' = a \cdot y + b$ .

Графический способ заключается в построении графика функции желательности (рис.5.8) и одновременно *шкалы параметра оптимизации* по оси ординат. При этом необходимо соблюдать выбранный вами условный масштаб, от чего зависит точность перевода значения параметра  $y$  в шкалу желательности  $d$ . Данное построение будет представлять номограмму перевода  $y$  в  $d$ , минуя промежуточное преобразование  $y$  в  $y'$ .

На рис. 5.9 представлен пример перевода капиталовложений (частного параметра оптимизации) в шкалу желательности  $d$  графическим способом.

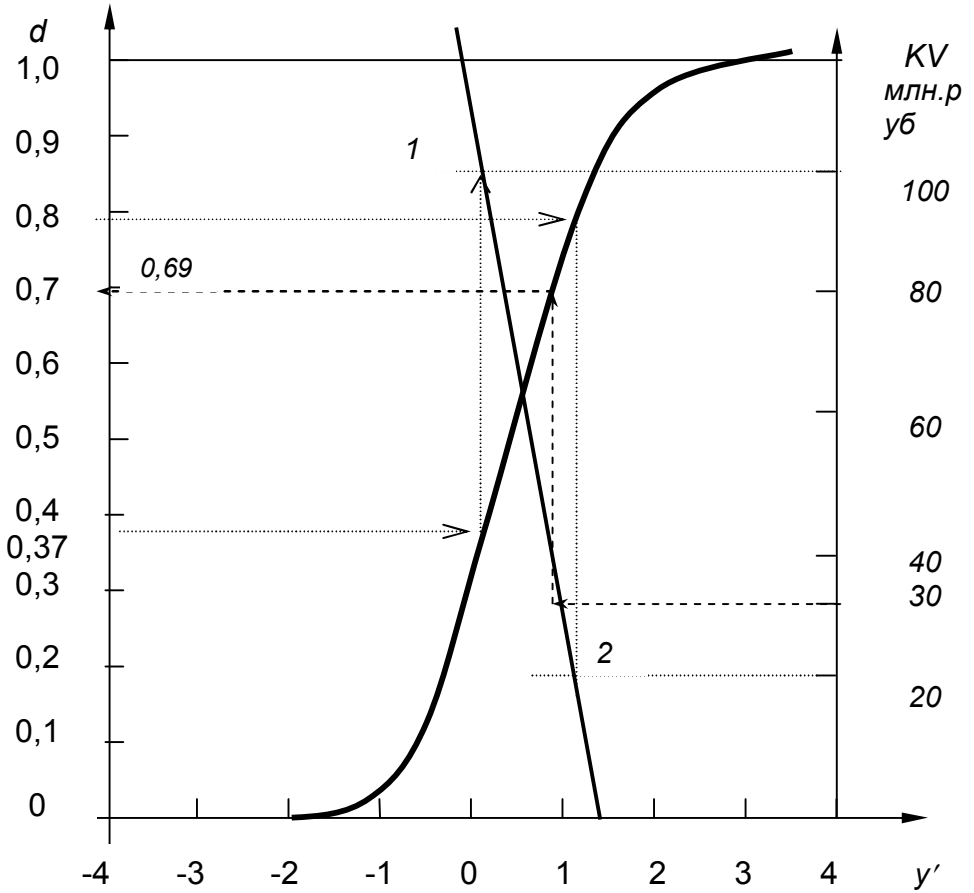


Рис. 5.6. Графический способ перевода в шкалу желательности (номограмма перевода)

Пусть для заказчика или лица, принимающего решение, верхним пределом допустимости по капиталовложениям является **100 млн. руб.** (одностороннее ограничение). Тогда по шкале желательности данному пределу соответствует  $d = 0,37$ . А значение капиталовложений в **20 млн. руб.** - это очень хорошо, т.е. по шкале желательности (см. табл.) оно, например, соответствует 0,8 ( $d = 0,8$ ). После построения графика функции желательности первоначально справа от графика по оси ординат наносим шкалу значений по капиталовложениям (KV).

Для удобства, точности перевода и лучшей наглядности желательно, чтобы контрольные точки частного параметра оптимизации (ограничение  $KV = 100$  млн. руб. и вторая контрольная точка  $KV = 20$  млн. руб.) наносились в масштабе с размахом на всю высоту левой оси ординат (шкалы желательности).

Далее необходимо установить *прямую перевода* с помощью двух точек. Разберем как определяется *точка 1* (см. рис.5.6), со значениями капиталовложений **100 млн. руб.** и желательностью **0,37**.

Проводятся две прямые, параллельные оси абсцисс, через точки  $KV = 100$  млн. руб. и  $d = 0,37$ . Последняя проводится до пересечения с кривой функции желательности, а затем меняет свое направление на  $90^\circ$  и проводится дальше до пересечения с другой прямой параллельной оси абсцисс. Эта точка пересечения и есть *точка 1*. Аналогично строится *точка 2*. *Прямая 1 – 2* является *прямой перевода* значений KV в его желательности ( $d$ ), а в совокупности с графиком функции желательности образует *номограмму перевода*. По данной номограмме можно определить желательность для любого значения параметра оптимизации.

Например, для  $KV = 30$  млн. руб. Через точку  $KV = 30$  проводится прямая параллельная оси абсцисс до пересечения с прямой перевода (1 – 2). Потом прямая, меняя направление на  $90^\circ$ , проводится до пересечения с кривой функции желательности. После этого прямая должна пересечь шкалу

желательности (левую ось ординат) под прямым углом, в точке, соответствующей желательности значения  $KV = 30$  млн. руб. ( $d \cong 0,74$ ).

Под упрощенными аналитическими зависимостями, используемых для определения кодированного значения параметра оптимизации, подразумеваются следующие:

$$y'_i = \frac{(y_{\max} - y_i)}{y_{\max}} \quad (5.10)$$

$$y'_i = \frac{(y - y_{\min})}{y_{\min}} \quad (5.11)$$

где  $y_{\max}$ ,  $y_{\min}$  - верхний и нижний пределы одностороннего ограничения по  $i$ -му частному параметру;

$y'_i$  - значение  $i$ -го частного параметра, переводимого в шкалу желательности.

*Подбор для каждого частного параметра оптимизации заключается:*

- в задании двух контрольных точек (обычно одна из точек – это ограничение);
- присвоении им желательностей (по усмотрению специалиста, заказчика);
- определении кодированных значений этих контрольных точек ( $y'$ ) по формуле:

$$y' = -\ln \ln \left( \frac{1}{d} \right) \quad (5.12)$$

- определении по двум точкам уравнения прямой вида  $y' = a \cdot y + b$ , которое выступает в качестве механизма перевода  $y$  в  $y'$ .

Если графический способ (с помощью номограммы) позволяет избежать промежуточные преобразования и

определить их желательности сразу, то *аналитический* (более точный) способ сопровождается еще дополнительными расчетами для окончательного установления желательностей этих параметров. Сущность их описана ниже.

После определения кодированных значений (с помощью уравнения  $y' = a \cdot y + b$  всех частных параметров каждого альтернативного варианта решения вычисляются их желательности по формуле (5.4). Следующим этапом является проверка годности полученных значений для решения поставленной задачи по показателю статистической чувствительности ( $\eta$ ).

Мерой статистической чувствительности частного параметра оптимизации является коэффициент вариации числовой системы  $Y$  (совокупности значения параметра оптимизации по вариантам решения), определенный по формуле:

$$\eta = \frac{S_y}{\bar{y}} \quad (5.13)$$

где  $\bar{y}$  - среднее значение числовой системы  $Y$ ;

$S_y$  - среднеквадратичное отклонение числовой системы  $Y$ .

*Значения статистической чувствительности как частной, так и обобщенной функции желательности должны быть не меньше, чем значение чувствительности соответствующих параметров оптимизации, переводимых в желательности (т.е.  $\eta_d \geq \eta_y$ ).* Т.е. шкала желательности –  $d$  (см. табл.5.1) должна быть не менее чувствительна к изменениям значений желательности относительно своего среднего, чем сама числовая система со значениями параметра оптимизации ( $Y$ ). В том случае когда вышеуказанное условие не выполняется, необходимо заменить механизм перевода, задавая иные контрольные точки и снова проверить. В приложении предлагается пример по выбору варианта решения с помощью функции желательности Харрингтона.

### 5.4.2. Особенности функции желательности с двухсторонним ограничением

Не исключено, что при решении компромиссных (оптимизационных) задач заказчику необходимы двусторонние ограничения по тем или иным частным параметрам оптимизации (параметрам, характеризующим частные характеристики процесса). В этом случае автором *предлагается использовать шкалу желательности Е.С.Харрингтона с двусторонним ограничением*, представленную формулой (5.5). График данной шкалы представлен на рис.5.3.

Как шкала с односторонним ограничением данная шкала желательности должна обладать следующими свойствами: *адекватность, статистическая чувствительность, статистическая эффективность [16]*.

Под *адекватностью* понимается эквивалентность частной и обобщенной функций желательности измеренным значениям параметров оптимизации, в том смысле, что с ними можно проделывать все вычислительные действия, определенные на множестве параметров оптимизации. Данное свойство является не специфичным и поэтому не зависит от способов ограничений (одно- или двустороннее).

Показатель *статистическая эффективность* имеет прямую зависимость от значения показателя *статистическая чувствительность* в случае отсутствия измерения частных параметров оптимизации, т.е. когда частный параметр оптимизации задается *одним значением*, а не числовой выборкой возможных значения. В решении поставленных задач – это наиболее вероятностная ситуация. Поэтому тенденция ее изменения характерна тенденции изменения *статистической чувствительности*.

Показатель *статистической чувствительности* является специфическим. И что бы управлять чувствительностью шкалы с двусторонним ограничением (равно

как и с односторонним ограничением), необходимо знать следующее [16].

1. Если использовать при решении оптимизационной (компромиссной) задачи функцию желательности (шкалу преобразования) не соответствующую по данному показателю числовой системе со значением параметра оптимизации, то в решение закрадывается заведомо *неверный результат*. Поэтому очень важно определить границы использования функции желательности при решении задачи выбора.
2. Статистическая чувствительность функции желательности вида (5.5) зависит от значения показателя  $n$ .

Показатель  $n$  изменяется от 0 до  $\infty$ . При определении показателя  $n$  справедливы следующие выражения:

$$\lim_{y' \rightarrow 0} n = 0 \quad (5.14)$$

$$\lim_{y' \rightarrow \pm 1} n = \infty \quad (5.15)$$

3. Применение функции желательности с двусторонним ограничением требует **обязательного определения показателя  $n$** . Это процедура осуществляется обычно по следующей схеме:

а) Вначале определяется кодированное значение параметра ( $y'$ ) по формуле (5.7):

$$y' = (2 * y - (y_{\max} + y_{\min})) / (y_{\max} - y_{\min})$$

где  $y_{\min}$ ,  $y_{\max}$  – нижнее и верхнее ограничение заказчика по параметру оптимизации  $y$ .

б) Присваивается некоторому значению параметра  $y$  желательность  $d$  (предпочтительно из интервала  $[0,6 \div 0,9]$ ).

в) Показатель  $n$  далее можно определить по формуле (5.8), подставляя рассчитанное значение  $y'$  и принятое  $d$  (обычно  $d = 0,7$ ):

$$n = (\ln \ln(1/d)) / (\ln |y'|)$$

При этом для каждого частного параметра, по которому задано двустороннее ограничение, устанавливается определенная функция желательности вида (5.5) в зависимости от значения показателя  $n$  (например,  $d = e^{-|y'|^{0,64}}$ ).

Автором предлагается следующий способ предварительного упрощенного определения показателя  $n$ .

Показатель  $n \approx 1$ , если задаваемое (взятое произвольно) заказчиком значение параметра оптимизации  $y$ , соответствующее желательности  $d = 0,7$  лежит в пределах от  $y_0$  до  $y_1$ , которые соответственно определяются по формулам:

$$y_0 = 0,612 * y_{\max} + 0,388 * y_{\min} \quad (5.16)$$

$$y_1 = 0,731 * y_{\max} + 0,269 * y_{\min}, \quad (5.17)$$

Данные зависимости определены методом от противного. Определяется целевая функция ( $n = 1$ ) и осуществляется поиск значений параметра оптимизации  $y$  (методом проб и ошибок), задаваемого заказчиком при соответствующей ему желательности  $d = 0,7$ .

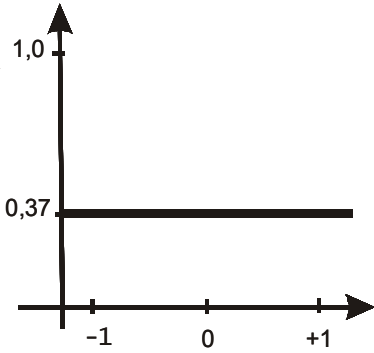
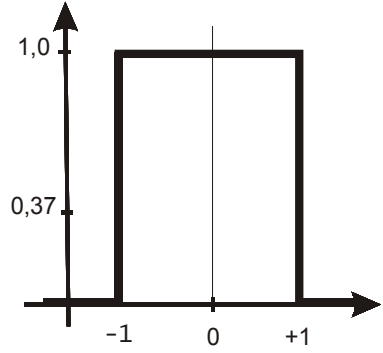
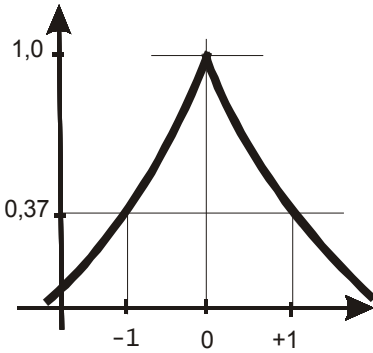
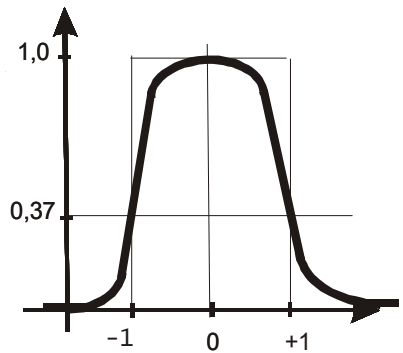
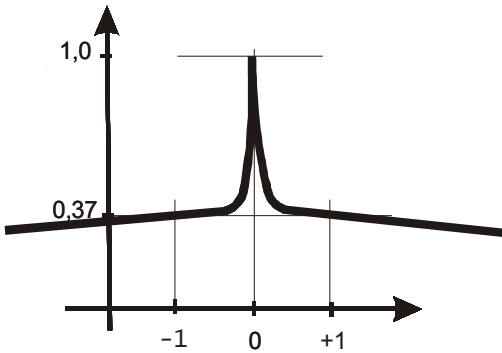
Предлагается следующая классификация шкалы (функции) желательности с двусторонним ограничением в зависимости от статистической чувствительности ( $\eta_d$ ):

- **Совершенно нечувствительная шкала (функция) при  $n = 0$**  к изменениям значений параметров. Функция желательности имеет только



одно значение: 0,37. График такой функции желательности представлен на рисунке 5.5.

- **Совершенно нечувствительная шкала (функция) при  $n = \infty$  к изменениям значений параметров в интервалах:  $(-\infty; -1)$ ,  $(-1; +1)$ ,  $(1; +\infty)$  и в точках  $y' = -1$ ;  $y' = +1$ .** Функция желательности имеет только три значения: 0; 0,37; 1. График данной функции представлен на рисунке 5.6.
- **Шкала (функция) желательности с «единичной» статистической чувствительностью к изменениям значений параметров (при  $n = 1$ ).** При этом наблюдается переменная чувствительность - возрастающая по кривой при  $|y'| \rightarrow 0$ . Характеризуется двумя участками: менее чувствительным и более чувствительным (график на рис. 5.7).
- **Шкала с переменной статистической чувствительностью.** Она характерна при  $1 < n < +\infty$  и  $0 < n < 1$ . Графики представлены соответственно на рисунках 5.8 и 5.9.

Рис.5.7. Функция желательности при  $n = 0$ Рис.5.8. Функция желательности при  $n = \infty$ Рис.5.9. Функция желательности при  $n = 1$ Рис.5.10. Функция желательности при  $1 < n < \infty$ Рис.5.11. Функция желательности при  $0 < n < 1$

## **5.5. Методы математической статистики и их применение в исследовании**

К методам математической статистики относятся довольно много методов, в т.ч. и методы статистического анализа. К последним следует относить *дисперсионный (факторный) анализ, корреляционный и регрессионный анализ*. Ниже рассматриваются вкратце данные методы.

### **5.5.1. Дисперсионный (факторный) анализ**

**Задача однофакторного анализа.** Идея дисперсионного анализа заключается в исследовании значимости влияния факторов на значение случайной величины. С этой целью дисперсию случайной величины разлагают на независимые слагаемые, которые потом сравнивают между собой.

Пусть, например, в результате измерения величины  $M$  получено значение  $X$ , и пусть на процесс измерения влияют случайные независимые факторы  $A$  и  $B$ .

Тогда отклонение определяется [9]:

$$M - X = \alpha + \beta + \gamma, \quad (5.18)$$

где  $\alpha$  - отклонение под влиянием фактора  $A$ ;

$\beta$  - отклонение под влиянием фактора  $B$ ;

$\gamma$  - отклонение под влиянием остальных неучтенных факторов, причем  $\alpha, \beta, \gamma$  - независимы.

Найдем дисперсию по формуле:

$$D(M - X) = D(\alpha + \beta + \gamma) \quad (5.19)$$

На основании свойств дисперсии имеет место следующее выражение:

$$DX = D\alpha + D\beta + D\gamma, \quad (5.20)$$

где  $DX$  - дисперсия случайной величины  $X$ ;

$D\alpha$  - влияние фактора  $A$  на  $X$ ;

$D\beta$  - влияние фактора  $B$  на  $X$ ;

$D\gamma$  - влияние остальных неучтенных факторов на  $X$  (остаточная дисперсия).

Для оценки значимости факторов  $A$  и  $B$  сравниваются соответствующие дисперсии  $D\alpha$  и  $D\beta$  с остаточной дисперсией  $D\gamma$ .

При исследовании зависимостей одной из наиболее простых является ситуация, когда можно указать только один фактор, например, только *фактор*  $A$ , влияющий на конечный результат, и этот фактор может принимать лишь конечное число значений (уровней).

Такие задачи весьма часто встречаются на практике и называются *задачами однофакторного анализа*.

*Данные анализа.* Для сравнения влияния факторов на результат необходим определенный статистический материал. Обычно его получают следующим образом: каждый из  $k$  способов обработки уровней применяют несколько раз (не обязательно одно и тоже число раз) к исследуемому объекту и регистрируют результаты. Итогом подобных испытаний являются  $k$  выборок, вообще говоря, разных объемов (численностей).

Наиболее распространенным и удобным способом представления подобных данных является нижеуказанная таблица.

Таблица 5.2

		Способы обработки (соответствует уровням фактора)					
		1	2	...	j	...	k
Результаты измерений	1	$X_{11}$	$X_{12}$	...	$X_{1j}$	...	$X_{1k}$
	2	$X_{21}$	$X_{22}$	...	$X_{2j}$	...	$X_{2k}$
	...	...	...	...	...	...	...
	i	$X_{i1}$	$X_{i2}$	...	$X_{ij}$	...	$X_{ik}$
	...	...	...	...	...	...	...
	n	$X_{n1}$	$X_{n2}$	...	$X_{nj}$	...	$X_{nk}$

Примечание: здесь  $n_1, n_2, \dots, n_k$  - объемы выборок,  
 $N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$  - общее число наблюдений.

**Методика анализа.** Рассмотрим случай группировки статистических данных по одному признаку (фактору). Мерой вариации (рассеивания) в статистике является дисперсия выборки. Но в дисперсионном анализе используется в качестве меры вариации фактора **девиация** (сумма квадратов отклонений признака от среднего арифметического).

Пусть имеется статистическая совокупность, состоящая из  $K$  групп (уровней фактора) (см. табл. 5.2), а численность  $i$ -ой группы равна  $n$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) (частный случай). Тогда

объем выборки определяется как  $N = k \cdot n$ . Данный пример представлен в рекомендуемой книге Колде Я.К.<sup>3</sup>

Общая девиация признака (фактора) определяется как сумма внутригрупповой и межгрупповой девиации:

$$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2 = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 + n * \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{x})^2 \quad (5.21)$$

где  $\sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$  - внутригрупповая девиация,  
 $n * \sum (\bar{x}_j - \bar{x})^2$  - межгрупповая девиация.

Оценочные дисперсии получаютс я делением девиаций на соответствующее им число степеней свободы.

Общая дисперсия:

$$S^2 = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2}{m * n - 1} \quad (5.22)$$

Внутригрупповая (остаточная дисперсия):

$$S_B^2 = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{m * (n - 1)} \quad (5.23)$$

Межгрупповая (факторная) дисперсия:

$$S_m^2 = \frac{n * \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{x})^2}{m - 1} \quad (5.24)$$

Критерием значимости влияния признака (фактора) на конечный результат является величина (расчетное значение критерия Фишера):

---

<sup>3</sup> Колде Я.К. Практикум по теории вероятностей и математической статистике: Учебное пособие для техникумов. - М.: Высшая школа, 1991. - 157 с.:ил.

$$F_p = \frac{S_M^2}{S_B^2} \quad (5.25)$$

Фишером для нормально распределенной величины определено теоретическое распределение отношений этих дисперсий. Если полученное значение показателя  $F_p$  больше табличного значения критерия Фишера ( $F_{табл}$ ) при определенном уровне значимости ( $\alpha = 0,05; \alpha = 0,01$ ; и т.п.), то это значит, что **влияние исследуемого фактора на значение СВ значимо, существенно**. И наоборот, если  $F_p$  не попадает в критическую область теоретического распределения отношений дисперсий ( $F_{табл}$ ), то разброс СВ зависит от неучтенных остальных факторов.

**Статистическое предположение.** При проведении однофакторного анализа предполагают, что все наблюдения принадлежат некоторому семейству распределений, а именно, **семейству нормальных распределений**. И только при этом возможно использование вышеописанной методики анализа. В других случаях, когда генеральная совокупность явно не описывается нормальным распределением, используются различные *параметрические методы анализа*, из которых наиболее разработаны *ранговые методы* [20].

### 5.5.2. Корреляционный и регрессионный анализ

Корреляционный и регрессионный анализ являются смежными разделами математической статистики и предназначены для изучения по выборочным данным статистической зависимости двух или более величин, причем все они или часть их являются случайными величинами. Следует особо отметить, что выборки случайных величин, зависимости которых исследуются должны быть, во-первых, *репрезентативными*, т.е. представительными (значения

случайных величин подобраны для однородных объектов исследования, взаимосвязанных общими чертами и характеристиками). В противном случае выводы анализа будут противоречить сущности статистических выводов. Во-вторых, для получения общих закономерностей выборку следует *цензурировать*, т.е. исключать в ней случайные единичные отклонения (флуктуации). С другой стороны, последний механизм исключает возможность учета специфичных проявлений некоторых сложных систем исследования, характеризующихся многообразием связей между элементами. Применение статистических методов для сложных систем является в лучшем случае – абстрактным подходом, в худшем – неправомерным.

Во время статистических наблюдений для каждого объекта в ряде случаев можно измерить значение нескольких признаков (например, у каждого человека есть возраст и место рождения, уровень образования и годовой доход, пол и социальная принадлежность и т.п.). Т.о., получается многомерная выборка. Смысл обработки многомерных выборок состоит в том, чтобы установить связи между признаками. Связь между *СВ* часто носит случайный характер и называется *стохастической* или *статистической*, если изменение одной величины вызывает изменение распределения другой величины. Если среднее значение одной величины функционально зависит от значения другой *СВ*, то такая статистическая зависимость называется *корреляционной*.

Задачами корреляционного анализа являются следующие:

1. Определение существования и не существования этой связи.
2. Определение степени или интенсивности связи двух или более *СВ*.
3. Установление достоверности суждения о наличии этой связи.

Наиболее важными и простыми характеристиками степени зависимости двух случайных величин являются *ковариация* и *коэффициент корреляции*.



Ковариацией  $\text{cov}(\xi, \eta)$  случайных величин  $a, b$  называют величину:

$$\text{cov}(\xi, \eta) = M(\xi - M\xi)(\eta - M\eta), \quad (5.26)$$

если указанное математическое ожидание существует.  
Другая формула:

$$\text{cov}(\xi, \eta) = M\xi\eta - M\xi * M\eta, \quad (5.27)$$

Для независимых СВ  $\text{cov}(\xi, \eta) = 0$ . Обратное утверждение не верно. Это необходимый, но недостаточный признак независимости.

Ненулевое значение ковариации означает зависимость случайных величин.

Использование ковариации в качестве меры связи СВ не удобно, т.к. *величина ковариации зависит от единиц измерения*, в которых измерены СВ. При переходе к другим единицам измерения ковариация тоже меняется. Поэтому в качестве меры связи признаков обычно используют *коэффициент корреляции* (величина безразмерная).

*Коэффициентом корреляции СВ  $\xi$  и  $\eta$*  (обозначение  $\text{corr}(\xi, \eta)$ ,  $r(\xi, \eta)$ ,  $\rho, r$ ) называют:

$$r = \frac{\text{cov}(\xi, \eta)}{\sqrt{D\xi} \cdot \sqrt{D\eta}}, \quad (5.28)$$

где  $D\xi, D\eta$  - дисперсии случайных величин  $\xi$  и  $\eta$  соответственно.

Из формулы видно, для существования коэффициента корреляции необходимо и достаточно существование дисперсий  $D\xi > 0, D\eta > 0$ .

Свойства коэффициента корреляции:

1. Модуль коэффициента корреляции не меняется при линейных преобразованиях СВ:

$$|r(\xi, \eta)| = |r(\xi', \eta')|,$$

$$\xi' = a_1 + b_1 * \xi; \quad \eta' = a_2 + b_2 * \eta$$

$a_1, b_1, a_2, b_2$  - произвольные числа.

2.  $|p(\xi, \eta)| \leq 1$

3.  $|p(\xi, \eta)| = 1$  тогда и только тогда, когда СВ  $\xi$  и  $\eta$  линейно связаны.

4. Если  $\xi$  и  $\eta$  статистически независимы, то  $p(\xi, \eta) = 0$ .

Обратное утверждение не верно.

Корреляционный анализ решает не столь сложные задачи, как регрессионный анализ.

**Регрессионный анализ** - это метод, с помощью которого устанавливают *формы зависимости* между случайной величиной  $Y$  и значениями одной или нескольких переменных ( $X_1, X_2, X_3$  и т.д.), причем значения последних считаются заданными.

**Регрессия** - односторонняя стохастическая зависимость. Она выражается с помощью *функции регрессии*, которую иногда называют просто регрессией.

Виды регрессии:

1. Относительно числа переменных (факторов), учитываемых в регрессии:
  - *Простая регрессия*. Она представляет регрессию между двумя переменными (например, зависимость прибыли предприятия от производительности труда);
  - *Множественная* или *частная регрессия*. Это регрессия между одним откликом и несколькими причинно обусловленными факторами.
2. Относительно формы зависимости:
  - *линейная регрессия*, т.е. регрессия, выражаемая линейной функцией;
  - *нелинейная регрессия*. При этой форме зависимости между переменными исследования объективно существуют нелинейные соотношения.
3. В зависимости от характера регрессии:

- *Положительная регрессия.* Она имеет место, если с увеличением или уменьшением фактора значение отклика также соответственно увеличивается или уменьшается. (Например, регрессия между прибылью и объемом произведенной продукции).
- *Отрицательная регрессия.* При увеличении фактора значение отклика уменьшается и наоборот. (Например, регрессия между прибылью и затратами на производство).

На практике все виды регрессии чаще всего встречаются комбинированно. Так, существуют *простая линейная, простая нелинейная, множественная линейная* и т.д.

Вообще задачами регрессионного анализа являются:

- 1) установление формы зависимости (линейная, нелинейная);
- 2) определение функции регрессии;
- 3) оценка неизвестных значений зависимой переменной (т.е. оценка прогнозируемых значений откликов).

Последовательность проведения регрессионного анализа.

1. *Формулировка экономической проблемы, определение цели исследования (во введении).*

На этом этапе в соответствии с целью исследования конкретизируются явления и процессы, зависимость между которыми подлежит оценке. Формируются экономически осмысленные и приемлемые гипотезы о зависимости явлений.

2. *Классификация переменных.*

На этом этапе определяются зависимые переменные (отклики) и независимые (факторы), задаваемые исследователем.

3. *Сбор статистических данных.*

На этом этапе осуществляют либо наблюдение и сбор значений отклика, либо проводят эксперимент при различных значениях фактора (задаваемой независимой переменной).

4. *Спецификация функций регрессии.*

На этом этапе исследования происходит конкретная формулировка гипотезы о форме связи. Содержательные соображения должны подсказать конкретную функциональную форму соотношения между переменными. Простейшим способом определения формы зависимости является построение *корреляционного поля*. Большой частью типы функций регрессии определяются поэтапно путем исключения переменных, не оказывающих существенное влияние на отклик, и включения в анализ новых переменных с использованием критериев проверки самостоятельности вида зависимости. Эти процедуры рекомендуется выполнять на ЭВМ.

5. *Оценка функции регрессии*. На этом этапе исследования определяют:

- *Неизвестные параметры (коэффициенты регрессии) функции регрессии*. Для простой линейной регрессии имеется несколько способов: метод «натянутой нити», метод сумм (сумма отклонений между наблюдаемыми и вычисленными значениями должна быть минимальной), метод наименьших квадратов по формуле:

$$\sum_{i=1}^n \Delta_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha_1 x_i - \alpha_0)^2 = \min \quad (5.29)$$

- границы доверительных интервалов для коэффициентов регрессии и самой функции (с использованием статистического критерия - *T-критерия Стьюдента*);
  - если необходимо, однородность дисперсии в эксперименте при помощи *G-критерия Кохрена*;
  - проверяют гипотезу на адекватность функции регрессии статистическим данным с помощью статистического критерия *F-критерия Фишера*;
6. Предсказание неизвестных значений зависимой переменной (прогноз).

Итак, с помощью регрессии мы в результате можем производить оценки значений отклика при усредненных условиях, что должно быть учтено в практических

прогностических исследованиях. В реальных условиях функционирования, когда условиям нелинейности, необратимости и уделяется особенное внимание применению данного инструмента для прогнозирования значения отклика анализа затруднительно (возможно лишь на короткий лаг прогнозирования) или вовсе невозможно.

#### Контрольные вопросы к разделу 5.

1. Охарактеризуйте необходимые условия достижения синергетических эффектов. Что такое положительная обратная связь?
2. Какие вы знаете экономико-математические методы исследования? Что такое модель исследования?
3. Выделите основные признаки классификации экономико-математических моделей (ЭММ).
4. Что такое конструктивный фрактал, динамический фрактал? Что отличает их от мультифрактала? Что такое алфавит и  $D(X)$  в теории распознавания образов?
5. Охарактеризуйте нечеткое множество, функцию и степень принадлежности нечеткого множества. Что такое лингвистическая переменная? Каково ее возможное значение?
6. Какой принцип закладывается в теорию нейросетевого моделирования? Что такое значение активации нейронной сети? Как образуется значение выхода определенного слоя сети?
7. Какие виды функций желательности вы знаете? В чем их отличие?
8. Когда используется графический способ определения  $u'$ . Для чего нужно рассчитывать показатель статистической чувствительности шкалы желательности?
9. Охарактеризуйте упрощенный способ определения показателя  $n$  для функции желательности Харрингтона. Какие виды ФЖ с двусторонним ограничением в зависимости от показателя  $\eta_d$  Вы знаете?
10. Для чего предназначен однофакторный и многофакторный (дисперсионный) анализ? В чем принципиальное отличие регрессионного анализа от корреляционного?
11. Чем отличается ковариация от коэффициента корреляции?

## 6. ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

### 6.1. Сущность и задачи прогнозирования

Под *прогнозом* понимается научно обоснованное описание возможных состояний объектов в будущем, а также альтернативных путей и сроков достижения этого состояния. Процесс разработки прогнозов называют *прогнозированием*.

*Прогнозирование* (греч. *prognosis* - знание наперед) - это вид познавательной деятельности человека, направленной на формирование прогнозов развития объекта на основе анализа тенденций его развития. Прогнозирование должно отвечать на два вопроса: *что вероятнее всего можно ожидать в будущем?* и *каким образом нужно изменить условия, чтобы достичь заданного состояния?* Прогнозирование является важным связующим звеном между теорией и практикой во всех областях жизни общества [3].

В зависимости от степени конкретности и характера воздействия на ход исследуемых процессов и явлений различают три формы предвидения:

- гипотезу (общенаучное предвидение);
- прогноз;
- план.

Эти формы предвидения тесно связаны в своих проявлениях друг с другом и с исследуемым объектом в системе управления и планирования, представляют собой последовательные ступени познания поведения объектов в будущем. Исходное начало этого процесса - *гипотеза* - это научно обоснованное предположение о структуре объекта, характере элементов связей, образующих этот объект, механизма его функционирования и развития. На уровне гипотезы дается *качественная характеристика* объекта, выражающая общие закономерности его поведения. Гипотеза лежит в основе научного управления и планирования и

воздействует на него через прогноз, являясь важным источником информации для его составления.

*Прогноз* в сравнении с гипотезой имеет большую определенность и достоверность, т.к. основывается не только на качественных, но и на *количественных характеристиках*. Прогноз выражает предвидение на уровне конкретно-прикладной теории, т.к. связан с будущим, которое всегда стохастично. Будущее зависит от многих факторов, сложное переплетение которых практически учесть невозможно. Отсюда *все прогнозы носят вероятностный характер*.

*План* представляет собой систему взаимосвязанных, направленных на достижение взаимной цели *плановых заданий*, определяющих порядок, сроки и последовательность осуществления отдельных мероприятий. В нем фиксируются пути и средства развития в соответствии с поставленными задачами, обосновываются принятые управленческие решения. План и прогноз представляют собой взаимно дополняющие друг друга стадии планирования. План - отражение уже принятого решения, а прогноз - это описание, поиск экономически верного пути. Если *прогноз - это предсказание, то план - предугадание*.

Задачами прогнозирования являются следующие:

- выявление перспектив исследуемых систем на основе реальных процессов;
- выработка оптимальных тенденций и планов на основе составленного прогноза;
- оценка принятого решения с позиций его последствий в прогнозируемом периоде.

## **6.2. Прогнозирующая система и виды прогнозов**

*Прогнозирующие системы* определяются как совокупность методов, приемов и процедур, позволяющих получать прогнозы при заданной целевой функции развития объекта прогнозирования, при заданном объеме текущей информации.

Прогнозирующие системы выполняют две основные операции:

- формирования множества альтернатив облика объектов прогнозирования;
- сравнение и выбор альтернатив.

Окончательный выбор варианта решения проблемы в прогнозирующих системах не производится. Он осуществляется лишь в случае введения в систему процедур *эвристических методов решения* (метод экспертных оценок, мозговая атака, метод фокальных объектов, метод контрольных вопросов и т.д.) или *операций оптимизации параметров* (например, симплекс-метод, метод градиентного восхождения, метод обобщенной критериальной функции).

Прогнозирующая система является динамической системой управления с *обратными связями* от объекта управления (исследование, прогнозирование) к управляющей системе (прогнозирующей системе). Обратные связи определяют рассогласование между определяемой в процессе прогнозирования информацией о развитии объекта с реальным его развитием, которое подвержено возмущающим его воздействиям внешней среды, и тем самым определяют тенденции и закономерности развития объекта. Возмущающие воздействия внешней среды определяются изменениями политической обстановки, развитием техники, технологии и т.п.

В процессе прогнозирования систем необходимо раскрыть следующие неопределенности [3]:

1. Относительно *состояния сферы функционирования* рассматриваются:

- оценка времени возникновения конфликтной ситуации, проблемы;
- оценка условия применения, включая объекты воздействия и их характеристики;
- выявление задач и возможных способов выполнения задач;
- выявление частоты возникновения типовых операций и неоднородности исходов операций.



2. Относительно *уровня развития научно-технических потенциалов*:
  - оценка возможности решения сформулированных задач из-за отсутствия соответствующих технических средств;
  - оценка последствий развития отдельных направлений.
3. Относительно *уровня ресурсного обеспечения*:
  - оценка величины ресурсов на создание элементов альтернатив системы;
  - оценка величины ресурсов, которые будут выделены на НИОКР в будущем.

Прогнозы можно подразделить в зависимости от *целей, задач объектов; времени упреждения; методов организации прогнозирования; источников информации и т.д.* Согласно принятым классификациям с точки зрения объекта прогнозирования прогнозы можно подразделять на научно-технические, экономические, социальные, военно-политические и т.д.

Экономические прогнозы в свою очередь могут подразделяться в зависимости от *масштабности объекта* на [3]:

- *глобальные* (рассматривают наиболее общие тенденции и закономерности в мировом масштабе);
- *макроэкономические* (анализируют наиболее общие тенденции явлений и процессов в масштабе экономики страны в целом);
- *структурные* (межотраслевые и межрегиональные)
  - предсказывают развитие народного хозяйства в разрезе отраслей и регионов материального производства;
- *региональные* (предсказывают развитие отдельных регионов);
- *отраслевые* (прогнозируют развитие отраслей, ФПГ);
- *микроэкономические* (предсказывают развитие предприятий, отдельных юридических лиц).

По времени упреждения выделяются следующие экономические прогнозы:

- *оперативный* (до 1 месяца);
- *краткосрочный* (до 1 года);
- *среднесрочный* (от 2 до 5 лет);
- *долгосрочный* (до 10 лет и более).

Оперативный прогноз основан на предположении о том, что в прогнозируемом периоде не произойдет существенных изменений в исследуемом объекте как качественно, так и количественно. В них преобладают детально-количественные оценки ожидаемых событий. Краткосрочный прогноз предполагает только количественные изменения. Оценка событий соответственно дается количественная. Средне- и долгосрочные прогнозы исходят как из количественных, так и из качественных изменений в исследуемом объекте, причем в среднесрочном - количественные изменения преобладают. В среднесрочном прогнозе оценка событий дается количественно-качественная, а в долгосрочном - качественно-количественная.

В зависимости от целей прогноза (по функциональному признаку) можно выделить два типа: *поисковый* и *нормативный*. Нормативный прогноз – это тот, который предназначен для указания возможных путей и сроков достижения *заданного, желаемого и конечного состояния объекта*. Например, ставится задача обеспечить каждую семью отдельной квартирой с числом комнат, соответствующих количеству членов семьи. Это - количественное состояние прогнозируемого объекта. «Обеспечение жильем» - цель его развития. И вот, разрабатываются прогнозы, показывающие, к какому сроку, при каких условиях, при каких капиталовложениях будет достигнута эта цель - нормативный прогноз. В отличие от него *поисковый прогноз* не ориентируется на заданную цель, а *рассматривает возможные направления будущего развития объекта, т.е. его будущее состояние*. Таким образом, поисковый прогноз отталкивается при определении будущего состояния объекта от его прошлого и настоящего, а нормативный прогноз осуществляется в обратном порядке от заданного состояния в будущем к существенным тенденциям и их изменениям в свете

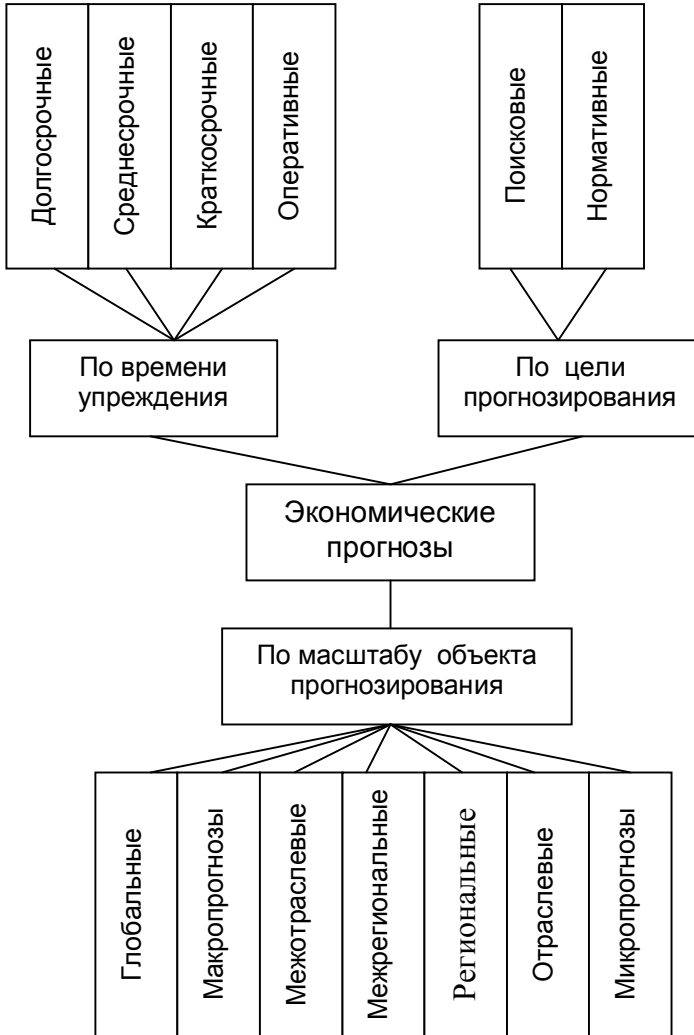


Рис. 6.1. Классификация экономических прогнозов

поставленной цели. Оба прогноза выступают одновременно на практике в качестве направлений, подходов к прогнозированию и используются совместно.

### **6.3. Методы прогнозирования**

Разработка прогнозов опирается на применение различных методов. *Методами прогнозирования* называют совокупность приемов мышления, позволяющих на основе анализа прошлых (ретроспективных) внешних и внутренних связей, присущих объекту, а также их изменений в рамках рассматриваемого явления вынести суждения определенной достоверности относительно будущего развития объекта.

Методы имеют свои особенности в зависимости от целей использования и уровней проводимых исследований. Методы различаются также по научной обоснованности и назначению. Выбор метода осуществляется в соответствии с характером объекта и требований, предъявляемым к информационному обеспечению. Опыт, накопленный *современной прогностикой*, показывает, что в большом многообразии методов можно выделить следующие их группы:

- методы экспертных оценок;
- методы экстраполяции;
- методы моделирования;
- нормативный метод;
- целевой метод.

*Методы экспертных оценок* основаны на применении экспертной информации. Они помогают оценить степень сложности и актуальности проблемы, определить основные цели и критерии, выявить важные факторы и взаимосвязи между ними, выбрать наиболее предпочтительные альтернативы. Известны два подхода к использованию экспертов: *индивидуальные оценки* и *групповые*. Индивидуальные оценки, или метод согласования оценок, состоит в том, что каждый эксперт дает оценку независимо от других, а затем с помощью какого-либо приема эти оценки объединяются в одну обобщающую. Индивидуальные

экспертные оценки могут быть представлены в виде *оценок типа интервью* или *аналитических записок*.

*Групповые* или *коллективные* методы экспертизы основаны на совместной работе и получении суммарной оценки от всей группы специалистов в целом.

Наиболее известным методом коллективной экспертной оценки является *метод Делфи*, разработанный в США. Первоначально этот метод, разработанный в американской исследовательской организации РЭНД Корпорэйшн О.Хелмером, Н.Долки и Т.Гордоном [3], использовался для целей военного научно-технического прогнозирования будущего. Отличительная особенность метода: отказ от совместной работы экспертов для того, чтобы избежать конформизма, т.е. искажения действительного мнения эксперта под влиянием психологических факторов (внушения, приспособления). Он основан на выявлении согласованной оценки экспертной группы путем их автономного опроса в несколько туров, предусматривающего сообщение экспертам результатов предыдущего тура с целью дополнительного обслуживания оценки и экспертов в последующем туре. Метод Делфи в настоящее время стал одним из наиболее широко применяемых инструментов научно-технического прогнозирования.

Следующим коллективным методом оценки является *метод ПАТТЕРН*, означающий "Помощь планированию посредством количественной оценки технических данных" (фирма "Хониуел", США). Особенности метода: подлежащая решению проблема разбивается на ряд подпроблем, в свою очередь делящихся на еще более узкие задачи, до тех пор, пока не будут получены достаточно простые элементы, которые могут быть оценены экспертами (строится дерево целей и задач); экспертным методом определяются коэффициенты важности каждой частной задачи относительно всей проблемы в целом (коэффициенты весомости); публичное обсуждение проблемы, которое якобы способствует положительному взаимовлиянию экспертов [3].

*Методы экстраполяции* основаны на предположении о неизменности факторов, определяющих развитие изучаемого

объекта, и заключаются в распределении закономерностей развития объекта в прошлом на его будущее.

Особое место в современном прогнозировании занимают методы многофакторного моделирования - *логического, информационного, статистического.*

К логическому моделированию относятся, в частности, методы прогнозирования по *исторической аналогии, методы сценария, дерева целей и др.*

Метод исторической аналогии основан на установлении и использовании объекта прогнозирования с одинаковым по природе объектом, опережающий первый в своем развитии. Условиями успешного использования этого метода является правильный выбор объекта сопоставления, а также учет поправки на историческую обусловленность сознания. В прошлом историческая аналогия применялась в области критического сопоставления культур: известны также акты преемственности научных принципов и идей.

Если события заданы в форме их описания, то показ вариантов возможной обстановки в будущем и установление времени ее наступления осуществляется с помощью *метода сценария.* Под сценарием понимается объем информации, характеризующий данную ситуацию. Эти данные включают в себя описание отдельных факторов, влияющих в той или иной степени наступления конкретного события. Задачей сценария является характеристика обстановки, в которой развивается процесс.

*Методы информационного моделирования* составляют специфическую область в прогнозировании. Характерные свойства массовых потоков информации (определенная направленность, возможность оценки интенсивности, ускорения или замедления, возможность выделения характерных структурных составляющих и образования последовательности документов в логической очередности и др.) создают предпосылки для прогнозирования развития на основе массовых источников информации, содержащих необходимые логически упорядоченные последовательности документов.

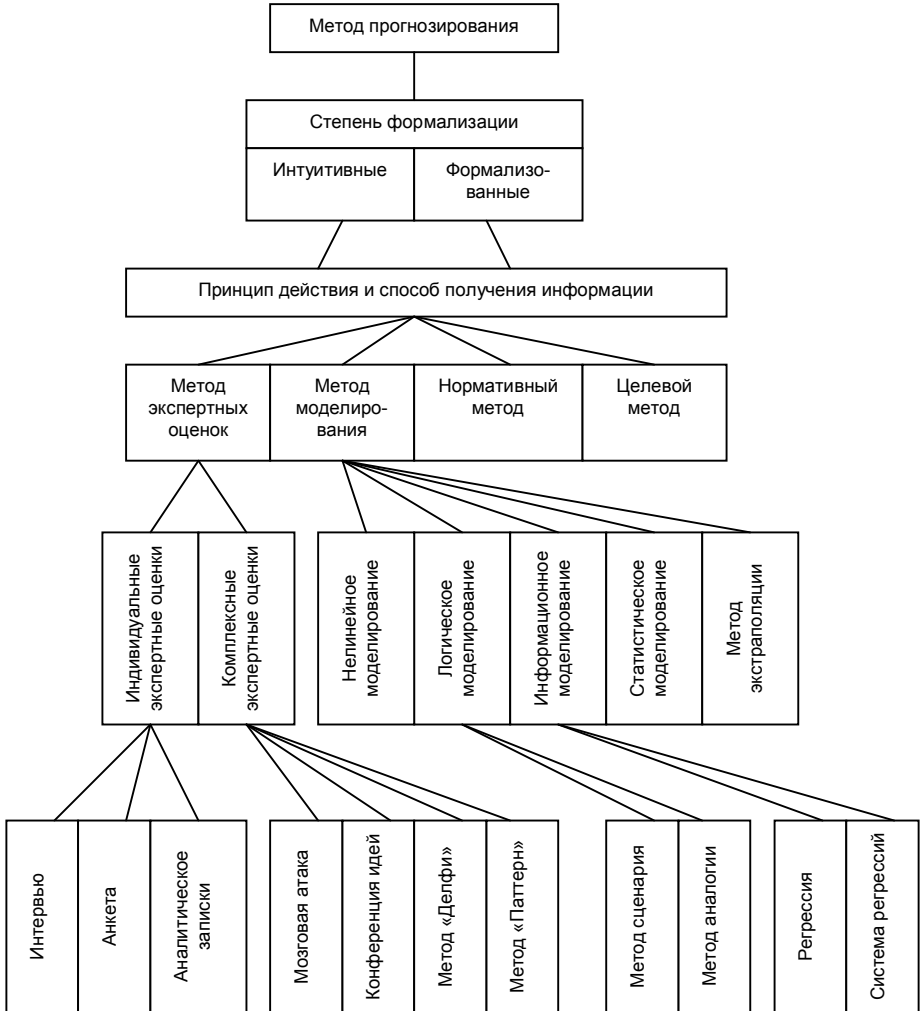
Наиболее распространенными являются методы, основанные на статистическом моделировании. *Методы статистического прогнозирования* можно разбить на две большие группы: прогнозирование на основе единичных уравнений регрессии, описывающих взаимосвязи признаков-факторов и результативных признаков, и прогнозирование на основе системы уравнений, взаимосвязанных рядов динамики.

*Нормативный метод* в прогнозировании заключается в установлении для определенного отрезка времени фиксированной системы норм. В качестве инструмента при нормативном прогнозировании могут быть использована теория графов, матричный подход и др.

Сущность *целевого прогнозирования* заключается в решении обратной задачи: в отыскании условий для достижения в будущем норм, задаваемых в виде строго определенных и обоснованных величин. Решение этой задачи обычно осуществляется методами математического прогнозирования [3].

В настоящее время имеется большое количество классификационных схем методов прогнозирования, в основу которой положены различные классификационные принципы. Наиболее важными классификационными признаками методов прогнозирования являются следующие: степень формализации, общий принцип действия, способ получения прогнозной информации.

По степени формализации методы прогнозирования можно разделить на *интуитивные* и *формализованные*. Интуитивные применяются тогда, когда невозможно учесть влияние многих факторов из-за значительной сложности объекта либо когда объект слишком прост. Эти методы базируются на информации, которая получается по оценкам экспертов. Формализованный метод базируется на фактически имеющемся информационном материале об объекте и его прошлом развитии. Ниже представлена схема основных используемых методов прогнозирования (рис.6.2).



*Рис.6.2. Классификация методов прогнозирования*



Контрольные вопросы к разделу 6.

1. Какие вопросы ставит перед собой прогнозирование? Чем отличается прогноз от плана?
2. Какие виды прогнозов Вы знаете? Что такое прогнозирующая система?
3. На какие группы можно подразделить методы прогнозирования? Охарактеризуйте каждую группу.

## 7. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ИССЛЕДОВАТЕЛЯ И НАУЧНАЯ ЭТИКА

Исследователь должен быть психологически готов к творчеству. Для творчества необходимым условием является психологическое равновесие. Исследователь должен иметь в себе силы противостоять конфликтам и преодолевать драматические ситуации. Творческая личность должна уметь владеть собой. С этой точки зрения весьма полезно овладеть *аутотренингом*. Жизненная стратегия творческой личности нацеливает на умение бороться и отстаивать свою позицию.

Большое значение имеет самоорганизация творческой личности. Здесь полезными могут казаться советы исследователей и изобретателей, которые явились итогом их длительной борьбы за свои идеи и позиции. Например, «девять заповедей» изобретателя Л.И. Чернышова [12,14] гласят:

1. Не спеши критиковать недостатки, если не знаешь, как их устранить.
2. Удостоверься в новизне твоего предложения.
3. Убедись в ценности предлагаемой идеи для общества.
4. Убедись в ценности предлагаемой идеи для коллектива.
5. Не падай в обморок, встретив препятствия. Учти, не будь отживающего и борьбы с ним нового, не требовались бы ни идеи, ни новаторы, то есть ты сам.
6. В стратегии будь максималистом, а в тактике - минималистом.
7. Откажись от иллюзий. Никто не обязан делать твое дело за тебя. Идея - твое детище, а своих детей нужно растить самим.

8. Познай самого себя, все свои достоинства и недостатки, чтобы твою оборону никто не мог разрушить, а твои атаки завершались победой.
9. Познай противников своей идеи и их окружение, возьми в расчет их сильные и слабые качества, чтобы противников сделать нейтралами, нейтралов - союзниками, вовлечь свой коллектив в реализацию идеи и усилить этим перестройку коллектива.

Советский исследователь Е.Жариков предложил комплекс установок и правил самоуправления для научного работника, включающий пять пунктов [12,14]:

1. Динамичность установок. Исследователь должен ставить перед собой не одну, а несколько целей (основная, «запасная» и т.п.). Это уменьшает опасность появления невроза от первой неудачи.
2. Временная переоценка того, чего пока не удалось достичь исследователю.
3. Осмысление возможной неудачи и ее последствий заранее.
4. Заполнение «оценочных карт» возможных отрицательных событий (в левой колонке - предположения до события, в правой - оценка после него и формулирование извлеченного урока).
5. Речевая самокомпенсация (вслух о трудном) и своевременная шутка для разрядки напряжения в коллективе.

Имея определенный уровень психологической подготовки к неудачам, исследователь значительно легче их переносит, избегает депрессивного состояния, а, значит, сохраняет работоспособность, как творческая личность.

Научная этика представляет собой систему норм нравственного поведения, принятых в научной среде, в научном сообществе.

Проблема нарушения научной этики существовала всегда. Незетичное поведение научных работников имеет место во всем мире.

Однако уровень научной этики в стране зависит от того, насколько национальная наука интегрирована в мировое

научное сообщество, насколько она живет по нравственным нормам мирового научного сообщества. Если такой интеграции нет, тот уровень нравственности напрямую связан с уровнем нравственности в обществе, в стране.

Результативность науки также связана с уровнем научной этики. Поэтому рассмотрение некоторых вопросов научной этики представляется весьма полезным.

Формы неэтичного поведения в науке могут быть различными. Наиболее известны следующие [12]:

1. **Плагиат** - умышленное присвоение чужого авторства полностью или частично, выдача чужого открытия, изобретения, научного результата за собственный.
2. **Компиляция** - работа, составленная путем заимствования и не содержащая собственных сообщений или интерпретаций. Такая работа может быть вполне этичной, если составитель не претендует на авторство. В этом случае должны быть ссылки на авторов.
3. **Неэтичное цитирование** - цитирование без ссылок (примыкает по смыслу к плагиату), либо искажение цитаты. Искажение цитаты может быть прямым, когда цитируемому автору присваивают не его высказывание, либо смысловым, когда цитата вырывается из контекста, и при этом искажается ее смысл.
4. **Аргументация с помощью цитат**. Цитата может быть лишь вспомогательным аргументом. Нельзя в качестве основного аргумента приводить цитату.
5. **Ложное соавторство**: возможно в нескольких случаях:
  - когда соавторы равны по статусу и действуют по принципу: «ты - мне, я - тебе!»;
  - когда для более успешного внедрения результатов, их публикации привлекается «соавтор-таран», обладающий необходимой «пробивной способностью»;

- когда отношения строятся по схеме: «начальник-подчиненный», «руководитель-аспирант» и т.п.
- 6. **Подтасовка научных фактов, экспериментальных данных и т.п.** Источником этого вида неэтичного поведения может стать нехватка времени, необходимость получить «убийственный аргумент» и т.п.
- 7. **Демагогия.** Демагогию можно определить как совокупность методов, позволяющих создать впечатление правоты, не будучи правым. В этом случае демагогия находится между логикой и ложью. Демагогия является неэтичной формой дискуссии.

Нарушения научной этики могут приводить к возникновению квазинауки (лженауки). **Квазинаука** - некое научное учение, отрицающее аналогичную мировую науку. Возникает квазинаука или лженаука в результате идеологического, финансового, административного давления на ученых. В этой ситуации ученый вынужден либо уйти из науки или научной организации, либо заниматься тем, чем велят, и «получать» те результаты, которые хочет иметь начальство[12].

Для того чтобы не возникало лженаук или квазинаук, национальная наука должна развиваться по законам мировой науки. Во-первых, должен соблюдаться принцип академической свободы. *Личный успех ученого должен оцениваться объективно, исходя из успешности его работы, а не из должности этого ученого. Не следует пытаться талант привязать к должности и наоборот.* Соблюдение данных принципов способствует эффективному развитию науки.

Контрольные вопросы к разделу 7.

1. Какие заповеди изобретателя и правила самоуправления научного работника Вы знаете?
2. Что такое плагиат? Охарактеризуйте этичность компиляции.
3. Как должен быть привязан талант научного работника к его должности?

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

**Абстрагирование** – всеобщий системообразующий метод методологии. Заключается в мысленном отвлечении от ряда свойств предметов и отношений между ними и вычислении одного свойства и отношения.

**Апробация** (лат. *aprobatio* - одобрение, утверждение) - вынесение направлений и результатов НИР на суд научной общественности.

**Вариационный ряд** - выборка, перенумерованная в порядке возрастания (в виде таблицы).

**Вероятность** - мера возможности наступления события.

**Время упреждения** (прогнозируемый период) - отрезок времени от момента, для которого имеются последние статистические данные об изучаемом объекте, до момента, к которому относится прогноз.

**Выборка** – 1) статистическая совокупность значений признака объекта исследования, получаемая в результате выборочного исследования; 2) часть генеральной совокупности значений признака объекта исследования, выбранная случайно для исследования.

**Генеральная совокупность** - совокупность всех возможных значений признака объекта (явления) в каком-либо исследовании.

**Гетерархичность** – понятие, характеризующее неоднородность, сверхсложность, многоэлементность, разноприродность системы.

**Гипотеза** (научная гипотеза) - это предположение о существовании такой закономерности, которая пока еще наблюдалась наукой, но объясняет определенную совокупность явлений.

**Девияция** - мера рассеивания значений СВ от своего среднего, которая определяется как сумма квадратов отклонений признака от средней арифметической.

**Дедуктивный метод (дедукция)** - способ выполнения теоретической работы, которая заключается в выявлении частных положений из общих законов (от общего к частному).

**Диалектический метод познания** – всеобщий системообразующий метод в системе методологии.

**Дискретная СВ** - 1)случайная величина, которая принимает отдельные возможные значения с определенными вероятностями, т.е. значения которой являются только отдельные точки числовой прямой; 2)случайная величина, множество возможных значений которой конечно или счетно.

**Дисперсия** - мера рассеивания значений СВ, которая определяется как среднее значение квадратов отклонений СВ от своей средней арифметической величины.

**Закон распределения** - соответствие между возможными значениями случайной величины и их вероятностью.

**Идеализация** – метод абстрагирования, позволяющий исследовать объект, полностью соответствующий поставленной цели.

**Инвайроментальность** – нелинейное соотношение взаимодействия внешней и внутренней среды системы.

**Индуктивный метод (индукция)** - способ выполнения теоретической работы, который заключается в выявлении общих законов по частным фактам исследования (от частного к общему).

**Инновационная деятельность** - это деятельность, направленная на реализацию научных знаний с целью получения нового продукта или улучшения производственного продукта, способа его производства (технологии) и обслуживания.

**Институты** – это 1) «правила игры» в обществе; созданные человеком ограничительные рамки, которые организуют взаимоотношения между людьми (Д.Норт – лауреат нобелевской премии); 2) инстанции и процедуры, обеспечивающие соблюдение «правил игры» (в.т.ч. принудительное).

**Интерполяция** - (от лат. Interpolatio - подновлять) - математическое нахождение по ряду данных значений функции промежуточных ее значений.

**Интерспецифичность** подсистем – взаимозависимость подсистем друг от друга.

**Испытание** - соблюдение всей совокупности условий (с точки зрения теории вероятности).

**Исход** - это результат испытания.

**Кибернетика** (от греч. kybernetike - искусство управления)- наука, изучающая общие законы управления в живой и неживой природе, технике и экономике. Та часть кибернетики, которая изучает процессы управления в экономике, называется «экономической кибернетикой».

**Когерентность** (лат. cogerentia – связь, сцепление) – критерий, характеризующий согласованное протекание во времени нескольких колебательных и волновых процессов в системе.

**Корреляционный анализ** - это раздел математической статистики, с помощью которого определяется существенная зависимость между двумя или более случайными величинами или отсутствие такового.

**Математическая статистика** - это раздел математики, посвященный методам сбора, анализа и обработки статистических данных для научных и практических целей.

**Медиана случайной величины** - это точка на оси абсцисс, которая делит площадь под кривой на две равные части (срединное значение СВ).

**Метод наименьших квадратов** - способ подбора параметров регрессионной модели исходя из минимизации суммы квадратов отклонений.

**Метод прогнозирования** - совокупность приемов мышления, позволяющих на основе анализа ретроспективных внешних и внутренних связей, присущих объекту, а также их изменений в рамках рассматриваемого явления вынести суждение определенной достоверности относительно будущего развития объекта.



**Метод управления** – способ воздействия управляющего субъекта на объект управления для достижения поставленной цели.

**Мода случайной величины** - это точка на оси абсцисс, соответствующая максимальной плотности распределения (наиболее вероятное значение).

**Моделирование** - изучение свойств и характеристик различного рода процессов или объектов посредством исследования их искусственных или естественных аналогов (моделей).

**Модель** - 1) такой материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект-оригинал так, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте-оригинале; 2) искусственная система, отражающая изучаемые (основные) свойства объекта исследования.

**Мультифрактал** - неоднородный фрактал, определяемый не одним параметром (фрактальной размерностью), а целым множеством таких размерностей (верхняя и нижняя емкость, верхняя и нижняя поточечная размерность и т.д.).

**Наука** - это непрерывно развивающаяся система объективных знаний о действительности.

**Научная деятельность (научные исследования)** - интеллектуальная творческая деятельность по получению, анализу, систематизации и обобщению знаний о природе, человеке, обществе, технике и технологиях.

**Научные работники (ученые)** - это лица, имеющие высшее образование и ведущие НИР или научно-педагогическую работу по плановому утвержденному порядку.

**Научный результат** - это неизвестные ранее сведения о природе, человеке, обществе, технике и технологиях, ставшие известными вследствие целенаправленной научной деятельности либо в силу случайных обстоятельств, связанных с научной деятельностью (побочный научный результат).

**Научный факт** – факт, обладающий научной новизной и являющийся фиксированным (опубликованным).

**Непрерывная случайная величина** – случайная величина, которая непрерывно заполняет интервал от некоторого минимального до максимального значения (имеет место при измерениях, где нет фиксированного значения).

**Обратная связь отрицательная** – воздействия, передаваемые по цепи обратной связи системы в противофазе с происходящим извне воздействием и способствующее, благодаря этому, сохранению равновесия и пропорциональности между входом и выходом, относительной устойчивости и стабильности; обратная связь, ответственная за выполнение системой целевой функции.

**Обратная связь положительная** – воздействия, передаваемые по цепи обратной связи системы в фазе с приходящим извне воздействием и таким образом усиливающие входной сигнал, способствующие «разгону» системы и появлению в ней синергетических эффектов; обратная связь, ответственная за развитие системы.

**Отклик** - зависимая переменная, значение измеряемого признака, величина результата.

**Прогноз** - научно-обоснованное описание состояний объектов в будущем, а также альтернативных путей и сроков достижения этого состояния.

**Прогнозирование** (греч. prognosis - знание наперед) - это вид познавательной деятельности человека, направленной на формирование прогнозов развития объекта на основе анализа тенденций его развития.

**Регрессионный анализ** - это раздел математической статистики, устанавливающий формы зависимости между случайной величиной и значениями одной или нескольких переменных.

**Регрессия (функция регрессии)** - статистическая зависимость между значением случайной величины и заданными переменными.

**Самоорганизация** (в смысле «организовать себя») – установление организованности, порядка в системе за счет согласованного взаимодействия компонентов внутри ее и обмена с внешней средой энергией, информацией и прочими естественными и искусственными ресурсами.

**Синергетика** – междисциплинарная, кроссдисциплинарная и интерсубъективная наука об организации сложных систем, функционирующих в условиях нелинейности, неравновесности и необратимости.

**Синергетический эффект в системе** – это 1) «прорывной» или «взрывной» эффект, наблюдаемый при нарушении устоявшихся закономерностей в эволюции; 2) эффект революционный, при котором происходит появление пространственно-временного порядка нового качества; 3) эффект согласованной деятельности подсистем в системе, функционирующих в условиях неравновесности, необратимости и нелинейности.

**Системно-синергетический подход** – принцип исследования, ориентированный на изучение отдельных элементов в контексте развития всей системы, которая характеризуется нелинейностью, кооперативностью процессов, открытостью, необратимостью развития.

**Системный анализ** – методология исследования объекта (предмета), проблем путем их структуризации, декомпозиции, расчленения, установления соподчиненности и отношений (взаимосвязей) как по вертикали, так и по горизонтали (частный случай системного подхода).

**Системный подход** – методология исследования объекта (предмета) основанная на представлении его как системы.

**Системный синтез** – методология принятия решений, разработки путем синтеза, сборки как самих элементов системы, так и отношений (взаимосвязей) и соподчиненности между ними в соответствии с целью исследования и выбранными критериями.

**Событие** - всякий факт, который может либо произойти, либо не произойти.

**Традукция** – 1) умозаключение по аналогии; 2) перенос свойств одного предмета, процесса на другой предмет, процесс, причем на одном уровне (от частного к частному, от общего к общему).

**Уровень фактора (способ обработки)** - конкретная реализация фактора (например, *определенный* школьный учебник, способствующий получению знаний).

**Фактор** - то, что оказывает влияние на конечный результат (отклик) (например, "школьный учебник", воздействующий на совокупность знаний ученика).

**Фрактал** – это такое множество, которое имеет хаусдорфову (фрактальную) размерность, большую топологической.

**Фрактал конструктивный** – это геометрическая фигура, в которой один и тот же фрагмент повторяется при каждом уменьшении масштаба (Лаверье).

**Эвристика** – («искусство нахождения истины») - 1. система логических приемов и методических правил теоретического исследования; 2. наука, изучающая продуктивное творческое мышление.

**Экзогенные переменные** - условия и параметры, устанавливаемые вне модели (факторы, внутренние параметры объекта исследования).

**Эксперимент** - это научно поставленный опыт в точно учитываемых условиях, который можно воссоздать при повторении этих условий.

**Экстраполяция** - математическое нахождение по ряду данных значений функции других ее значений, находящихся вне этого ряда (противоположное интерполяции).

**Эмерджентность (принцип)** – 1. свойство сложных систем, заключающееся в том, что целое не соответствует сумме частей его составляющих; 2. принцип, характеризующий системный эффект, который не равен алгебраической сумме эффектов его подсистем (может быть больше или меньше).

**Эндогенные переменные** - параметры, определяемые с помощью модели (зависимые переменные, отклики).

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: Учебник. - 3-е изд., перераб. - М.: Финансы и статистика, 1995 - 288 с.:ил.
2. Бор М.З. Основы экономических исследований. Логика, методология, организация, методика. – М.: Издательство «ДИС», 1998. – 144 с.
3. Введение в ПЦПТЛП: Учебное пособие /Б.Л.Кузнецов; КамПИ, Набережные Челны, 1990. 82 с.
4. Вечканов Г.С., Вечканова Г.Р. Словарь рыночной экономики. - СПб: ТОО ТК "Петрополис", 1995 - 358с.
5. Волошин Г.Я. Методы распознавания образов (конспект лекций) [Электронное издание]: курс лекций. – 05.10.2000. – Режим доступа: <http://www.vvsu.ru> - Загл. с экрана.
6. ГОСТ 7.32–2001. «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».
7. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах – СПб: Питер, 1997. – 240 с.:
8. Зиятдинов А.Ф. Бюджетная эффективность промышленных инвестиционных проектов (системно-синергетический подход) / Диссертация на соискание ученой степени канд.экон.наук. / г.Набережные Челны., 2002 г. – 157 с.
9. Колде Я.К. Практикум по теории вероятностей и математической статистике: Учебное пособие для техникумов. - М.: Высшая школа, 1991. - 157 с.:ил.
10. Кошкина И.А. Совершенствование системы диагностики экономической безопасности машиностроительного предприятия (системно-синергетический подход) / Диссертация на соискание ученой степени канд.экон.наук. / г.Набережные Челны., 2005 г. – 160 с.
11. Морозов А.Д. Введение в теорию фракталов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002, 160 стр.

12. Основы научных исследований: Метод. пособие и варианты контрольных работ для студентов всех спец. дн. и заоч. отде-ния /Сост. А.Н.Цветков. - СПб.:Изд-во СПбГИЭА, 1992. - 34 с.
13. Основы управления персоналом: Учеб. для вузов/Б.М. Генкин, Г.А. Кононова, В.И. Кочетков и др.; Под ред. Б.М. Генкина. – М.: Высш.шк., 1996.-383 с.: ил.
14. Пирогов Г.С., Таран Ю.М., Бельгольский Б.П. Интенсификация инженерного творчества. М.: Профиздат, 1989. 192 с.
15. Пуряев А.С. Синергетическая эффективность проекта / «Экономическое возрождение России», - 2005, - №1(3), с.64-68.
16. Пуряев А.С. Система оценки выбора технологических процессов плавки и литья чугуна. Наб.Челны: Изд-во Камского госуд. политехн. института, 2004 г., 191 с.
17. Рыночная экономика: Учебник /Б.А.Райзберг. - М.: Редакция журнала "Деловая жизнь", Вера, 1995. - 224 с.
18. Сарайкин А.В. Разработка моделей оценки и сокращения транзакционных издержек машиностроительных корпораций. / Диссертация на соискание ученой степени канд.экон.наук. / г.Набережные Челны., 2005 г. – 180 с.
19. Советский энциклопедический словарь/ Научно-редакционный совет: А.М. Прохоров (пред.). - М.: "Советская энциклопедия", 1981. - 1600с. с ил.
20. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере / Под ред. В.Э.Фигурнова. - М.: ИНФРА-М, Финансы и статистика, 1995. - 384 с., ил.
21. Функция желательности Е.С.Харрингтона при решении компромиссных задач. Методические указания для студ. очного и заочного обучения специальности 0608 / Составитель А.С.Пуряев – г.Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 1999. 25 с.
22. Шарамко М.М. Совершенствование системы бенчмаркинга в машиностроительном комплексе (синергетический подход). / Диссертация на соискание ученой степени канд.экон.наук. / г.Набережные Челны, 2005 г. – 166 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### **ПРИМЕР СТРУКТУРЫ НИР**

**ВВЕДЕНИЕ** (*цель работы, задачи для достижения поставленной цели, предмет и объект исследования, достигнутые результаты исследования*)

**ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ ОБЪЕКТА, АНАЛИЗ ОБЪЕКТА И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ПРЕДМЕТА ИССЛЕДОВАНИЯ**

- 1.1. Сущность предмета и проблемы исследования (*сущность того, что надо решить*)
- 1.2. Сущность объекта исследования (*сущность того, в чем надо найти, решить*)<sup>4</sup>
- 1.3. Методики и инструментарии по предмету исследования на предприятии в современных условиях хозяйствования (*выявление достоинств и недостатков*)<sup>5</sup>
- 1.4. Существующие методики, инструменты предмета исследования на исследуемом объекте (*выявление достоинств и недостатков*)
- 1.5. Закономерность и тенденции развития объекта и предмета исследования (*синтез проблемы; выдвижение гипотез развития объекта и предмета исследования*)

**ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1**

**ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ (ПРЕДМЕТА ИССЛЕДОВАНИЯ)**

- 2.1. Общая принципиальная модель (*предлагаемая концепция предмета исследования*)

---

<sup>4</sup> Данный подраздел можно объединить с предыдущим (с п.1.1.)

<sup>5</sup> Названия разделов, подразделов, пунктов не несут в себе конкретной формулировки. Они отражают необходимое содержание подразделов.

- 2.2. Принципы (*усовершенствованные или разработанные принципы реализации предмета исследования*)
- 2.3. Методика (*частная разработанная методика расчета, какой-то блок концепции детально проработанный*)
- 2.4. Инструментарий (*разработанные механизм, способы, приемы, алгоритмы действий*)

## ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

## ГЛАВА 3. АСПЕКТЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗРАБОТАННЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

3.1. Апробация разработанной методики в разрезе исследуемого объекта

3.2. Разработка конкретного инструментария применительно к объекту исследования

3.3. Организационно-экономический механизм внедрения разработанных положений

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3 (*кратко и ясно по пунктам*)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ (*объединение всех выводов соответствующих глав*)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ (*по алфавиту, в соответствии с ГОСТ 7.1.-76*)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (*схемы, иллюстрации*)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (*расчеты, обоснование, акты внедрения*)



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### **ПРИМЕР ВЫБОРА ВАРИАНТА РЕШЕНИЯ ПО РАЗРАБОТАННОЙ МЕТОДИКЕ**

**ЗАДАНИЕ.** Определить оптимальный вариант технологического процесса плавки чугуна при разработке проекта модернизации действующего плавильного участка чугунолитейного цеха.

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

1. Ограничения и желательные уровни по частным параметрам оптимизации, задаваемым технологом и заказчиком представлены в таблице П2.1.

Таблица П2.1

Параметры	Технико - технологические				Технико – экономические
	Вид и марка чугуна	Технолог. температур. распл., °С	Содержание серы после выплавки, 10 <sup>-2</sup> %	Группа сложности литья по признакам 1,3,5,6-10	Производительность печи, т/ч
Значение	любой	1600	0,035	3,4,5	25
Статус параметра и уровень значения	Строгий *	Строгий миним.	Строгий макс.	Строгий *	Строгий *

Продолжение таблицы П2.1

Технико-экономические			Экологические				Социальный	
Тип производственного процесса	Удельная производ. труда т / чел*ч	Цикл плавки и выдержки, час	Тепловое излучение Вт/м <sup>2</sup>	Шум, дБА	Вибрация, дБ	Пыль, кг/т	Вредные вещества, мм <sup>3</sup> /т	Коэффициент охр. труда работающих технолог. процессом
Круп. сер,	3.0	4.0	1500	80	100	9	240	0,3
Строгий *	желательный миним.	желательный Макс.	желательный максим.	жел. макс.	желат. макс.	строгий макс.	строгий макс.	желательно миним.

Продолжение табл. П2.1

Качественные		Экономические		
Комплексный показатель КИФ, баллы	Прочие качественные параметры, баллы	IRR, %	KV, млн. руб.	Ток, лет
3.0	3.0	20	250	6
желательный минимальный	желат. миним.	строгий миним.	строгий максим.	строгий максим.

Примечание. Значения параметров, отмеченных символов \* представлены в виде обозначений (вида, названия, марки) или в виде интервала или отдельных значений дискретных величин, измеренных в порядковых шкалах. Поэтому, в этом случае уровень значения (минимальный, максимальный) не задается. Допустимость варианта решения определяется иным образом (см. дальше).

2. Совокупность альтернативных вариантов технологического процесса плавки чугуна (имеющихся в наличии) со своими значениями частных параметров оптимизации представлена в таблице П2.2.

Таблица П2.2

	Вариант технологического процесса плавки чугуна	ЧАСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПТИМИЗАЦИИ							
		Технико-технологические				Технико-экономические			
		Вид и *марка чугуна	Мах. техн. темп. расп., °С	Min. сод. S после выпл., *10- 2%	Груп.* сл.лит. по пр. 1,3,5, 6-10	Произ- * вод., т/ч	Тип * производ- ственного процесса	Удель- ная про- извод. труда, т/чел*час	Цикл плавки и выд., час.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	ИП	Любой	160 0	4	1,2,3, 4	0,5-28	Ед, Мс, С	4,0	3,0
2	ДЭП	—" —	165 0	4	1,2,3, 4	0,5-25	Ед, Мс, С	5,3	2,0
3	ИЧТ-ИЧТМ	—" —	1600	2	1,2,3,4	0,5-28	Мс, С, Кр С, М	3,2	4,0
4	ИЧТ-ИЧКМ	—" —	1600	2	1 - 6	0,5-28	—" —	3,2	3,5
5	ИЧТ-ДЭП	—" —	1650	2	1 - 6	0,5-25	—" —	4,0	4,0
6	ДЭП-ИЧТМ	—" —	1600	2	1 - 6	0,5-28	—" —	4,0	3,0
7	ДЭП-ИЧКМ	—" —	1600	2	1 - 6	0,5-28	—" —	4,0	2,5
8	ДЭП-ДЭП	—" —	1650	2	1 - 6	0,5-25	—" —	4,2	2,7
9	ИЧТ-ИЧКМ -АРУ	—" —	1600	2	1 - 6	0,5-28	—" —	2,7	3,5
10	ИЧТ-ИЧТМ -АРУ	—" —	1600	2	1 - 6	0,5-28	—" —	2,7	4,0
11	ИЧТ-ДЭП -АРУ	—" —	1650	2	1 - 6	0,5-28	—" —	2,8	4,0
12	ДЭП-ИЧКМ -АРУ	—" —	1600	2	1 - 6	0,5-28	—" —	2,8	3,0
13	ДЭП-ИЧКМ -АРУ	—" —	1600	2	1 - 6	0,5-28	—" —	2,8	2,5
14	ДЭП-ДЭП -АРУ	—" —	1650	2	1 - 6	0,5-28	—" —	3,2	2,7

Продолжение таблицы П2.2

N п/п	ЧАСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПТИМИЗАЦИИ										
	Экологические					Соци- альная	Качественные		Экономические		
	Тепл. излуч., Вт/м <sup>2</sup>	Шум, ДБА	Вибра- ция, ДБ	Пыль, кг/т	Вредн. в-ва, мм <sup>3</sup> /т	Кэф. охран. труда раб- их тех- проц.т, баллы	Компл. Показ. КИФ, Баллы	Прочие кач. требов. баллы	IRR, %	KV, млн. руб.	T <sub>ок</sub> , лет
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	500	70	70	0,3-5,0	10-30	0,3	3,0	2,5			
2	560	100	80	5-10	120- 150	0,2	3,0	2,5			
3	1000	80	70	1-9	20 - 60	0,3	3,5	3,0	20,5	210	5
4	1000	80	70	1-9	20-60	0,32	3,6	3,0	22	210	5,5
5	1200	100	80	6-10	20-60	0,28	3,5	3,0	18	220	5,7
6	1200	100	80	6-10	200- 300	0,25	3,6	3,0			
7	1200	100	80	6-10	200- 300	0,25	3,7	3,0			
8	1300	105	85	6-10	200- 350	0,26	3,7	3,0			
9	2000	80	70	1-9	20-60	0,32	3,6	3,2	28	230	9
10	2000	80	70	1-9	20-60	0,31	3,5	3,2	23	250	4
11	2100	100	70	6-10	20-60	0,28	3,5	3,2	20	300	4,5
12	2100	100	80	6-10	200- 300	0,25	3,5	3,2			
13	2100	100	80	6-10	200- 300	0,24	3,6	3,2			
14	2200	105	85	8-12	200- 350	0,26	3,7	3,2			

Примечания:

1. В таблице П2.2 параметры оптимизации содержат условные и приближенные значения. Адекватность отражения ими действительности не гарантируется. Они предназначены для наглядной демонстрации сущности предлагаемых методических рекомендаций.
2. Расшифровка обозначений: Ед – единичное производство; Мс – мелкосерийное; С – серийное; Крс – крупносерийное; М – массовое.

## РЕШЕНИЕ.

1. *Определение количества допустимых вариантов технологического процесса плавки чугуна по следующим группам частных параметров оптимизации: технико-технологическая, технико-экономическая, экологическая, социальная, группа качественных параметров.*

Для определения частных желательностей параметров оптимизации первоначально определяем механизм перевода  $Y_i$  в  $Y_i'$  в виде уравнений прямой  $y'_i = a \cdot y_i + b$

В табл. П2.3 представлены две контрольные точки, установленные по предпочтению технолога и заказчика (реперные точки) для каждого частного параметра оптимизации. Первая контрольная точка совпадает с ограничением.

Таблица П2.3

Реперные точки частных параметров

Контроль- ные точки	Максим. технолог. температ. расплава		Минимальное содержание серы после выплавки		Уд. производ. труда		Цикл плавки и выдержки		Тепловое излучение		Шум	
	°С	d	%	d	т/чел*ч	d	час	d	Вт/м <sup>2</sup>	d	дБА	d
Первая	1600	0.37	0.035	0.37	3.0	0.37	4.0	0.37	1500	0.37	80	0.37
Вторая	1650	0.7	0.02	0.8	4.0	0.7	3.0	0.7	500	0.8	10	0.8

## Продолжение табл. П2.3

Контроль-ные точки	Вибрация		Пыль		Вредные вещества		Кoeffи-циент охраны труда техпроцессом		Комплек-ный пока-затель КИФ		Прочие качественные требования	
	ДБ	d	кг/т	d	мм <sup>3</sup>	d	Б/Р*	d	баллы	d	баллы	d
Первая	100	0.37	9.0	0.37	240	0.37	0.3	0.37	3.0	0.37	3.0	0.37
Вторая	70	0.8	1.0	0.8	10	0.8	0.65	0.8	4.0	0.8	4.0	0.8

Примечания:

1. Реперные точки для параметров, отмеченных символом \* в табл. 2.1, не устанавливаются. Допустимость этих параметров определяется иным образом (см. дальше).

2. \* Б/Р - без размерности.

Далее определяем кодированные значения контрольных точек по формуле (1.8). Результаты представлены в табл. П2.4.

Таблица П2.4

## Кодированные значения реперных точек (Y')

Конт-рольные точки	Максим. технолог. температура расплава		Миним. содерж. серы после выплавки		Уд. производ. труда		Цикл плавки и выдержи		Тепловое излучение		Шум	
	°С	Y'	%	Y'	т/чел*ч	Y'	час	Y'	Вт/м <sup>2</sup>	Y'	дБА	Y'
Первая	1600	0	0.035	0	3.0	0	4.0	0	1500	0	80	0
Вторая	1650	1.03	0.02	1.5	4.0	1.03	3.0	1.03	500	1.5	10	1.5

## Продолжение табл. П2.4

Конт-рольные точки	Вибрация		Пыль		Вред-ные вещества		Кoeffи-циент охраны труда		Комплек-ный показатель КИФ		Прочие качественные требования	
	дБ	Y'	кг/т	Y'	мм <sup>3</sup>	Y'	Б/Р	Y'	баллы	Y'	баллы	Y'
Первая	100	0	9,0	0	240	0	0.3	0	3.0	0	3.0	0
Вторая	70	1.5	1.0	1.5	10	1.5	0.65	1.5	4.0	1.5	4.0	1.5

Примечание. Расчетные значения Y' округлены до сотых.

Полученные по двум контрольным точкам функции перевода представлены в табл. П2.5.

Таблица П2.5

Уравнения перевода  $Y_i$  в  $Y_i'$ 

<i>Параметр оптимизации</i>	Функция $y' = a \cdot y + b$	<i>Параметр оптимизации</i>	Функция $y' = a \cdot y + b$
Максимальная технологическая температура расплава	$y' = 0.02y - 32.96$	Вибрация	$y' = -0.05y + 5$
Минимальное содержание серы	$y' = -100y + 3.5$	Пыль	$y' = -0.19y + 1.69$
Удельн. производител. труда	$y' = 1.03y - 3.09$	Вредные вещества	$y' = -0.0065y + 1.5652$
Цикл плавки и выдержки	$y' = -1.03y + 4.12$	Коэффициент охраны труда процессом	$y' = 4.286y - 1.286$
Тепловое излучение	$y' = -0.0015y + 2.25$	Комплексный показатель КИФ	$y' = 1.5y - 4.5$
Шум	$y' = -0.02y + 1.71$	Прочие качественные требования	$y' = 1.5y - 4.5$

Примечание. Коэффициенты  $a$  и  $b$  уравнений округлены до десяти тысячных.

Ниже представлена, полученная переводом, таблица желательностей первых и групп частных параметров оптимизации.

Таблица П2.6

N п/п	Вариант техно- логического процесса плавки чугуна	Желательности частных параметров оптимизации																
		Технико- технологических				Технико - экономических				Экологичес ких		Соци-альных			Качественных			Обобщен ная жела- тельность D*
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>7</sub>	d <sub>8</sub>	d <sub>9</sub>	d <sub>10</sub>	d <sub>11</sub>	d <sub>12</sub>	d <sub>13</sub>	d <sub>14</sub>	d <sub>15</sub>	d <sub>16</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	ИП	0.37	0.37	0.0	0	0.37	0	0.70	0.70	0.80	0.48	0.80	0.74	0.79	0.37	0.37	0.12	0
2	ДЭП	0.37	0.70	0.0	0	0.37	0	0.91	0.88	0.78	0.26	0.69	0.46	0.60	0.22	0.37	0.12	0
3	ИЧТ-ИЧТМ	0.37	0.37	0.80	0.37	0.37	0.37	0.44	0.37	0.62	0.37	0.80	0.62	0.76	0.37	0.62	0.37	0.475
4	ИЧТ-ИЧКМ	0.37	0.37	0.80	0.37	0.37	0.37	0.44	0.55	0.62	0.37	0.80	0.62	0.76	0.40	0.67	0.37	0.491
5	ИЧТ-ДЭП	0.37	0.70	0.80	0.37	0.37	0.37	0.70	0.37	0.53	0.26	0.69	0.43	0.76	0.34	0.62	0.37	0.474
6	ДЭП-ИЧТМ	0.37	0.37	0.80	0.37	0.37	0.37	0.70	0.70	0.53	0.26	0.69	0.43	0.0	0.29	0.67	0.37	0.0
7	ДЭП-ИЧКМ	0.37	0.37	0.80	0.37	0.37	0.37	0.70	0.81	0.53	0.26	0.69	0.43	0.0	0.29	0.70	0.37	0.0
8	ДЭП-ДЭП	0.37	0.70	0.80	0.37	0.37	0.37	0.75	0.77	0.48	0.23	0.62	0.43	0.0	0.31	0.70	0.37	0.0
9	ИЧТ-ИЧКМ-АРУ	0.37	0.37	0.80	0.37	0.37	0.37	0.26	0.55	0.12	0.37	0.80	0.62	0.76	0.40	0.67	0.48	0.436
10	ИЧТ-ИЧТМ-АРУ	0.37	0.37	0.80	0.37	0.37	0.37	0.26	0.37	0.12	0.37	0.80	0.62	0.76	0.38	0.62	0.48	0.422
11	ИЧТ-ДЭП-АРУ	0.37	0.70	0.80	0.37	0.37	0.37	0.29	0.37	0.09	0.26	0.80	0.43	0.76	0.34	0.62	0.48	0.412
12	ДЭП-ИЧТМ-АРУ	0.37	0.37	0.80	0.37	0.37	0.37	0.29	0.70	0.09	0.26	0.69	0.43	0.0	0.29	0.62	0.48	0.0
13	ДЭП-ИЧКМ-АРУ	0.37	0.37	0.80	0.37	0.37	0.37	0.29	0.81	0.09	0.26	0.69	0.43	0.0	0.27	0.67	0.48	0,0
14	ДЭП-ДЭП-АРУ	0.37	0.70	0.80	0.37	0.37	0.37	0.44	0.77	0.06	0.23	0.62	0.0	0.0	0.31	0.70	0.48	0.0



1. Параметры оптимизации имеют следующие обозначения желательностей: вид и марка чугуна –  $d_1$ ; максимальная технологическая температура расплава –  $d_2$ ; максимальное содержание серы после выплавки –  $d_3$ ; группа сложности литья по признакам 1, 3, 5, 6-10 –  $d_4$ ; максимальная производительность –  $d_5$ ; тип производственного процесса –  $d_6$ ; удельная производительность труда –  $d_7$ ; цикл плавки и выдержки –  $d_8$ ; тепловое излучение –  $d_9$ ; шум –  $d_{10}$ ; вибрация –  $d_{11}$ ; пыль –  $d_{12}$ ; вредные вещества –  $d_{13}$ ; коэффициент охраны труда технологическим процессом –  $d_{14}$ ; комплексный показатель КИФ –  $d_{15}$ ; прочие качественные требования –  $d_{16}$ .

2. Желательности, отмеченные символом \* ( $d_1, d_4, d_5, d_6$ ) определяются проверкой соответствия задаваемого технологом значения (интервала значений) области значений каждого варианта решения, т.е. если задаваемое значение или интервал значений  $i$ -го параметра полностью принадлежит области значений варианта решения, то данный вариант является допустимым по  $i$ -му частному параметру оптимизации и  $d_i = 0,37$ , иначе  $d_i = 0$ .

Далее необходимо проверить соответствие между показателями статистической чувствительности (коэффициентами вариации) натуральных значений параметров и их желательностей. Данная процедура проверки выполняется для значений всех частных параметров, кроме обозначенных символом \* в табл. П2.2. Значения коэффициентов вариации представлены в табл. П2.7.

Таблица П2.7

Коэффициенты вариации	ЧАСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПТИМИЗАЦИИ						
	Максим. технологическая температура	Миним. содержание серы	Удельн. производительность труда	Цикл плавки и выдержки	Тепловое излучение	Шум	Вибрация
1	2	3	4	5	6	7	8
$\eta_y$	0,0154	0,3177	0,2210	0,2100	0,4131	0,1280	0,0788
$\eta_d$	0,3364	0,4237	0,4355	0,3032	0,7204	0,2472	0,0958

Продолжение таблицы П2.7

Коэффициенты вариации	ЧАСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОПТИМИЗАЦИИ					
	Пыль	Вредные вещества	Коэффициент охраны труда техпроцессом	Комплексный показатель КИФ	Прочие качественные требования	Обобщенный параметр оптимизации
	9	10	11	12	13	14
$\eta_y$	0,2882	0,7967	0,1273	0,0644	0,0790	
$\eta_d$	0,3644	0,9045	0,1628	0,1767	0,3217	1,2028

Из табл. П2.7. видно, что значения коэффициентов вариации частных и обобщенной желательностей превышают соответствующие показатели параметров оптимизации, т.е. *подобранные шкалы желательности (частные и обобщенная) не менее чувствительны к изменениям, чем сами параметры оптимизации ( $\eta_d \geq \eta_y$ ).*

Итак, допустимыми вариантами по первым пяти группам частных параметров оптимизации являются 1) ИЧТ-ИЧТМ ( $D = 0,75$ ), 2) ИЧТ - ИЧКМ ( $D = 0,491$ ), 3) ИЧТ-ДЭП ( $D = 0,474$ ); 4) ИЧТ-ИЧКМ-АРУ ( $D = 0,436$ ), 5) ИЧТ-ИЧТМ-АРУ ( $D = 0,422$ ); 6) ИЧТ-ДЭП-АРУ ( $D = 0,412$ ).

## 2. Определение оптимального варианта решения из совокупности допустимых

Первоначально необходимо определить значения частных параметров оптимизации экономической группы (IRR, KV,  $T_{ок}$ ) при использовании каждого допустимого варианта, в проекте модернизации действующего плавильного участка. Предположим, что расчет показателей был произведен, а полученные значения записаны в табл. П2.2.

Далее по заданным ограничениям заказчика (табл.П2.1.) определяем частные желательности параметров экономической группы (IRR, KV,  $T_{ок}$ ). Эта процедура определения абсолютно идентична процедуре, изложенной в разделе 1 данного решения

(первоначально устанавливаются контрольные точки для каждого параметра, определяются их кодированные значения, определяются функции перевода для каждого параметра, рассчитываются частные желательности и осуществляется проверка соответствия шкал желательности по статистической чувствительности). Все эти промежуточные расчеты представлены ниже в соответствующих таблицах.

Таблица П2.8

Реперные точки параметров и их кодированные значения

Контрольные точки	Внутренняя норма доходности (IRR)			Капиталовложение (KV)			Срок окупаемости проекта (Ток)		
	%	d	y'	млн. р.	d	y'	лет	d	y'
Первая	20	0,37	0	250	0,37	0	6	0,37	0
Вторая	28	0,8	1,5	200	0,8	1,5	4	0,8	1,5

Таблица П2.9

Функции перевода  $y_i$  в  $y_i'$ .

Параметр оптимизации	Уравнение перевода
Внутренняя норма доходности (IRR)	$y' = 0,1875 \times y - 3,75$
Капиталовложение (KV)	$y' = -0,03 \times y + 7,5$
Срок окупаемости (Ток)	$y' = -0,75 \times y + 4,5$

Таблица П2.10

N п/п	Допустимые варианты техпроцесса плавки чугуна	ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ		
		IRR d <sub>1</sub>	KV d <sub>2</sub>	Ток d <sub>3</sub>
1	ИЧТ – ИЧТМ	0,40	0,74	0,62
2	ИЧТ – ИЧКМ	0,50	0,74	0,50
3	ИЧТ – ДЭП	0,0	0,67	0,45
4	ИЧТ-ИЧКМ-АРУ	0,80	0,58	0,0
5	ИЧТ-ИЧТМ-АРУ	0,57	0,37	0,8
6	ИЧТ-ДЭП-АРУ	0,37	0,0	0,72

Таблица П2.11

Коэффициенты вариации

Коэффициенты вариации	Частные параметры оптимизации		
	IRR	KV	T <sub>ок</sub>
$\eta_v$	0,1570	0,1456	0,3156
$\eta_d$	0,6015	0,5581	0,5519

Итак, полученные шкалы желательности пригодны для обработки статистических данных.

Оптимальный вариант технологического решения (с позиции первичного хозяйствующего субъекта) определяется по критерию:

$$D = \sqrt[4]{D^* \times d_1 \times d_2 \times d_3} \rightarrow \max,$$

где  $d_1, d_2, d_3$  - частные желательности параметров экономической группы (IRR, KV, Tок);

$D^*$  — обобщенная желательность частных параметров оптимизации первых пяти групп (из табл. П2.6).

Расчет представлен в табл. П2.12.

Таблица П2.12

N п/п	Допустимые варианты технологического процесса плавки чугуна	Желательности				
		5 групп	Экономические параметры			Обобщ. параметр D
			D*	IRR $d_1$	KV $d_2$	
1	ИЧТ-ИЧТМ	0,475	0,40	0,74	0,62	0,543
2	ИЧТ-ИЧКМ	0,491	0,50	0,74	0,50	0,549
3	ИЧТ-ДЭП	0,474	0,0	0,67	0,45	0,0
4	ИЧТ-ИЧКМ-АРУ	0,436	0,80	0,58	0,0	0,0
5	ИЧТ-ИЧТМ-АРУ	0,422	0,57	0,37	0,8	0,517
6	ИЧТ-ДЭП-АРУ	0,412	0,37	0,0	0,72	0,0

**Вывод.** *Оптимальным вариантом технологического процесса плавки чугуна (с позиции первичного хозяйствующего субъекта) является дуплекс-процесс ИЧТ-ИЧКМ, т.к. он наиболее лучшим образом соответствует всему комплексу ограничений (D = 0,549).*

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### Функция плотности вероятности нормального распределения

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 * \pi}} * e^{-x^2/2}$$

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	39894	39892	39886	39876	39862	39844	39822	39797	39767	39733
0,1	39695	39654	39608	39559	39505	39448	39387	39322	39253	39181
0,2	39104	39024	38940	38853	38762	38667	38568	38466	38361	38251
0,3	38139	38023	37903	37780	37654	37524	37391	37255	37115	36973
0,4	36827	36678	36526	36371	36213	36053	35889	35723	35553	35381
0,5	35207	35029	34849	34657	34482	34294	34105	33912	33718	33521
0,6	33322	33121	32918	32713	32506	32297	32086	31874	31659	31443
0,7	31225	31006	30785	30563	30339	30114	29887	29659	29430	29200
0,8	28969	28737	28504	28269	28034	27798	27562	27324	27086	26848
0,9	26609	26369	26129	25888	25647	25406	25164	24923	24681	24439
1,0	24197	23955	23713	23471	23230	22988	22747	22506	22265	22025
1,1	21785	21546	21307	21069	20831	20594	20327	20121	19886	19652
1,2	19419	19186	18954	18724	18494	18265	18037	17810	17585	17360
1,3	17137	16915	16694	16474	16256	16038	15822	15608	15395	15183
1,4	14973	14764	14556	14350	14146	13943	13742	13542	13344	13147
1,5	12952	12758	12566	12376	12188	12001	11816	11632	11450	11270
1,6	11092	10915	10741	10567	10396	10226	10059	9893	9728	9566
1,7	09405	09246	09089	08933	08780	08628	08478	08329	08183	08038
1,8	07895	07754	07614	07477	07341	07206	07074	06943	06814	06687
1,9	06562	06438	06316	06195	06077	05959	05844	05730	05618	05508
2,0	05399	05292	05186	05082	04980	04879	04780	04682	04586	04491
2,1	04398	04307	04217	04128	04041	03955	03871	03788	03706	03626
2,2	03547	03470	03394	03319	03246	03174	03103	03034	02965	02898
2,3	02833	02768	02705	02643	02582	02522	02463	02406	02349	02294
2,4	02239	02186	02134	02083	02033	01984	01936	01888	01842	01797
2,5	01753	01709	01667	01625	01585	01545	01506	01468	01431	01394
2,6	01358	01323	01289	01256	01223	01191	01160	01130	01100	01071
2,7	01042	01014	00987	00961	00935	00909	00885	00861	00837	00814
2,8	00792	00770	00748	00727	00707	00687	00668	00649	00631	00613
2,9	00595	00578	00562	00545	00530	00514	00499	00485	00470	00457
3,0	00443	00430	00417	00405	00393	00381	00370	00358	00348	00337
3,1	00327	00317	00307	00298	00288	00279	00271	00262	00254	00246
3,2	00238	00231	00224	00216	00210	00203	00196	00190	00184	00178
3,3	00172	00167	00161	00156	00151	00146	00141	00136	00132	00127
3,4	00123	00119	00115	00111	00107	00104	00100	00097	00094	00090
3,5	00087	00084	00081	00079	00076	00073	00071	00068	00066	00063
3,6	00061	00059	00057	00055	00053	00051	00049	00047	00046	00044
3,7	00042	00041	00039	00038	00037	00035	00034	00033	00031	00030
3,8	00029	00028	00027	00026	00025	00024	00023	00022	00021	00021
3,9	00020	00019	00018	00018	00017	00016	00016	00015	00014	00014
4,0	00013	00009	00006	00004	00002	00002	00001	00001	00000	00000

### Функция распределения нормального распределения

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2^* \pi}} \int e^{-t^2/2} dt$$

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	50000	50399	50798	51197	51595	51994	52392	52790	53188	53586
0,1	53983	54380	54776	55172	55567	55962	56356	56749	57142	57535
0,2	57926	58317	58706	59095	59483	59871	60257	60642	61026	61409
0,3	61791	62172	62552	62930	63307	63683	64058	64431	64803	65173
0,4	65542	65910	66276	66640	67003	67364	67724	68082	68439	68793
0,5	69146	69497	69847	70194	70540	70884	71226	71566	71904	72240
0,6	72575	72907	73237	73565	73891	74215	74537	74857	75175	75490
0,7	75804	76115	76424	76730	77035	77337	77637	77935	78230	78524
0,8	78814	79103	79389	79673	79955	80234	80511	80785	81057	81327
0,9	81594	81859	82121	82381	82639	82894	83147	83398	83646	83891
1,0	84134	84375	84614	84850	85083	85314	85543	85769	85993	86214
1,1	86433	86650	86864	87076	87286	87493	87698	87900	88100	88298
1,2	88493	88686	88877	89065	89251	89435	89617	89796	89973	90147
1,3	90320	90490	90658	90824	90988	91149	91308	91466	91621	91774
1,4	91924	92073	92220	92364	92507	92647	92786	92922	93056	93189
1,5	93319	93448	93574	93699	93822	93943	94062	94179	94295	94408
1,6	94520	94630	94738	94845	94950	95053	95154	95254	95352	95449
1,7	95543	95637	95728	95818	95907	95994	96080	96164	96246	96327
1,8	96407	96485	96562	96638	96712	96784	96856	96926	96995	97062
1,9	97128	97193	97257	97320	97381	97441	97500	97558	97615	97670
2,0	97725	97778	97831	97882	97932	97982	98030	98077	98124	98169
2,1	98214	98257	98300	98341	98382	98422	98461	98500	98537	98574
2,2	98610	98645	98679	98713	98745	98778	98809	98840	98870	98899
2,3	98928	98956	98983	99010	99036	99061	99086	99111	99134	99158
2,4	99180	99202	99224	99245	99266	99286	99305	99324	99343	99361
2,5	99379	99396	99413	99430	99446	99461	99477	99492	99506	99520
2,6	99534	99547	99560	99573	99585	99598	99609	99621	99632	99643
2,7	99653	99664	99674	99683	99693	99702	99711	99720	99728	99736
2,8	99744	99752	99760	99767	99774	99781	99788	99795	99801	99807
2,9	99813	99819	99825	99831	99836	99841	99846	99851	99856	99861
3,0	99865	99869	99874	99878	99882	99886	99889	99893	99896	99900
3,1	99903	99906	99910	99913	99916	99918	99921	99924	99926	99929
3,2	99931	99934	99936	99938	99940	99942	99944	99946	99948	99950
3,3	99952	99953	99955	99957	99958	99960	99961	99962	99964	99965
3,4	99966	99968	99969	99970	99971	99972	99973	99974	99975	99976
3,5	99977	99978	99978	99979	99980	99981	99981	99982	99983	99983
3,6	99984	99985	99985	99986	99986	99987	99987	99988	99988	99989
3,7	99989	99990	99990	99990	99991	99991	99992	99992	99992	99992
3,8	99993	99993	99993	99994	99994	99994	99994	99995	99995	99995
3,9	99995	99995	99996	99996	99996	99996	99996	99996	99997	99997
4,0	99997	99998	99999	99999	99999	-	-	-	-	-

**t - распределение (распределение Стьюдента)**

$$P(t > t_\alpha) = \alpha \text{ и } P(|t| > t_\alpha) = \alpha$$

k	Односторонняя критическая область ( $\alpha$ )							
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001	0,0005
	Двухсторонняя критическая область ( $\alpha$ )							
k	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001
1	3,08	6,31	12,71	1,82	63,66	127,32	318,30	636,61
2	1,89	2,92	4,30	6,96	9,92	14,09	22,33	31,60
3	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84	7,45	10,21	12,92
4	1,53	2,13	2,78	3,75	4,60	5,60	7,17	8,61
5	1,48	2,02	2,57	3,36	4,03	4,77	5,89	6,87
6	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71	4,32	5,21	5,96
7	1,41	1,89	2,36	3,00	3,50	4,03	4,79	5,41
8	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36	3,83	4,50	5,04
9	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25	3,69	4,30	4,78
10	1,37	1,81	2,23	2,76	3,17	3,58	4,14	4,59
11	1,36	1,80	2,20	2,72	3,11	3,50	4,02	4,44
12	1,36	1,78	2,18	2,68	3,05	3,43	3,93	4,32
13	1,35	1,77	2,16	2,65	3,01	3,37	3,85	4,22
14	1,34	1,76	2,14	2,62	2,98	3,33	3,79	4,14
15	1,34	1,75	2,13	2,60	2,95	3,29	3,73	4,07
16	1,34	1,75	2,12	2,58	2,92	3,25	3,69	4,02
17	1,33	1,74	2,11	2,57	2,90	3,22	3,65	3,97
18	1,33	1,73	2,10	2,55	2,88	3,20	3,61	3,92
19	1,33	1,73	2,09	2,54	2,86	3,17	3,58	3,88
20	1,33	1,72	2,09	2,53	2,85	3,15	3,55	3,85
21	1,32	1,72	2,08	2,52	2,83	3,14	3,53	3,82
22	1,32	1,72	2,07	2,51	2,82	3,12	3,51	3,79
23	1,32	1,71	2,07	2,50	2,81	3,10	3,48	3,77
24	1,32	1,71	2,06	2,49	2,80	3,09	3,47	3,75
25	1,32	1,71	2,06	2,49	2,79	3,08	3,45	3,73
26	1,32	1,71	2,06	2,48	2,78	3,07	3,44	3,71
27	1,31	1,70	2,05	2,47	2,77	3,06	3,42	3,69
28	1,31	1,70	2,05	2,47	2,76	3,05	3,41	3,67
29	1,31	1,70	2,05	2,46	2,76	3,04	3,40	3,66
30	1,31	1,70	2,04	2,46	2,75	3,03	3,39	3,65
40	1,30	1,68	2,02	2,42	2,70	2,97	3,31	3,55
60	1,30	1,67	2,00	2,39	2,66	2,91	3,23	3,46
120	1,29	1,66	1,98	2,36	2,62	2,85	3,16	3,37
$\infty$	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58	2,81	3,09	3,29



**F - распределение (Фишера)**

$$P(F) \int f_{\alpha} = \alpha, \alpha = 0,05$$

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\infty$
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	238,9	243,9	249,0	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,52
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,02	1,83	1,61	1,25
$\infty$	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1,00

**F - распределение (Фишера)**

$$P(F) \int f_{\alpha} = \alpha, \quad \alpha = 0,01$$

$\frac{k1}{k2}$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\infty$
1	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5981	6106	6234	6366
2	98,49	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,42	99,46	99,50
3	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,49	27,05	26,60	26,12
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,80	14,37	13,93	13,46
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,29	9,89	9,47	9,02
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,10	7,72	7,31	6,83
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,84	6,47	6,07	5,65
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,03	5,67	5,28	4,86
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,47	5,11	4,73	4,31
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,06	4,71	4,33	3,91
11	9,65	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,74	4,40	4,02	3,60
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,50	4,16	3,78	3,36
13	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,30	3,96	3,59	3,16
14	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,14	3,80	3,43	3,00
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,00	3,67	3,29	2,87
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	3,89	3,55	3,18	2,75
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,79	3,45	3,08	2,65
18	8,28	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,71	3,37	3,00	2,57
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,63	3,30	2,92	2,49
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,56	3,23	2,86	2,42
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,51	3,17	2,80	2,36
22	7,94	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,45	3,12	2,75	2,31
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,41	3,07	2,70	2,26
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,36	3,03	2,66	2,21
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,32	2,99	2,62	2,17
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,29	2,96	2,58	2,13
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,26	2,93	2,55	2,10
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,23	2,90	2,52	2,06
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,20	2,87	2,49	2,03
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,17	2,84	2,47	2,01
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	2,99	2,66	2,29	1,80
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,82	2,50	2,12	1,60
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,66	2,34	1,95	1,38
$\infty$	6,64	4,60	3,78	3,32	3,02	2,80	2,51	2,18	1,79	1,00