

**КУЛЕШОВ ВЛАДИМИР АРКАДЬЕВИЧ** – президент отделения  
Международной Академии информатизации (International Informatization  
Academy), Общественной-научной неправительственной организации  
первой категории в генеральном консультативном статусе при  
Экономическом и Социальном Совете ООН)



Исследование операций,  
системный анализ  
И  
искусственный интеллект

---

Москва 2020

---

# Оглавление

---

Введение	Стр. 3
<b>Глава1. Исследование операций</b>	4
§1. Учет, подготовка данных для решения задачи, выбор алгоритма	4
§2. Статистические методы анализа исходных данных и результатов	4
§3. Выборка из генеральной совокупности	5
§4. Методы исследования операций	7
§5. Формальная выборка и ее применение при анализе систем	7
§6. Моделирование процессов изменений в системах	8
<b>Глава2. Системный анализ</b>	8
§1. Структура и субстанция системы	8
§2. Особые состояния системы и практические применения	9
§3. Некоторые проблемы и возможные подходы к их решению	10
§4. Отдельные прототипы для создания искусственного интеллекта	11
<b>Глава3. Система и процессы, изменяющие систему</b>	13
§1. Изменение системы в процессе с последствием	13
§2. Известные прикладные задачи (в теории цепей) применительно к таким объектам, как фирма и рынок	14
§3. Фирма, ее экономическая и цепная модели	15
§4. Плоская таблица с двумя входами	17
<b>Глава4. Применение метода формальной выборки</b>	19
§1. Сравнительные испытания двух методов измерений	19
§2. Информационная технология: учет, оценка, распознавание, прогноз	21
§3. Задача учета	20
§4. Задача оценки	22
§5. Алгоритм метода решения задачи оценки	23
§6. Задача распознавания	23
§7. Задача прогноза	24
§8. Описание результата выполнения прогноза	25
§9. Об конструировании образовательных игр	28
<b>Глава5. Методические указания по выполнению прогноза</b>	29
§1. Тема и порядок выполнения курсовой работы	29
§2. Инструменты для выполнения курсовой работы	30
§3. Учет исходных данных на листах в таблице	30
§4. Первая задача – учет котировок модельной истории	32
§5. Технологии, операции и команды для прогноза	33
§6. Вторая задача – пакет котировок для прогноза на будущих торгах	34
§7. Команды для выполнения технологии	36
§8. Торги и процесс с последствием	38
§9. Типы биржевой игры	38

	<b>Глава6. Метод экстремальной диаграммы (ЭД)</b>	40
	§1. Принцип Либиха	40
	§2. Принцип Либиха и экстремальная диаграмма	41
	§3. Метод ЭД и оптимальное применение ресурсов производства	43
	§4. Метод ЭД и теория цепей	51
	§5. Метод ЭД и оптимальное применение ресурсов производства	55
	§6. Метод ЭД и эффективные алгебраические способы решения оптимизационных задач	59
	§7. Алгебраический метод нахождения оптимального решения параллельной задачи	59
	§8. Алгебраический метод нахождения оптимального решения последовательной задачи	60
	§9. Источник риска и неопределенности	61
	<b>Литература</b>	64

## **Введение**

Тема – это информационные технологии учета, оценки, распознавания и прогноза состояний и процессов в системах с целью управления этими состояниями и процессами

В области цифровой информатики, как основы, людям необходимо приобрести умение работать с современными техническими устройствами общего пользования: компьютер, планшет, стандартные средства связи и офиса. Это далее позволит нам осваивать цифровую информатику, цифровую инженерию и цифровую экономику.

Технологии автоматизация производств, интенсивно развиваемые во всех индустриально развитых странах (с целью роста производительности и сокращения затрат на производство продукции) требуют научного обеспечения робото-техники (робото-информатикой), вполне способной, в конечном счете, добиться полной автоматизации производств. Это, конечно же, стратегическая задача. Для этого следует уже сегодня работать на стыке многих научных направлений: прикладной математики, информационных технологий и теории искусственного интеллекта. Задача робото-информатики состоит в том, чтобы выделить (в качестве аналогии) те возможности, присущие природе и человеку (поведенческие автоматизмы человека, его язык, его эмоции, наконец – некоторые ценности) для которых (в качестве аналогии) уже сегодня можно строить алгоритмы и проверять их программированием на компьютерах.

# Глава 1. Исследование операций

## §1. Учет, подготовка данных для решения задачи, выбор алгоритма

- Таблица MsExcel, файл, база - это ресурсы для сохранения исходных данных в неизменном виде, для возможности повторного выполнения принятого алгоритма.
- Туре- разделы (РАМ) общей области (их количеств) для выполнения принятого алгоритма решения конкретной задачи.
- Создание необходимой надстройки в книге MsExcel, то есть программный продукт, способной решить поставленную задачу.
- Выбор границ и начальных условий, требуемого показателя эффективности, листов и форматов вывода результатов.
- Определение точности: не только статистических оценок, но и вывода на экран погрешностей выполнения алгоритма для оценки надежности полученного решения задачи.
- Автоматизация алгоритма решения задачи, для возможности выполнения многократных проходов с иными исходными данными.
- Применение плоской таблицы с двумя входами, используя универсальные и специальные ресурсы MsExcel и авторские надстройки.
- Выборки (плоская таблица с двумя входами) из генеральных совокупностей могут быть статистическими и формальными. При применении формальной выборки не рассматриваются статистические ограничения, а рассматривается только оценка точности в обратной и прямой задачах анализа выборки.

## §2. Статистические методы анализа исходных данных и полученных результатов

	Н	І	Ј	К	Л
	8	9	10	11	12
Критерий	координата X	координата Y	Н	г	изм.
м	м	м	м	м	Гал
Y	X1	X2	X3	X4	
	14,736	91,86728	15,39893	142	51,1
	14,472	82,77513	13,36778	157,6	37
	14,543	82,68125	11,09862	151,2	37
	15,078	95,1005	3,93978	173	55,6
	14,45	83,79448	15,29514	152,7	36
	14,365	81,39605	14,84678	128,4	23,3
	14,935	93,78785	9,96809	143,6	53,6
	15,018	90,03263	2,17332	138	51,7
	14,483	86,80703	17,95224	143,5	39,3
	0	0	0	0	0

**Фиг1. Контрольный пример в таблице Excel. Исходные данные обрабатываются специальной надстройкой, которая использует метод парной регрессии для вычисления статистических параметров.**

Любые два столбца из таблицы могут быть установлены в программу-надстройку, именуемую

“Регрессия(управляемая и случайная величины)”. Слева исходные два столбца, а справа результаты применения кода надстройки для получения значений статистических параметров. Далее, используя линейку прокрутки можно установить и обработать новую пару столбцов из таблицы.

Фиг2. Надстройка в книге Excel, использующая метод парной регрессии. Любые два столбца из таблицы Excel могут активироваться и быть установленными по месту (крайние слева). Вертикальная линейка прокрутки позволит просматривать оба столбца. На панели (крайние справа) оба активных столбца проходят статистический анализ, с получением всех стандартных статистических оценок. Далее активируется горизонтальная линейка прокрутки, что бы установить два новых столбца.

### §3. Выборка из генеральной совокупности

**Генеральная совокупность** – система (Общность объектов, предметов и процессов, явлений, признаков, феноменов, как свойств, присущих этим объектам, предметам и процессам). **Генеральная совокупность** состоит из объектов исследования и предметов исследования, которые изучает исследователь на примере выборочной совокупности. Генеральная совокупность может оказаться слишком велика или даже бесконечна, то есть мало пригодна для изучения, поскольку ресурсы исследователя всегда ограничены. В этом случае изучается не вся генеральная совокупность, а некоторая ее конечная часть, то есть выборка из этой совокупности, отвечающая определенным условиям и ограничениям.

**Выборка** – определение единиц исследования. Это может быть выборка земельных участков, товаров движимых и недвижимых, территорий и т.д. и т.д. Выборка позволяет ограничить исследование и сделать его доступным. Из всей генеральной совокупности подбирается нужный материал, соответствующий теме исследования и целям исследования.

Выборка может рассматриваться в качестве **репрезентативной** или нерепрезентативной, то есть формальной. Выборка будет репрезентативной при обследовании объектов в условиях их разнообразия тогда, когда это же разнообразие наблюдается и в генеральной совокупности в качественном и количественном отношении. Соотношения между отдельными объектами и свойствами в выборке должны быть приблизительно такими, каковы они в генеральной совокупности. Репрезентативность способствует обобщению результатов исследования на выборке на всю генеральную совокупность, из которой она была собрана. Конечная цель – это обоснованность переноса результатов, полученных при анализе выборочной совокупности на генеральную совокупность.

**Валидность метода исследования** – это соответствие метода и поставленной цели дальнейшего использования этого исследования: выявлять явления, признаки и феномены, которые, по мнению исследователя, могут оказаться полезными, как для дальнейшего развития данного исследования, так и для практического применения результатов проведенного исследования.

**Рандомизация** – это технология выравнивания исходных условий проведения эксперимента с участием экспериментальных и контрольных групп объектов. Обе группы должны быть сходными по важнейшим свойствам и признакам .

**Однородность выборки:** желательно, чтобы критерий, то есть представляющая его дискретная переменная была гладкой и равномерной в своем интервале значений, а другие свойства представлены случайными значениями (а не регулируемые). Соотношения между отдельными объектами и свойствами в выборке должны быть приблизительно такими, каковы они в генеральной совокупности. Это конечно трудно, поскольку охватить всю генеральную совокупность даже мысленно бывает совсем не просто.

## **Выборка и матрица**

-Мы можем не предъявлять к матрице выборки никаких требований по ее структуре, тогда точность решения может оказаться весьма низкой, но это будет верное решение, несмотря на низкую точность. Или решения может вообще не существовать: тогда мы получим сообщение о вырождении нормальной матрицы . Чтобы решение существовало и оказалось статистически значимым, нужно предъявлять некоторые требования к структуре выборки, которые мы сформулировали выше.

Метод матричного уравнения ММУ, когда исходные данные таковы, что есть возможность моделирования исходного отношения матричным уравнением, вида  $A \cdot X = Y$ , где  $A$ - числовая прямоугольная матрица  $N \times M$  ( $N < M$ , где  $M$ - количество строк),  $X$ - вектор неизвестных,  $Y$ - вектор-возмущение (правая часть уравнения) с известными числовыми компонентами. Ищется

единственное хоть и приближенное, но наилучшее из возможных, решение задачи для исходной системы уравнений. Предлагаются два варианта моделирования исходного отношения: однородная (система содержит константу- свободный член) и без свободного члена в модели. По желанию пользователя каждая точка (в системе исходных данных) может иметь свой уникальный вес, относительно остальных точек. Это может быть востребовано, например, в тех случаях, когда ММУ (его формальная математическая основа – это все тот же классический МНК-метод наименьших квадратов) применяется к решению задач оптимального управления, где ищется **экстремальная траектория** (тогда вес любой точки - близость точки к экстремуму- максимуму или минимуму). Заметим, что когда ищется множественная регрессия на **системе равноценных** точек, то результат - некое **среднее положение траектории** в смысле минимума суммы квадратов ее отклонений от всех точек в многомерном пространстве свойств объекта. Но всегда ли общее количество точек в выборке достаточно, что бы применять матричные методы обработки данных? Очевидно, что не всегда.

---

#### **§4. Методы исследования операций**

- Сравнительные методы эффективности решений с различными критериями, с оценками корреляций, выполнением парной и множественной регрессий
- Выполнение статистических испытаний
- Линейное программирование
- Нелинейное программирование
- Динамическое программирование
- Теория игр, коалиции интересов и действий в игре: применительно к таким объектам как: 1) социальная система, экономическая система, политическая система (игра общественных интересов); 2) игра в профессиональной среде: судья, адвокат, прокурор; 3) игры интересов и действий личности: мораль, совесть, вера, духовные и материальные потребности личности в обществе
- Теория игр и треугольник интересов и действий, применительно к экономической деятельности: 1) интересы коалиций спроса, предложения, отдельного менеджера 2) действия менеджеров: один который покупает и другой, который продает и коалиция конкурентов (изменяет состояние рынка)
- Сетевое планирование, построение и анализ сетевого графика

#### **§5. Формальная выборка и ее применение при анализе систем**

- **Задачи учета и оценки.** Строки выборки – это объекты из некоторой генеральной совокупности. Столбцы выборки – это свойства, признаки, характеристики технические и эксплуатационные, словом все основные свойства, которые могут влиять на рыночную цену объектов выборки. Если объекты окажутся аналогичны по своим свойствам, то точность в обратной и прямой задаче будет выше, а иначе оценка точности окажется ниже. Если гипотеза типа “рыночная цена товара зависит от его потребительских свойств”, то данный метод окажется пригоден для рыночной оценки нового товара: цены

предложения и спроса окажутся достаточно близки между собой. То есть, по-факту решается задача оценки и отсюда - оптимизации дохода.

- **Задача распознавания и прогноза.** Это задачи типа прогноза погоды, прогноза будущего состояния коммерческой фирмы, прогноза котировок ценных бумаг на будущих торгах. Будущая прогнозируемая котировка на будущих торгах будет всегда иметь два граничных значения “Мах” и “Мин” . Иначе говоря, клиент, сделав прогноз, даст поручение своему брокеру: купить ценную бумагу, если ее цена будет ниже “Мин” - значения прогноза и продать ее, если “Мах” - цена окажется выше этого значения.

## ***§6. Моделирование процессов изменений в системах***

- Есть система, есть её конкретные состояния, скорости изменения состояний системы, есть ускорения: скорости изменений скоростей. Когда мы исследуем процессы без последствия, то нам не нужны ни скорости ни ускорения, а только вероятности изменений состояния системы. Когда мы исследуем историю процесса с последствием, то нам не нужны вероятности изменения состояний, поскольку можно учесть состояния процесса, вычислить скорости и ускорения.
- Моделирование по схеме дискретных процессов изменений состояний системы без последствия (случайный процесс с дискретными состояниями и дискретным временем). Вероятность любого состояния системы в будущем зависит от ее состояния в настоящее время и не зависит от того когда и каким образом система пришла в это настоящее состояние. Процессы бывают однородными (матрица переходных вероятностей постоянна) и неоднородными, когда матрица переменна
- Моделирование изменений состояний системы по схеме дискретных процессов, с последствием. Любое состояние системы в будущем зависит не только от ее состояния в настоящее время, но и зависит от того когда и каким образом система пришла в это настоящее состояние. Нет матрицы вероятностей, а изменение состояния системы зависит от дифференциальных преобразований всего процесса в котором ищется будущее состояние, как оптимальное, наилучшее по точности

---

## **Глава2. Системный анализ**

### **§1. Структура и субстанция системы**

Каждая система состоит из двух хорошо различимых между собой составляющих: структурной и субстанциональной. Обычно, об этом говорят так: структура системы и ее субстанция. Когда мы говорим “информация”, то подразумеваем под этим термином именно описание структуры системы. Если не вдаваться в детали, то под структурой системы можно понимать ее организацию. Уровень организованности системы принято сопоставлять такому параметру, как энтропия. Субстанция системы, это ее “материальное наполнение”. Так, две системы могут иметь одинаковые структуры, но совершенно различные субстанции. Например, в системе

электродинамики различают целых три разные субстанции: энергия, электромагнитное поле и заряды. В экономике мы тоже различаем три её системные субстанции, такие как капитал (в товарах, услугах, ценных бумагах), “поле спроса и предложения”, активы и долговые обязательства фирм. Основной (в системе рынка) субстанцией является конечно же капитал (во всех его многообразных формах). В социальной системе ту же роль играют ценности. В электродинамике – электромагнитная энергия. Мы проводим здесь ту мысль, что системная структура рынка подобна в большой мере электродинамическим структурам [1], а формулы и технологии вычислений можно заимствовать из структуры электродинамики и применять в экономике.

## §2. Особые состояния системы и практические применения

Рынок, экономика в целом, социальная система – это три взаимодействующие между собой системы. В системном анализе рассматриваются технологии взаимодействия этой тройки систем на структурном уровне. Нормальные состояния экономики, кризисные и застойные, так же анализируются с применением методов теории подобия (анalogии). Системными программируемыми объектами являются информационные отражения сложных, организованных систем, но лишь в том случае, если эти отражения могут быть описаны программируемыми моделями на каком либо современном языке программирования. Программируемая модель системы имеет следующие основные признаки и свойства:

- Объектная ориентированность программируемой модели, её технологичность
- Структура информационного дерева (корень, ствол, ветвь, лист) над-систем и под-систем
- Состояния системы могут описываться текстовыми и численными значениями свойств. В целом- это генеральная совокупность. В части – выборка, которая локально представляет генеральную совокупность.
- Изменения системы описываются процессами, событиями, состояниями и методами анализа этих изменений
- Свойства (описывают ту часть системы, которая изучается на модели)
- События изменяют в процессе одно состояние системы на другое состояние
- Методы анализа представлены выше (хотя и не полно) в части исследования операций на уровне математики и программирования
- Идеи – способы обобщения и созидания новых методов, объектов и их свойств
- Организация элементов системы типа крест: пара переходных состояний (потенциальное и кинетическое), сток субстанции и источник субстанции

“Живые” производства (например, растениеводство), как сложные, организованные системы, несколько сложнее неживых [2] производств. Можно даже утверждать, что неживые производства являются частным случаем “живых”, когда применяется интроспективный системный подход. Хотя **метод экстремальной диаграммы** [3] применим для анализа структуры и живых и неживых (то есть рукотворных) систем, однако имело смысл рассматривать наиболее сложный случай. Выбор объектов для иллюстрации возможностей метода ЭД был мотивирован тем, что задача (оптимального управления)-ОУ на “узкие места” является, с одной стороны, наиболее сложной [3], а с другой – ее практическая значимость не вызывает сомнений. В качестве основного объекта применения метода ЭД мы рассмотрели землепользование и землеустройство (как наиболее сложно –организованные системные объекты), однако сам метод ЭД является общим методом теории оптимального управления и никак не зависит от задач землепользования или землеустройства.

В теории принятия решений рассматриваются четыре основные состояния любой экономической системы:

1. **определенность** (полная информация о структурах, состояниях, событиях, методах, свойствах),
2. **риск** (известны только вероятности событий, но неизвестно, как начальное состояние системы изменится при наступлении того или иного события),
3. **неопределенность**: мы можем четко определить (описать) само событие, но не знаем, произойдет ли оно или нет и если произойдет, то когда. Нам не известны вероятности событий изменения состояния системы; хотя мы не знаем, произойдет ли событие или нет, все же имеем инструмент по распознаванию этого события, феномена, явления, если оно произошло. Если конкретное событие произошло, то мы можем указать и на новое состояние системы, которая в результате этого события перешла из известного или неизвестного нам начального состояния
4. **неясность**: плохое, нечеткое определение самих событий. Большинство наших понятий относительно, а не абсолютны. Так, относительность может вносить неясность в определение событий и в состав группы возможных событий. Не зная начального состояния системы, мы все же можем говорить об ее изменении. Если ее состояние (после осуществления некоторого события, изменяющего состояние системы) станет определенным, то можно рассчитать ее начальное состояние.

### **§3. Некоторые проблемы и возможные подходы к их решению**

**В. А. Кулешов, Теория гиперполей. Минск, Изд-во “Наука и техника”, (200с) 1969г**

Предложен метод индуцирования одних систем в другие. Исследована возможность индуцирования системы комплексных чисел в  $N$ -мерные евклидовы пространства. В 4-мерном пространстве нами построена алгебра и анализ 4-гиперполя. Получены дифференциальные уравнения и даны примеры их решений. Показано, что бигармонические решения дифференциальных уравнений 4-гиперполя отвечают системам упругости и системам гравитации. Гармонические решения той же системы уравнений отвечают системам электромагнетизма.

**В. А. Кулешов, Аналогии. Отношение аналогии моделей. Минск, “Наука и техника” (415с) 1992г**

Отношение аналогии моделей. Рассмотрены технические и физические системы и процессы их изменений, отвечающие дифференциальным уравнениям, типа: Лапласа, Пуассона, диффузии, волновое уравнение, телеграфное уравнение и др. Важный вывод - все они отвечают системе типа крест. Системы, содержащие одни и те же подсистемы, аналогичны.

Кулешов В. А. "Информационное обеспечение управленческой деятельности", – М.: изд. ГУЗ, (344с) 2001г.

Информационное обеспечение управленческой деятельности. Основной акцент сделан на теорию игр. Исследуются процессы и взаимодействия подсистем для троих систем: политической- экономической – социальной. В данном случае информационное обеспечение ограничивается моделями для управленческой деятельности.

Кулешов В. А. "Технологии Excel", Москва, ГУЗ, (80с) 2003г.

Предложена специальная модель обучения студентов, которая ускоряет и облегчает процесс усвоения студентом таких разделов информатики, как MsWord, MsExcel и так далее, то есть все разделы MsOffice.

Кулешов В. А. "Информационные технологии в экономике", Москва, ГУЗ, (335с) 2011г.

Название вполне соответствует заявленной теме. Рассмотрены такие разделы, как информационные системы, объектные модели и операции, их применение в известных экономических технологиях. Показано, что телеграфное уравнение можно применять при моделировании экономических процессов, как и другие аналогии из разных областей электротехники.

## **§4. Отдельные прототипы для создания искусственного интеллекта**

Первые системы, с которыми человек ознакомился - это среда существования растений и животных, их поведение в живой природе. В живой природе можно наблюдать и изучать разнообразные типы естественных систем. Инженеру сегодня есть за чем пытаться копировать их функции. Для инженерного подхода к созданию и применению аналогичных функций, например, в производствах. Живые природные объекты (и даже сам человек) служат наглядным прототипом, с ориентацией на которые человеку предоставляется возможность программировать искусственный интеллект.

Искусственный интеллект - это все же только новый термин, который появился на платформе компьютерной техники, компьютерных технологий и компьютеризации потребностей общества. Теперь он оказывается применим и для создания человеком искусственной системы. И даже без обращения к природным системам, а используя новые открывающиеся возможности самого компьютера. Природные системы человек продолжает исследовать, теперь уже с помощью суперкомпьютера. Инженерные системы так же оснащаются компьютерами, но уже с целью автоматизации процессов в самих системах. Например, для повышения производительности труда человека в производствах (и или) для предоставления человеку дополнительных удобств.

Все же, мы полагаем, что сам термин "искусственный интеллект" относится именно к системам, материальным или только мыслимым. Применение этого термина, возможно, ещё потребует обсуждений и уточнений философского порядка. Заметим, что первый набор аксиом (для научного определения системы) приводит Гегель. Хотя первая система, с которыми человек был

знаком, это живая природа, но само понятие системы именно с живой природой не связано. Системы могут быть как живыми, так и не живыми.

Наиболее примитивный уровень искусственного интеллекта – это манипуляторы, которые стоят на производственных линиях (заводское производство) и обеспечивают автоматизацию процессов.

В данном случае, научное и инженерное направление, которое именуется искусственным интеллектом, может, естественно, учиться у природы. Ниже мы приводим перечень природных систем (начиная с первого пункта, до пункта 16-ого), которые можно использовать как аналогии искусственного интеллекта, по их функциям. Это возможные этапы последовательного создания (моделирования) искусственного интеллекта. От учета структурных элементов системы и оценки элементов системы, до распознавания и прогноза будущего состояния системы.

От компьютера, которому не нужны ноги и руки, но необходимы возможности общения с человеком, то есть средства связи, языки общения и средства понимания компьютером целей общения с другими компьютерами и человеком. До суперкомпьютера, носителя самой искусственной системы в целом.

1. Растительность, как среда для жизнедеятельности животных. Для искусственных систем это уровень формирования исходных данных. Именно, в рамках таких задач программирования искусственного интеллекта, как учет, оценка, распознавание, прогноз.
2. Вирусы и микробы: с одной стороны являются источниками болезней живых существ, а с другой стороны они же являются прототипами полезных рукотворных систем для лечения человека и для инженерных систем производства пищевых продуктов.
3. Насекомые, с общими для сообщества автоматизмами, предназначенными для выживания такого сообщества
4. Насекомые, с индивидуальными автоматизмами для выживания индивида, а значит и сообщества в целом
5. Животные с индивидуальными автоматизмами, и автоматизмами сообщества в целом, но без принятия решений для выживания
6. Животные с индивидуальными автоматизмами, без влияния сообщества, без принятия решений для выживания
7. Животные с индивидуальными автоматизмами, с принятием решений и их реализацией
8. Животные, с автоматизмами и эмоциями, для выбора решений и ожиданием нового возможного состояния
9. Животные, с автоматизмами, с распознаванием состояний для принятия решений и реализацией своих решений
10. Животные, с автоматизмами, с распознаванием состояний для принятия решений и реализацией своих решений с обучением для выбора наилучших реализаций
11. Животные, достигающие гегемонии в среде обитания
12. Животные, с мышлением для выживания в сложившейся среде сообщества и природы
13. Животные, с мышлением для выживания в среде сообщества
14. Животные, с мышлением для выживания в среде организованного сообщества,
15. Животные, с мышлением для выживания в среде организованного сообщества, создающего нормы взаимодействия индивидов

16. Люди, создающие искусственные системы (в том числе интеллектуальные) по указанным выше естественным прототипам

## Глава 3. Система и процессы, изменяющие систему

### **§1. Изменение системы в процессе с последствием**

Процессы без последствия достаточно изучены научными методами и имеют много применений в практике статистических оценок. Этого нельзя сказать об процессах с последствием.

Дискретный процесс может задаваться своими состояниями. Предполагается, что каждое состояние этого процесса можно описать упорядоченным набором из  $M$ -векторов (в данном случае, вектор – это упорядоченный набор из  $N$  действительных чисел). Все вектора принадлежат евклидовому  $N$ -мерному пространству. Значение  $M$ , это целое число, но которое может быть различным для различных состояний процесса.

Определение:

- **Процесс без последствия:** любое состояние системы в будущем зависит только от ее состояния в настоящем и не зависит от того, когда и каким образом система пришла в это настоящее состояние
- **Процесс с последствием:** любое состояние системы в будущем зависит не только от ее состояния в настоящем, но и зависит от того, когда и каким образом система пришла в это настоящее состояние, то есть как развивался процесс в прошлом

Если процесс без последствия является случайным, то он обычно именуется марковским процессом или марковской цепью. В этом случае предлагается составлять матрицу переходных вероятностей -  $\|P_{ij}\|$  для нахождения очередного состояния. Это означает, что очередное состояние (за один шаг) создается при переходе из  $i$ -ого состояния в  $j$ -ое состояние с некоторой вероятностью (компонента –  $p_{ij}$  матрицы переходных вероятностей это число от нуля до единицы). Однородность процесса означает только то, что от шага к шагу компоненты матрицы переходных вероятностей не изменяются.

Пусть система  $S$  имеет набор из  $N$  состояний. Каждое состояние описывается  $M$ -мерным вектором над полем действительных или комплексных чисел. Мы определим и обозначим вариант процесса с последствием  $S(N,M)$ , как индуцируемый [1] процесс с последствием, не рассматривая матрицу переходных вероятностей, как это имеет место для марковских цепей, следующим образом:

- Два процесса  $W(N_1, M)$  и  $V(N_2, M)$  называются аналогичными, если их  $M$ -аргументы равны по величине, а компоненты векторов над одним и тем же типом поля,
- существуют два преобразования процесса (прямое- $U$  и обратное- $U^{-1}$ ), которые переводят процесс в аналогичный процесс, то есть прямым  $U$ -преобразованием процесс  $S$  переводится в аналогичный процесс  $S(N, M) \circ U$ ,
- обратным преобразованием  $S(N, M) = S(N, M) \circ U \circ U^{-1}$  процесс приводится в исходную форму,
- Аналогичные процессы  $W(N, M)$  и  $V(N, M)$  называется индуцируемыми, если по точности ( $k$ -малое число) существует некоторое состояние  $(W(N, M) - V(N, M))$

То есть мы предполагаем, что каждое состояние процесса не зависит от всех без исключения прошлых состояний. Число “ $M$ ” в данном случае - это ограничение.

Любое состояние процесса зависит от нескольких предыдущих состояний, то есть процесс заведомо имеет последствие. То есть каждое конкретное состояние процесса зависит от нескольких (?) предыдущих состояний этого процесса.

Число состояний (реализующих саму такую зависимость) можно считать ограниченным, хотя нам, конечно, это число не известно заранее, пока это конкретное состояние еще не осуществилось.

Наиболее известный и простой процесс с последствием – это видимо биржевая игра с любой ценной бумагой. Но хорошо ли описывается любое конкретное состояние такого процесса (каждое состояние процесса - одни будущие или уже прошедшие торги) всего несколькими числами: курсовая цена бумаги при открытии торгов, она же при закрытии торгов, максимальная и минимальная цена в тех сделках, которые произошли на торгах.

Эти курсовые цены обычно фиксируются и затем публикуются в печати и на специализированных сайтах, поэтому возможно говорить об истории конкретных торгов с конкретной ценной бумагой. Если количество произошедших торгов превышает тысячу или две, то процессы с последствием уже можно изучать и делать выводы об их особенностях и возможностях алгоритмизации таких процессов.

Второй доступный для анализа процесс - это жизненный путь фирмы от ее создания до реорганизации или банкротства или часть такого пути. Объектом может служить некоторый временной период, завершающийся вычислением основных финансово-производственных параметров и составлением отчета о результатах работы за этот период. Это может быть годовой период, поквартальный, месячный. Такой период рассматривается, как объект. Полученные значения финансово-производственных параметров считаются свойствами.

Процессы с последствием другого типа – это погода и погодные условия (соответственно – возможности прогнозирования состояний таких процессов на краткосрочные и долгосрочные периоды). Изучение таких процессов затруднено ввиду отсутствия (в открытой печати историй таких процессов) соответствующей информации.

## §2. Известные прикладные задачи (теории цепей) применительно к таким объектам, как фирма и рынок

**Прямая задача.** Естественная или искусственная система, например, фирма и рынок, экономика в целом, описываются системой обыкновенных дифференциальных уравнений и телеграфным уравнением (в частных производных). На систему действуют возмущения, которые обычно задаются, как правые части уравнений. Требуется определить реакцию системы.

**Обратная задача.** Известна реакция системы на внешнее возмущение. Требуется определить, какие внешние возмущения привели заданную систему к такой реакции.

**Инверсная задача.** Требуется определить свойства системы, если известны: уравнения процесса, возмущения, реакции. Хотя в общем случае свойства не равносильны коэффициентам дифференциального уравнения, но когда синтезирована вполне конкретная схема цепи, то ее элементы однозначно выражают свойства системы.

**Индуктивная задача.** Составить уравнения процесса в системе, если известны: возмущения системы, реакции на возмущения, свойства системы или ее модели, если она уже построена.

**Экстремальная задача.** Определить значения двух переменных (производительность-( $i$ ) и цена-( $u$ )) для каждой ветви цепной экономической модели, при условии, что  $p=i \cdot u$  (мощность) производительность умноженная на цену минимизируется в традиционных ограничениях Кирхгофа (для производительности в узлах цепи и для цен в контурах цепи).

Для любого  $i$ -го узла:  $I_i = i_1 + i_2 + \dots + i_{n-1} + i_n$

Для любого  $j$ -го контура:  $U_j = u_1 + u_2 + \dots + u_{n-1} + u_n$

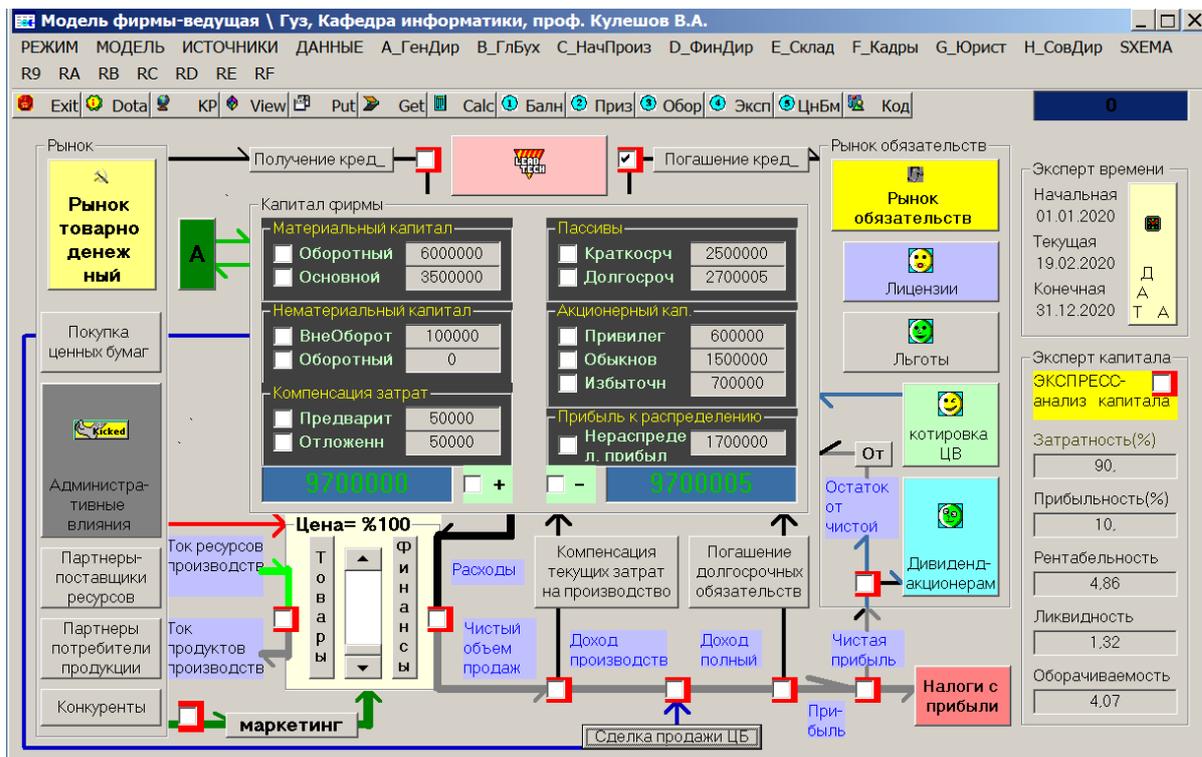
## §3. Фирма, ее экономическая и цепная модели

Прямая реализация концепции экономической цепи в моделях фирмы и рынка потребовала от нас системного подхода к традиционным для экономики концепциям балансов в производственной и финансовой сферах и проверки (исследования) этих принципов на основе тех дифференциальных уравнений, которые нам предлагает формальная теория цепей и принципы объектно-ориентированного программирования. Именно, обыкновенное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами и правой частью, зависящей от рынка (модель фирмы) и телеграфное уравнение (модель малого рынка).

В рамках теории динамических аналогий и теории подобия, законы природы и производств, выраженные через интегро-дифференциальные уравнения, представляют структурную составляющую. Аналогичными считаются системы, имеющие тождественную структурную составляющую, хотя их субстанциональная составляющая может различаться.

Ниже, хотя мы показываем цепную модель фирмы, но в то же время эта модель является и экономической. Модель фирмы показана на Фиг1. Как можно видеть, модель цепная, с трансформатором. Две "обмотки" экономического трансформатора: товары- финансы. Одна обмотка подключена к рынку (товары), а вторая подключена к фирме (финансы).

Заметим, что модель фирмы является объектом сетевой модели рынка. Основная задача модели рынка – это обнаружение “узких мест” в сети фирм. По сути – это наиболее сложная и слабо изученная задача теории экстремальных задач и теории цепей. Применительно к оптимизации рынка в этом плане, сегодня можно назвать только прагматичную методологию, предложенную Либихом. Товары, ресурсы, технологии, кредиты, проходящие по путям сети (от одних фирм к другим) могут находиться в недостатке или в избытке потребления. Такая ситуация именуется в сетевой модели узким местом. Если “узкое место” обнаруживается и “расширяется”, тогда рынок оздаравливается.



**Фиг1. Цепная модель фирмы. Сверху пять командных кнопок: финансовый баланс, производственный баланс, оборот и производство, активные пассивные элементы цепи, оценка фирмы. Крайняя справа – панель эксперта, оценивающего состояние фирмы (экспресс-анализ капитала фирмы).**

- Слева – основные институты и инструменты рынка товарно-денежного,
- справа – рынок обязательств фирмы,
- в центре цепная модель фирмы,
- в самом низу (слева) экономический трансформатор: цепь ресурсов и продуктов производства фирмы – цепь доходов фирмы. Они связаны сердечником трансформатора, от которого зависит цена. Слева от сердечника товарная цепь, а справа финансовая цепь. Ресурсы (-) преобразуются в товары(+), расходы(-) преобразуются в доходы(+),
- К экономическому трансформатору подключена нагрузка (рынок обязательств) перед государством, акционерами, выполнением фирмой своих долговых обязательств
- В начальном состоянии при создании фирмы вся нагрузка состоит в акционерном капитале и к пассиву в целом. Эта нагрузка осуществляет разворот фирмы от долговых обязательств и расходов на приобретение ресурсов, к производству и последующим доходам

Показанная ниже модель фирмы нами создана и предназначена для обучения магистров-менеджеров. Справа внизу находится панель с названием эксперт капитала фирмы. Здесь всего пять параметров, которые можно свести в одну таблицу. Шестой параметр – это значение активов фирмы на конец отчетного периода деятельности фирмы. Актив можно считать критерием. Критерий устанавливается в первом по порядку столбце матрицы объекты-свойства.

Строки		Матрица системы линейных уравнений без свободных членов								Правая часть	Проверка решения
		Критерий	Затратность	Прибыльность	Рентабельность	Ликвидность	Оборачиваемость			Среднее	Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9700111,33333333	9700111,33333333
Год2017	1	90	10	4,862	1,32	4,07	0	0	0	9700005	9700005,0000
Год2018	2	85	15	4,98	1,33	4,09	0	0	0	9700128	9700127,9999
Год2019	3	83	17	5,1	1,34	4,1	0	0	0	9700201	9700201,0000
Год2017	4	90	10	4,862	1,32	4,07	0	0	0	9700005	9700005,0000
Год2018	5	85	15	4,98	1,33	4,09	0	0	0	9700128	9700127,9999
Год2019	6	83	17	5,1	1,34	4,1	0	0	0	9700201	9700201,0000
Год2017	7	90	10	4,862	1,32	4,07	0	0	0	9700005	9700005,0000
Год2018	8	85	15	4,98	1,33	4,09	0	0	0	9700128	9700127,9999
Год2019	9	83	17	5,1	1,34	4,1	0	0	0	9700201	9700201,0000
<b>Минимум</b>	Ok	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Максимум</b>	Ok	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Коэф</b>		-48326,44245	-69150,79345	763349,77777	-11393002,38	6404975,254	0	0	0	Оценка точности решения	

Фиг2. Прогноз величины активов и пассивов фирмы на будущий год. Слева - наименования объектов (по годам деятельности нашей пробной фирмы на рынке), затем номера этих объектов. В центре основные данные годовой отчетности. Каждый год (31-го декабря) фирма представляет свой годовой отчет (по форме) в налоговую службу. Иногда, по особой необходимости, отчет делается даже поквартально.

В самом низу стоят коэффициенты, вычисленные в обратной задаче. Справа от таблицы – (но отдельно) стоят два столбца. Критерий изымается из матрицы и устанавливается в виде возмущения обратной задачи. Он устанавливается в первом столбце

- первый столбец- критерий обратной задачи, содержит значения параметров за три (или более) известных нам прошедших года – это уже известные нам значения актива, а теперь это компоненты возмущения системы,
- второй - результаты вычислений в прямой задаче, то есть результат скалярного умножения строки- объекта на строку коэффициентов.

Коэффициенты позволяют фирме делать прогнозы каждый квартал, год, месяц; используя параметры предыдущего отчетного периода и результаты текущего планирования.

## §4. Плоская таблица с двумя входами

Каждая генеральная совокупность содержит в себе аналогичные объекты, то есть элементы этой конкретной генеральной совокупности, а точнее сказать – этой системы. Объекты характеризуются вполне аналогичными свойствами, имеющими сходную природу. Количество объектов в ней может быть столь велико, что проводить исследование самой генеральной совокупности или затруднительно или даже совсем не представляется возможным. Поэтому традиционно принято выбирать (случайным образом или нет) в состав выборки не слишком большое количество объектов. Нужно расположить их в плоской таблице с двумя входами (то есть объекты- строки таблицы и их свойства- столбцы этой же

таблицы). Далее можно приступать к статистическому или формальному исследованию (например, выборочное социологическое обследование и др.). Целью обследования может быть, например, прогноз на будущих выборах. Возможно ставить разные, но обязательно доступные цели, соответствующие приведенным выше задачам. На мой взгляд перспективно применять обратную и прямую задачи.

Набор объектов, вошедших в состав выборки, может рассматриваться, как конкретная модель этой системы, то есть всей её генеральной совокупности. Хорошие результаты покажет модель или плохие, зависит от того, как проведено обследование, а затем и исследование полученных данных. Модель – это не сама генеральная совокупность, а только ее “отражение”, то есть модель способна отражать лишь главные статические и динамические черты системы, не затрагивая многие детали, которые оказались пропущенными при обследовании. Или измерялись не те свойства объектов, которые могли бы передать существенные особенности генеральной совокупности (то есть структуры и субстанции системы).

Свойства любого объекта выборки: основные технические и эксплуатационные характеристики, признаки объекта, измеримые феномены, как элементы моделируемой системы, которые необходимо задать для полноценного описания выборки объектов.

Что применить, если количество объектов меньше, чем количество свойств выборки? Вырождение матрицы приведенного уравнения? Кризис матричных методов нахождения регрессии? Как все же и в этом случае получить решение, то есть найти веса свойств?

Например, фирма работает всего три года. Необходимо сделать прогноз будущих активов и пассивов фирмы на четвертый год, используя такие параметры фирмы, как: затратность, прибыльность, рентабельность, ликвидность, оборачиваемость. На фиг2 можно видеть именно такую ситуацию, когда объектов (строк матрицы) всего три, а свойств (столбцов матрицы) всего пять.

#### **Что желательно указывать для описания объектов выборки:**

- местоположение данного конкретного объекта в информационном дереве объектов, которое (дерево) именуется над системой;
- состояние, в котором находится объект в множестве допустимых (вероятных) для данного объекта состояний;
- методы (изменения состояния) объекта;
- события (в классической трактовке – прерывания): внешние воздействия на объект (например, со стороны операционной системы) и внутренние воздействия на объект со стороны его подобъектов или членов семейства, к которому относится объект;
- возможные прерывания (ошибки) при манипулировании объектом (при взаимодействиях его с другими объектами надсистемы или в результате внешних воздействий на надсистему);
- сигналы (сообщения) объекта об случившихся ошибках (например, недопустимое отклонение от положения равновесия) или о завершении какого либо процесса (произошедшее изменение в существующей очереди прерываний на реализацию конкретных процессов);

– обработка прерываний для возвращения системы в одно из допустимых состояний (например, обработка прерывания, вызванного ошибкой).

В данном контексте мы не накладываем никаких ограничений на субстанцию системы, а только на ее структуру. Например, капитал в экономических системах, как и энергия в природных системах, является субстанцией. А вот организация фирма или национального рынка являются основными экономическими структурами. Только охарактеризовав объект по этому списку, мы можем считать, что объект известен программной среде, что она может с ним работать. Объекты принято мысленно объединять в группы сходных между собой, именуя такую группу «классом». Класс – это множество, имеющее вполне конкретные признаки, по которым, собственно, происходит классификация объектов. Объект – это экземпляр класса.

Может ли один объект принадлежать другому? С позиции конструктора модели – нет! Любой объект может принадлежать только семейству аналогичных объектов, даже если это – единственный представитель семейства. Но семейство может принадлежать другому объекту.

Любая технология, материальная и нематериальная, – это последовательность операций, трансформирующая, например, ресурсы производства в продукты производства. Но не все ресурсы производства, как и продукты производства, имеют материальную природу (системную субстанцию). Основной принцип, отличающий информационную технологию от материальной, заключен в известном выражении, обычно используемом почтовыми и транспортными компаниями: информация всегда идет впереди товара. Можно так же указать на признаки информационной технологии. Средства производства, все ресурсы материальной и нематериальной природы, позволяющие информации двигаться от производителя к потребителю, мы именуем информационной технологией. Например, локальная и глобальная компьютерные сети, аппаратное и программное обеспечение, решающие, в конечном счете, такие задачи, обеспечивают информационную технологию. Любые технологии, позволяющие потребителю приобрести нужную ему информацию, ее использовать или совершать с нею сделки можно именовать информационными. Что включает в себя понятие «информационная технология»? Сам термин «технология» не является новым. Новой является область его применения.

Отличие. В информационной технологии, в отличие от технологии материальной, существенно то, что цена, которую потребитель платит за приобретение товара, относится не к материальному носителю, а к информации, то есть в общем случае можно считать, что товаром все же является информация.

## **Глава 4. Применение метода формальной выборки**

### **§1. Сравнительные испытания двух методов измерений**

	A	B	C	D
1	g1	g2	g3	g4
2	Объект К		Указание объекта	
3			Размерность	
4			Переменная	
5	Пункт 1	ул. Леонова	Известняки и доломиты	Пункт 1
6	Пункт 2	Хлебный пер.	Известняки с прослоями доломитов	Пункт 2
7	Пункт 3	ул. Рочдельская	Доломиты, глины пестроцветные	Пункт 3
8	Пункт 4	1-й Войковский пр.	Глины и доломиты	Пункт 4
9	Пункт 5	Подкопаевский пер.	Известняки с прослоями доломитов	Пункт 5
10	Пункт 6	Воспитательный пр.	Известняки с прослоями доломитов	Пункт 6
11	Пункт 7	Красногруденческий пр.	Известняки с прослоями доломитов	Пункт 7
12	Пункт 8	Тушино-рынок	Переслаивание мергелей и известняков	Пункт 8
13	Пункт 9	ул. Короленко	Известняки и доломиты	Пункт 9

Фиг2. Студент самостоятельно ищет данные в глобальной сети. Описание объектов выборки (исходных данных) на листе книги Excel . Номер пункта, в котором проведены измерения, адрес пункта в Москве, указаны характеристики почвенного слоя в каждом пункте, как объекте выборки.

Строки		Матрица системы линейных уравнений без свободных членов								Правая часть	Проверка решения
		Критерий	координата X	координата Y	H	Δg изм.				Среднее	Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Пункт 1	1	91,86728	15,39893	142	51,1	0	0	0	0	14,736	14,718129718
Пункт 2	2	82,77513	13,36778	157,6	37	0	0	0	0	14,472	14,242723457
Пункт 3	3	82,68125	11,09862	151,2	37	0	0	0	0	14,543	14,210213322
Пункт 4	4	95,1005	3,93978	173	55,6	0	0	0	0	15,078	15,606276068
Пункт 5	5	83,79448	15,29514	152,7	36	0	0	0	0	14,45	14,407442039
Пункт 6	6	81,39605	14,84678	128,4	23,3	0	0	0	0	14,365	14,620567350
Пункт 7	7	93,78785	9,96809	143,6	53,6	0	0	0	0	14,935	15,044744750
Пункт 8	8	90,03263	2,17332	138	51,7	0	0	0	0	15,018	14,601901015
Пункт 9	9	86,80703	17,95224	143,5	39,3	0	0	0	0	14,483	14,573196618
	Мин	81,39605	2,17332	128,4	23,3	0	0	0	0		
	Макс	95,1005	17,95224	173	55,6	0	0	0	0		

Фиг3. Учет исходных данных в плоской таблице с двумя входами. Представлена таблица геодезических измерений (копирование из Листа Excel исходных данных) в девяти пунктах (9 объектов).

Задача ставится так: две различные модели геодезических измерений сравниваются между собой по точности полученных результатов. Эталоном являются наземные измерения (критерий)

Как пример, сравниваются две конкретные модели измерений: наземные и из космоса с применением модели земной поверхности <Квазигеоид>. Технология получения адекватного решения следующая. Решается обратная и прямая задачи в этой последовательности. Справа в двух столбцах показаны: 1) возмущение системы – наземные измерения; 2) решение прямой задачи- измерения из космоса. По каждому объекту- строке таблицы можно наблюдать справа два числа, как сравнение моделей по точности, полученной в прямой задаче.

## **§2. Информационная технология: учет, оценка, распознавание, прогноз**

Новая концепция исследования и моделирования операций для системного анализа технологий на компьютере. Основные проблемы теории и компьютерные проекты:

1. специализированный язык программирования,
2. учет и выборка в генеральной совокупности,
3. оценка новых товаров и услуг, ценных бумаг,
4. распознавание объектов прогноза,
5. прогноз и процедуры его поиска.

Технология – это упорядоченный набор операций. Для реализации проектов нами разработан специальный язык программирования для компьютера, названный нами “Иероглиф”. В его основе верхний уровень программирования – модели операций, а сам проект – это модель технологии. Программирование операций может осуществляться на любом современном языке программирования, который установлен на вашем компьютере. В данном случае мы реализовали проекты на VBAMsExcel и листы таблиц для установки исходных данных. В данной работе основные области применения языка “Иероглиф” это учет, оценка, распознавание и прогноз. Исходные данные в табличной форме это выборки из генеральных совокупностей, причем не обязательно требовать от них тех ограничений, которые присущи статистическим выборкам.

## **§3. Задача учета**

Методы, которые применяются для получения результатов исследования – это выборки товаров и услуг, ценных бумаг или фирм. Поэтому такие выборки можно назвать рыночными (в отличие от научных выборок, анализ которых можно так же считать перспективным, если, конечно, существует источник исходных данных, из которых составляется выборка). Иначе говоря – это то, что можно купить или продать по рыночным ценам. Так, например, такая выборка это основа для будущего ее системного анализа, с целью определить оптимальную рыночную цену.

Неизвестная цена определяется методом итераций. Строки плоской таблицы с двумя входами именуется объектами выборки. Столбцы могут именоваться свойствами, признаками, характеристиками, феноменами. Используются только те свойства, которые можно выразить в числах. Заметим, что для рыночных объектов (в составе выборке) существенно понятие сделки. То есть объекты выборки уже должны пройти сделку (а не цену предложения или спроса), что бы получить реальную цену, иначе объекты не могут считаться альтернативными.

Сделка – это взаимодействие не менее двух физических или юридических лиц. В экономической сфере интересов, одно из наиболее простых взаимодействий, это когда капитал переходит от одного лица к другому (с условием возврата через некоторый фиксированный временной срок). Такой переход именуется сделкой, причем переход обеспечен юридически оформленным и заверенным контрактом.

Сделка, как процесс, имеет прямую и обратную связь между указанными выше лицами. Например, некоторая указанная в контракте сумма денег переходит от первого лица ко второму, на некоторых взаимовыгодных условиях.

Одно из этих условий – возврат указанной суммы денег (уже от второго лица к первому) плюс еще некоторая дополнительная сумма, которая, как правило, зависит от времени, когда производится окончательный расчет по контракту.

В одной сделке могут участвовать много лиц. Единоновременно или нет. Причем деньги – это не единственная форма капитала, которая может быть указана в контракте (денежные суммы, ценные бумаги, материальные ценности и т.п.). Окончательный расчет согласно сделке не обязательно одновременен. Просто в контракте указываются те сроки, когда капитал (в той или иной форме) должен переходить от одних лиц к другим.

Любой объект рыночной выборки оценивается по своим потребительским свойствам, техническим и эксплуатационным и т.д. То есть все свойства должны влиять на критерий, который в данном случае является, например, ценой объекта или иной экономической характеристикой. Для формирования выборки имеются авторские программы, надстройки в MsExcel. В качестве примера покажем один лист надстройки, который обеспечивает “Учет”, применительно к набору рынков стран 20-ки. Критерием может быть ВВП или ВВП на душу населения или инфляция. Постольку, поскольку любой столбец может стать критерием по желанию пользователя.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Номера стg2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12	g13	g14	g15	g16	g17	
2	Корень	Ствол	Ветвь	Лист	Дата пред	Дата спро	Дата сдег	ВВП по ПГ	ВВП на ду	Инфляция	Уровень €	Внешний	Золотоваг	Экспорт, л	Импорт, м	Численнос	Иностранн
3	Дата пред	Дата спро	Дата сдег	ВВП по ПГ	ВВП на ду	Инфляция	Уровень €	Внешний	Золотоваг	Экспорт, л	Импорт, м	Численнос	Иностранн	Резерв2			
4	Размерно	уровень	уровень	уровень	дата	дата	дата	трил.	тыс. USD	%	%	трил. USD	млрд. US\$	млрд. US\$	млн. чел	млрд. US\$	
5	США	Адр1	Адр2	Адр3	#####	#####	#####	15,04	48,1	3	9,1	14,71	130,8	1511	2314	153,4	2410
6	Соединенное	Королевство			#####	#####	#####	2,25	35,9	4,5	7,9	9,84	66,7	495,4	654,9	31,8	1125
7	Германия				#####	#####	#####	3,08	37,9	2,2	6	5,62	180,8	1543	1339	43,6	1054
8	Франция				#####	#####	#####	2,21	35,1	2	9,1	5,63	133,1	578,4	684,6	29,6	1151
9	Италия				#####	#####	#####	1,83	30,1	2,3	8,2	2,68	132,8	508,9	541,2	25	368,9
10	Япония				#####	#####	#####	4,39	34,3	0,4	4,8	2,72	1024	800,8	794,7	62,7	147,2
11	Бразилия				#####	#####	#####	2,28	11,6	6,9	6,1	0,4	238,5	250,8	219,6	104,3	319,9
12	Россия				#####	#####	#####	2,37	16,7	8,9	6,8	0,54	439,4	498,6	310,1	75,4	256,8
13	Индия				#####	#####	#####	4,46	3,7	6,8	9,8	0,32	274,7	298,2	451	487,6	157,9
14	Китай				#####	#####	#####	11,3	8,4	5,4	6,5	0,53	2426	1897	1664	816,2	473,1
15	Канада				#####	#####	#####	1,39	40,3	2,8	7,4	1,18	54,4	450,6	459,6	18,7	494,6
16	Австралия				#####	#####	#####	0,92	40,8	3,4	5	1,3	41,7	266,1	236,3	12	295,9
17	Новая Зеландия				#####	#####	#####	0,12	27,9	4,5	6,5	0,08	15,6	40,9	35,1	2,4	66,7
18	Мексика				#####	#####	#####	1,66	15,1	3,5	5,1	0,28	99,9	336,3	341,9	47,8	308,4
19	Южная Корея				#####	#####	#####	1,55	31,7	4,2	3,4	0,4	270	558,8	525,2	25,1	110,8

Фиг1. Таблица Учета, применительно к объектам – рынкам 20-ки по строкам. Столбцы таблицы – это основные свойства этих национальных рынков, которые обычно появляются в сети интернет. Исходные данные в табличной форме (объекты - свойства) располагаются на листе книги Excel. Для расчетов используются только числовые данные, которые не имеют своего особого места на листе. Поэтому используются метки для программного распознавания этого места на листе. Это две метки (Start-End) на первой строке листа и в первом столбце листа. Метки должны охватывать числовую матрицу.

## §4. Задача оценки

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,	48,1	3,	9,1	14,71	130,8	1511,	2314,
2	1,	35,9	4,5	7,9	9,84	66,7	495,4	654,9
3	1,	37,9	2,2	6,	5,62	180,8	1543,	1339,
4	1,	35,1	2,	9,1	5,63	133,1	578,4	684,6
5	1,	30,1	2,3	8,2	2,68	132,8	508,9	541,2
6	1,	34,3	0,4	4,8	2,72	1024,	800,8	794,7
7	1,	11,6	6,9	6,1	0,4	238,5	250,8	219,6
8	1,	16,7	8,9	6,8	0,54	439,4	498,6	310,1
Min	0,12	3,7	0,4	3,4	0,08	15,6	40,9	35,1
Max	15,04	48,1	8,9	9,8	14,71	2426,	1897,	2314,

Ответ- решение системы линейных уравнений								
<b>Ответ</b>	-1,581706	-0,004793	0,33532	0,020839	-0,265141	0,00264	-0,009139	0,01381
<b>kfKorr</b>	1,	0,033417	-0,014702	0,327404	0,552872	0,518051	0,786141	0,909667

Оценка точности решения	
КвМатрица	3,20955821680476E-22
Среднее квадратов погрешностей (ИсхМатр)	0,13
Сдвиг среднего=	0,00

Технология МНК-метода: найти коэффициенты уравнения множественной регрессии по таблице ОБЪЕКТЫ-ПРЕДМЕТЫ исследования

Начать Диапазон Экстрем & Коррел Критерий КвМатрица Возмущение Решить/Уравн. Проверка ТочнРешен. Порции На единицу

Фиг2. Ниже таблицы находится технология решения задачи оценки методом множественной регрессии. Технология состоит из 11-ти операций, которые выполняются слева на право, используя 11 командных кнопок. Над технологией находится та же таблица, что и на листе. Слева столбец возмущения системы уравнений. Это результат решения обратной задачи. Правее его столбец решения прямой задачи: он получен в результате подстановки во все объекты полученного решения обратной задачи. Это решение стоит в строке с наименованием "Ответ" и еще ниже в строке коэффициенты корреляции. Ниже двух столбцов стоят оценки точности полученного решения.

## §5. Алгоритм метода решения задачи оценки:

1. установить критерий на место возмущения системы (справа от знака равно) и столбец единиц установить на место критерия, как свободный член;
2. нормальную матрицу создать, то есть создать квадратную матрицу из двух прямоугольных матриц: исходной и транспонированной к ней;
3. новое «возмущение» создать из старого, умноженного на транспонированную матрицу к исходной;
4. решение задачи множественной регрессии и получение всех неизвестных;
5. прямая задача: квадратная матрица умножается на полученное решение; и находим расчетное «возмущение» для проверки точности. Эта точность большая и зависит только от возможности компьютера;
6. прямая задача с исходной матрицей, которая умножается на полученное решение, а результат, точность решения зависят от исходной прямоугольно представленной выборки;
7. вес фактора, как вклад фактора в критерий; для этого компонента решение умножается на значение фактора. Сумма всех полных вкладов дает значение самого правого столбца на экране;
8. вклад фактора не в критерий, а в единицу критерия; для этого компонента решение умножается на значение фактора, но еще и делится на значение критерия.

Процедура оценки объекта такова. Свойства объекта уже должны быть известны, а цена нам еще не известна. Можно даже обнулить эту цену или установить любое начальное значение на Excel - листе, где сформирована исходная выборка. Затем запускается надстройка (что на фиг1) и в самом крайнем правом столбце (который на экране) можно видеть, что цена изменилась. Такие шаги итерации делаются до тех пор, пока цена не изменяется: эту оценку и следует рассматривать, как оптимальную. Очевидно, что сам процесс итерации легко автоматизировать.

## §6. Задача распознания

- Модель случайного процесса с дискретными состояниями и дискретным временем (марковские цепи) разработан согласно принципу: для каждого момента дискретного времени вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от его состояния в настоящем, при этом не существенно (для этого гипотетического принципа), как она достигла этого настоящего. Поэтому такой процесс иногда именуется процессом без последействия. Для однородной марковской цепи составляется матрица переходных вероятностей, действие которой распространяется на всю цепь.
- Мы рассматриваем процессы с последействием. Набор состояний конечен и каждое состояние имеет конечный набор параметров. Именно, пусть  $S$ - количество всех состояний в истории. Пусть в каждом состоянии имеется ровно  $q$ -параметров, которые описывают в числах это состояние. Иначе говоря, по нашей гипотезе, любое будущее ( $j$ -ое) состояние процесса зависит от некоторых его предыдущих смежных состояний, которые хотя нам заранее неизвестны, но которые возможно отыскать некоторым оптимизационным процессом поиска в массиве  $(S \times q)$ . В данной системе нам известны  $S$ -состояний, которые мы и будем именовать далее историей этого процесса.
- Поскольку история в целом нам известна и конечна, то преобразуем эту историю, применяя разностные формулы для вычисления первой производной (и, если понадобится, то и последующих).
- Обозначим через " $n$ " некоторое количество любых смежных состояний в этой преобразованной истории, но так, что последнее из них является настоящим. Назовем этот набор "какета". Таким образом "какета" это матрица  $(n \times q)$ . Мы теперь можем сравнивать обе матрицы. Именно, можно в цикле пропустить карету через всю историю (какета едет по истории), вычисляя абсолютное значение суммарной разности двух матриц  $(S \times q)$  и  $(n \times q)$  при каждом их сравнении и далее сохраняя минимальное значение. Это значение и укажет нам то место в истории, где карета получила наилучшее совпадение с состояниями в истории. Обозначим эту матрицу  $(S_j \times n_j)$ .  $S_j$  – это номер начального состояния, а номер конечного состояния  $n_j$ . И эти оба состояния в истории теперь нам известны. Мы можем считать это распознаением будущего состояния.
- Сам такой процесс с последействием мы называем измеримым, поскольку он открывает возможность делать прогноз будущего состояния по набору прошлых состояний в теле истории. Наилучшее (то есть оптимальное по принятому нами критерию) отклонение – суть столбец (образы цен), то есть столбец, который является аргументом преобразования, которое выполняется по всей истории торгов.

## §7. Задача прогноза

Рассмотрим состояние  $\pi_{(j+1)}$ . Это состояние нами рассматривается как прототип будущего состояния того же измеримого процесса. Конечное состояние процесса нам известно. Теперь известна и скорость и ускорение его изменения, а значит можно делать прогноз. Ниже показаны результаты прогноза будущей котировки.

Прогноз						Точность
Параметр	Последние торги	Образы цен	Прогноз цен	Реальная цена	Точность	9,40E-02
<input type="checkbox"/> Открытие торгов	69,914	-0,003	69,7345318188682	71,179	1,444	Лучшее j-
<input type="checkbox"/> Минимум на торгах	69,78	0,002	69,8964313282659	71,179	1,283	2047
<input type="checkbox"/> Максимум на торгах	71,17	0,003	71,3663720735786	72,124	0,758	Ymax
<input type="checkbox"/> Закрытие торгов	71,098	0,005	71,4879648024766	71,597	0,109	72,2
<input type="checkbox"/> Среднее на торгах	70,5	0,007	70,9852120535714	71,486	0,501	Ymin
<input type="checkbox"/> СреднеВзвешенн	70,53	0,002	70,6945159503952	71,721	1,026	71,179
<b>Расчет чистой прибыли</b>			<b>391,44844842206</b>	<b>0,869999999992192</b>		Информация
<b>Дата</b>	14.11.2017	10.11.2017	13.11.2017	15.11.2017	2,	

Фиг3. Данная таблица содержит результаты прогноза будущего состояния на торгах.

1. Первый столбец (Параметр) – это ровно шесть наименований основных параметров котировки, которые вычисляются по результатам сделок на торгах.
2. Второй столбец – хорошо известные нам результаты, полученные на последних торгах.
3. Третий столбец (образы цен) – это результат преобразования истории торгов и поиска скоростей изменения последней известной нам котировки в истории. Можно считать, что это уже результат распознавания, который позволит нам вычислить прогноз на будущих торгах.
4. Столбец (Прогноз цен) содержит прогноз будущей котировки.
5. Столбец (Реальная цена) содержит все параметры котировки для сравнения их с параметрами прогноза. Последний столбец содержит точностные оценки: абсолютные разности между реальностью и прогнозом.

## §8. Описание результата выполнения прогноза

На фиг3 можно видеть шесть командных кнопок. Они выводят на экран описания всех столбцов.

**Параметр**

По результатам торгов создаются шесть параметров процесса. Это процесс с последствием. То есть процесс не марковский, который не имеет последствия. Нам известна история ранее прошедших биржевых торгов некоторой ценной бумаги. Наша задача - выполнить прогноз будущих торгов. То есть найти шесть параметров будущих торгов. Но в какой мере такой прогноз близок к будущей реальной котировке, мы сможем узнать только сравнивая между собой прогноз с реальной котировкой, а значит, только тогда, когда будущие торги уже пройдут.

### Последние торги

Последние уже прошедшие торги, то есть смежные с будущими торгами, значит они нам известны. Как правило они публикуются в сети интернет. Но эти последние торги только половина всего дела для выполнения прогноза. Поскольку процесс не является МАРКОВСКИМ, поэтому только одна последняя известная котировка мало что нам дает. Нужно знать еще и скорость изменения этой котировки, что бы можно было вычислить параметры очередной котировки.

### Образы цен

ОБРАЗ ЦЕНЫ- это скорость ее изменения любой конкретной котировки. Когда известна последняя сформированная котировка и скорость изменения котировки, то можно вычислить будущее, на основе этих двух параметров. В то же время текущее значение скорости изменения последней уже прошлой котировки мы еще не знаем. Здесь уже необходима гипотеза. Гипотеза заключается в том, что скорости изменения ценных бумаг (а возможно еще и ускорения) зависят от сделок и устоявшихся традиций биржевой игры. Иначе говоря когда то сама сложившаяся ситуация уже могла когда то быть.

То есть эту же (или очень похожую) ситуацию можно найти и вычислить по истории торгов с другой ценной бумагой, то есть в данном случае с долларом. Естественно, только приближенно, когда сам такой процесс с последствием предполагается измеримым.

### Прогноз цен

ПРОГНОЗ ЦЕНЫ это по сути прогноз складывающейся ситуации. Когда прогноз достаточно точен, то можно выполнить в одной игре две сделки. На минимальной цене купить пакет ценной бумаги. На максимальной цене продать такой же пакет. Это обеспечит реальный доход, если разность цен высокая. Иначе, следует выполнить только одну сделку, а для второй сделки придется ждать очередных торгов. От разности цен и объемов предложений для сделок зависит ваша предпочтительная стратегия игры. В двух сделках (на одних торгах или в на двух последовательных торгах необходимо добиться достаточно большой разность цен, что увеличит Ваш доход.

### Реальная цена

РЕАЛЬНАЯ котировка создана, когда уже прошли торги. Максимум цены и минимум цены и разность цен следует сравнить с сделанным ранее прогнозом. Только тогда мы сможем узнать, хороша ли оказалась принятая нами технология прогноза.

### Точность

Теперь известен и прогноз и реальные торги. Поэтому можно вычесть (тех и других) параметры, что бы найти точность выполненного прогноза. По сумме абсолютных значений, после сделанных вычитаний по всем шести параметрам.

### ***Шаги выполнения прогноза- это информационная технология.***

Каждая операция технологии имеет свою командную кнопку. Всегда активна только одна командная кнопка- возможно выполнять только одну активную операцию.

**шаг\_1.** Инициализация диалогового окна (Формы) делается автоматически. На экране появится окно, в котором и будет выполняться прогноз шаг\_1 На листе <Vibr> должна быть установлена история торгов с Долларом как наиболее распространенной валютой

шаг\_1. Процесс - это биржевые торги, которвые происходят несколько раз в неделю. Каждые торги описываются котировкой. Параметров у котировки несколько. Это краткое описание сделок. Количество сделок может быть разным. Параметры котировки вычисляются по всем сделкам, используя формулы. Формулы - стандартные для всех бирж. Всего в котировке ровно ШЕСТЬ параметров.

- 
- 1) Курсовая цена при открытии торгов;
  - 2) Цена при закрытии торгов;
  - 3) Цена минимальная на торгах;
  - 4) Цена максимальная;
  - 5) Цена средняя;
  - 6) Цена средне взвешенная по объемам;
- 

Создается начальное состояние для реализации технологии распознания образа в системе. Набором ПроОбразов служит набор котировок, которые ранее совершались на биржевых торгах с какой -либо модельной валютой или ценной бумагой

**шаг\_2.** История торгов копируется из листа с №0. Устанавливаются абсолютные границы. По строкам (от 5 до 4096) \ По столбцам (от 5 до 64)\При выходе за эти границы - прерывание. История торгов - это набор котировок ценной бумаги на биржевых торгах, которые совершились ранее в течение нескольких лет функционирования биржи. Прогнозируются не сами котировки, а вероятные состояния системы. Котировки из истории - это прообразы функции состояния системы. По прообразам ищутся образы некоторой дискретной сюръективной функции.

**шаг\_3.** Расчет ПроОБРАЗОВ и ОБРАЗОВ по всей истории торгов, для всех ШЕСТИ параметров. Заметим, что по всей истории котировок создан ОБРАЗ, естественно,еще без проверки на прогноз, поскольку прообраз сюръективной функции уже есть, это история торгов. Но образ для прогноза еще нужно искать.

Дискретная сюръективная функция это: ПроОБРАЗ, где функция определена, ее ОБРАЗ, где она принимает значения и соответствие между Прообразом и образом. Создаем образ в общей области в разделе НОЛЬ.

**шаг\_4.** Только вывод созданных (в предыдущих операциях технологии) образов на экран. Кроме образов на экран можно выводить и прообразы. Для этого служит линейка прокрутки и две кнопки под ней. Клик на кнопке установит образ по прообразу и наоборот. Поиск образа функции для конкретного набора прогнозов может делаться по любому набору из 8-ми строк прообразов в таблице.

**шаг\_5.** Q Активизируем лист №1. На листе с №1 находится набор котировок (не менее 8-ми) этой или любой другой ценной бумаги. Этот набор, текущий. Последняя котировка - (на предыдущих торгах) известна. Задача состоит в том, что бы найти параметры будущей котировки, которая следует за уже известной (последней на листе №1). Поэтому, именно этот лист- №1, АКТИВИЗИРУЕТСЯ для расчетов.

Задача в том, что бы найти числовые значения параметров будущей котировки, а значит- выполнить прогноз. Образ будущего прогноза следует искать на листе1, по прообразу, который находится на ЛИСТЕ №1

**шаг\_6.** Находим все данные: положение и размеры диапазона котировок на ЛИСТЕ №1. Все делается так же, как и на ИСТОРИИ. Здесь находится последние несколько торгов (не менее 8-ми), сразу перед теми торгами, котировки которых мы еще не знаем, но надеемся спрогнозировать. По этим нескольким прообразам находим их образы. Эти образы будут ключём к прогнозу. ГИПОТЕЗА: состояние системы в прошлом находим именно по этому КЛЮЧЮ. Зная состояние текущее ищем и находим аналог в истории.

**шаг\_7.** Образы рассчитывается по прообразам на ЛИСТЕ №1. Все делается так же, как и на ИСТОРИИ. Берутся только последние 8-мь торгов из всего набора. Прообраз Торгов с номером 8 сохраняются в памяти, для их последующего вывода на экран в таблице 3. По нескольким (от 1 до 7) прообразам находим их образы. В истории по этим образам ищем сходную (аналогичную, подобную) ситуацию и образ.

**шаг\_8.** Текущее состояние выводимся на экран: Только вывод созданных (в предыдущей команде образов) на экран. Как и в первой таблице ИСТОРИИ вывод на экран аналогичен. В третью ТАБЛИЦУ в первый столбец выводится данные: последняя из известных нам котировок из листа1 то есть последних торгов с прогнозируемой ценной бумагой

**шаг\_9.** Расчет Цен и точности совпадения, если уже известны результаты торгов, чтобы сравнить прогноз котировки и реальную котировку. Из сравнения вычисляется отклонение прогноза от реальности.

## **§9. Об конструировании образовательной игры**

В настоящее время (глобализации) национальные рынки в очень большой степени потеряли самостоятельность, наблюдается усиление их взаимозависимости между собой. Соответственно, потоки капитала (между рынками) зависят от тех стратегий, которые принимают основные игроки (в областях производственного капитала, финансового и интеллектуального) и тем самым формируют состояние мирового рынка в целом. Из фундаментальных параметров в настоящее время большую роль играют резервные валюты (Доллар, Евро), спрос и предложение на них и, как результат, изменение их относительной курсовой стоимости во времени. Если рынки производственного и интеллектуального капитала на мировом рынке переформируются относительно медленно, то процессы на рынке финансового капитала являются наиболее быстрыми, а потому сам этот рынок становится наиболее влиятельным и агрессивным. В реформе финансового рынка нуждается как он сам, так и образовательные формы связанных с ним дисциплин (Рис1). В рамках симплициальной теории игр, модель имеет вид треугольника. В вершинах -- интересы студента в рамках образовательной программы:

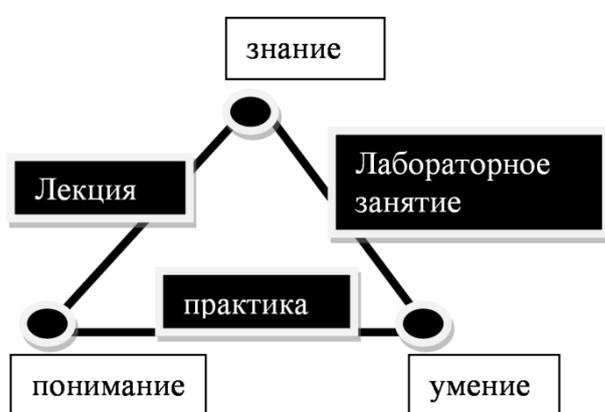


Рис1. В вершинах треугольника – три основные составляющие образовательного процесса – интересы: знание, понимание, умение. Стороны треугольника – три ресурса-коалиции действия: 1) Лекции, 2) Лабораторные занятия, 3) Учебная и профессиональная практика. Внутри треугольника, его площадь - это мера

качества образования.

На занятиях игровая модель реализуется программными средствами. В такой игре критерием служит повышение качества образования на базе достижения равновесного состояния ресурсов игры. *Расчетно - графическая записка делается студентом, как отчет по курсовой работе, по нижеследующей форме, для закрепления лекционного материала и на его основе. для выполнения курсовой работы с магистрами– менеджерами. Приведенная здесь форма соответствует понятиям, которые лежат в основе структуры указанного выше подхода.*

## **Глава5. Методические указания по выполнению прогноза**

1. Введение
2. Инструменты для выполнения курсовой работы
3. Учет исходных данных на листах в таблице
4. Первая задача - история
5. Технологии, операции и команды для прогноза
6. Вторая задача – таблица(выборка).
7. Команды для выполнения технологии

8. Учебные игры и процесс с последствием
9. Образовательный процесс

## **§1. Тема и порядок выполнения курсовой работы**

- Общая тема, предназначенная для выполнения курсовой работы: “Учет, оценка, распознавание, прогноз”. В качестве исследуемой системы берется дискретный процесс с дискретными переменными. Каждая дискретная переменная процесса это конечный набор чисел, то есть числовых параметров дискретной переменной. Дискретная переменная процесса описывает конкретное состояние системы. Смена одних состояний системы другими ее состояниями, описывает дискретный процесс с последствием.
- Индивидуальные темы студента различаются только исходными данными, которые отражают конкретный процесс.
- Выполняются две задачи. Эти задачи непосредственно связаны с общей темой, сформулированной выше.
- Задача №1 оценки на плоской таблице с двумя входами. Два этапа ее выполнения студентом - это учет и оценка. Учет, это создание плоской таблицы с двумя входами, именуемой далее формальной выборкой (потому, что такая выборка не является обязательно статистической выборкой, у которой имеется ряд условий и ограничений, которых у формальной выборки нет). Объекты формальной выборки – это дискретные переменные дискретного процесса. Поскольку цена любого товара или услуги зависит от свойств такого товара или услуги, то мы отождествляем набор дискретных параметров с набором свойств товара или услуги. Когда все состояния системы известны, то мы говорим, что это генеральная совокупность, из которой далее можно делать формальную или статистическую выборку, которую можно анализировать и проводить исследование.
- Задача прогноза на плоской таблице с двумя входами. Два этапа ее выполнения студентом – это этап распознавания и этап прогноза будущего события. Отличие этой задачи №2 в том, что рассматривается дискретный процесс, где в выборке находится не произвольно выбранный набор дискретных переменных, а строго линейно упорядоченный набор событий, отраженных в наборе числовых переменных. Такой набор – это уже не формальная выборка, а выборка котировок, описывающих состояние процесса, изменяющего систему. Процесс внесения изменения в систему именуется торгами. Эти два термина “Котировка” и “Торги” взятые нами из реального процесса биржевых торгов. Котировка – это набор чисел. Реальные торги – это экономический процесс, где производятся сделки купли-продажи, отраженные в числовых значениях. По завершению реального процесса торгов, автоматически создаются минимум шесть параметров – курсов (открытие торгов, минимум на торгах, максимум на торгах, закрытие торгов, среднее значение, средне-взвешенное), а максимум – девять (могут добавляться такие параметры, как предложение, спрос, сделка). Когда какая то часть такого процесса становится известной, то можно говорить об исходных данных, которые лежат в основе учебного процесса.

## **§2. Инструменты для выполнения курсовой работы**

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе. На диске "I" студент может найти папку "Кафедра информатики", где в дочерней папке с наименованием "Кулешов В.А." установлены два программных продукта "История" и "Таблица". Эти программы являются надстройками к MsExcel.

Две авторские программы- надстройки "Прогноз" и "Оценка" позволят студенту выполнить две практические задачи:

1. На компьютере, используя продукт <MsExcel>, на листе книги, следует установить набор состояний системы
2. Выбрать любую ценную бумагу по своему усмотрению (иначе ее предложит преподаватель)
3. Скачать из сети 9- котировок, которые торгуются на любой российской бирже
4. Задача - выполнить прогноз 9-ой котировки, исходя из первых 8-ми котировок.
5. В данном случае, задача учета означает способ расположения набора котировок на листе так, что бы можно было применить надстройку с именем "История".
6. Две метки, на первой строке и первом столбце <Start> и <End> должны охватывать числовые данные всей таблицы. Тогда возможно копировать эти числовые данные в разделы общей области памяти, где и производятся все необходимые для прогноза вычисления. Исходные данные на листе должны сохраняться неизменяемыми.

### **§3. Учет исходных данных на листах в таблице**

Исходные данные располагаются на 4-х листах книги MsExcel. Начиная с пятой строки и со столбца пятого все данные должны быть в числовом формате. Объемы сделок тоже в числовом формате – они используются (если такие данные есть) для замещения столбца- критерия. В противном случае, если студент не имеет объемов торгов в наличии, то в качестве критерия применяется разность двух параметров максимума и минимума на торгах.

Почему особенно нужны значения параметров максимума на торгах и минимума на торгах. Потому что от разницы максимального и минимального значений зависит, что получит студент в результате купли акции на минимуме и ее продажи на максимуме. Доход или убыток? Поскольку и государство и брокерская контора снимает комиссионные с оборота или с прибыли. При большом размахе между этими значениями вероятно может быть прибыль, а при малом размахе – убыток. Следовательно, необходимо не только значение разности этих двух параметров, но и расчет значений вероятной прибыли и убытка.

						Start				End					
						Объем пр	Объем сп	Объем од	Критерий	Курс При	Курс Мин	Курс Макс	Курс При	Курс Средни	Курс Средне
Start	MOEX														
	09.09.2019	43040	0	1,00	1,00	20,889		95,15	93,75	96,01	95,55		94,88	95	0
	10.09.2019	43041	1	1,00	1,00	20,374		95,16	94,5	95,64	95,18		95,07	95,02	0
	11.09.2019	43042	1	1,00	1,00	26,738		95,44	94,05	96,98	96,79		95,52	96,53	0
	12.09.2019	43045	4	1,00	1,00	25,226		96,7	95,8	97,64	96		96,72	96,61	0
	13.09.2019	43047	1	1,00	1,00	26,337		96,2	95,33	97,77	96,8		96,55	96,64	0
	16.09.2019	43048	1	1,00	1,00	21,389		97	96,07	97,38	97,35		96,73	96,93	0
	17.09.2019	43049	1	1,00	1,00	18,152		97,21	96,47	97,69	96,65		97,08	97,07	0
	18.09.2019	43052	3	1,00	1,00	18,638		96,48	95,52	96,9	95,96		96,21	96,38	0
	19.09.2019	43053	1	1,00	1,00	25,998		95,95	95,54	96,81	96,24		96,18	96,27	0
End	20.09.2019	43040	1	1,00	1,00	20,889		96,62	95,25	96,66	95,58		95,96	95,83	0
	23.09.2019	43041	1	1,00	1,00	20,374		95,29	94,3	96,12	96,12		95,21	95,15	0
	24.09.2019	43042	4	1,00	1,00	26,738		95,71	94,7	96	95,15		95,35	95,19	0
	25.09.2019	43046	1	1,00	1,00	25,226		94,7	94,1	95,09	94,99		94,60	94,7	0
	26.09.2019	43047	1	1,00	1,00	26,337		94,99	94,37	95,35	94,94		94,86	94,92	0
	27.09.2019	43048	1	1,00	1,00	21,389		94,7	94,55	95,66	94,85		95,11	95,13	0
	30.09.2019	43049	3	1,00	1,00	18,152		94,87	94,25	95,29	94,74		94,77	94,74	0
	01.10.2019	43052	1	1,00	1,00	18,638		94,99	94,41	95,23	95,03		94,82	94,93	0
	02.10.2019	43053	1	1,00	1,00	25,998		94,75	91,32	95,63	91,55		93,48	93,82	0
	03.10.2019	43040	1	1,00	1,00	20,889		91,7	90,51	92,68	91,69		91,60	91,43	0
	04.10.2019	43041	4	1,00	1,00	20,374		92	91,3	93,16	91,44		92,23	91,99	0
	07.10.2019	43042	1	1,00	1,00	26,738		91,9	90,85	92,1	91,01		91,48	91,35	0
	08.10.2019	43046	1	1,00	1,00	25,226		91,1	89,62	91,34	90		90,48	90,16	0
	09.10.2019	43047	1	1,00	1,00	26,337		90	89,55	90,56	90,1		90,06	90,13	0
	10.10.2019	43048	3	1,00	1,00	21,389		89,8	89,72	90,37	90		90,05	89,97	0

Фигб. Задача – получение всех решений, путем передвижения меток, что находятся на первой строке и на первом столбце (Start и End – они охватывают матрицу, не входя в нее, как параметры и объекты). Наименования листов:

1. Vibr – здесь история торгов с долларом. В программе установлены торги с долларом в количестве нескольких тысяч, но не более пяти тысяч. Программа допускает не более 4800 тысяч, как учебная. Потому, что чем больше котировок, тем точнее прогноз.
2. Bumg – здесь ровно восемь выделенных торгов с любой прогнозируемой бумагой
3. Proba- здесь одна девятая (сразу за восьмой) реальная котировка, только для оценки точности прогноза. Эта котировка особая. Она, после получения результатов прогноза, будет сравниваться с ПРОГНОЗ-котировкой. Что бы студент мог убедиться в том, что лист Proba не используется в прогнозе, а только в исследовании точностной оценки, на этом месте можно вначале установить любую котировку и получить прогноз. Затем установить реальную котировку и снова получить тот же прогноз и реальную оценку точности.
4. Туре- здесь находится весь пакет котировок. Их , согласно учебного задания, ровно 24. Поэтому студент отсюда берет любые восемь котировок, что бы их установить на лист книги с наименованием листа Bumg и листа Proba
5. Далее студент выбирает из листа Туре новый пакет котировок (восемь + 1) и решает задачу прогноза. Сделать не менее 4-х подходов.
6. На пятерку сделать 24- подхода для полного анализа точности. Построить графики и диаграммы. Как изменяется точность?. С чем из реальных параметров связаны изменения в точности. Такие исследования необходимы для оценки точности ТРЕНДА, то есть будущих изменений поведения тех брокеров, которые торгуют ценной бумагой.

## §4. Первая задача – учет котировок модельной истории

Для того, что бы избежать ошибок на этапе <Учет>, на листах “Vibr” и “Bumg” и “ Proba ” в надстройке уже стоят данные по котировкам доллара и Евро на российской бирже. Котировки с

Долларом студент не изменяет. Но поскольку у каждого студента свои индивидуальные данные по конкретной ценной бумаге, то на листах “Bumg” и “ Proba ” числовые данные и наименования ценных бумаг, и Даты торгов необходимо изменить на данные студента.

Исполняет студент, в курсовой работе по дисциплине “Информационные технологии в менеджменте”. Первоначальные данные, которые нужно изменить, такие

			Start					End						
			Объем пр	Объем сп	Объем	сд	Критерий	Курс При	Курс Мин	Курс Макс	Курс При	Курс Сред	Курс Средне	Взвешенный
Start														
EUR	01.11.2017	43040	0	0	0	20,889		94,99	94,41	95,23	95,03	94,82	94,93	0
EUR	02.11.2017	43041	1	0	0	20,374		94,75	91,32	95,63	91,55	93,48	93,82	0
EUR	03.11.2017	43042	1	0	0	26,738		91,7	90,51	92,68	91,69	91,6	91,43	0
EUR	07.11.2017	43046	4	0	0	25,226		92	91,3	93,16	91,44	92,23	91,99	0
EUR	08.11.2017	43047	1	0	0	26,337		91,9	90,85	92,1	91,01	91,48	91,35	0
EUR	09.11.2017	43048	1	0	0	21,389		91,1	89,62	91,34	90	90,48	90,16	0
EUR	10.11.2017	43049	1	0	0	18,152		90	89,55	90,56	90,1	90,06	90,13	0
EUR	13.11.2017	43052	3	0	0	18,638		89,8	89,72	90,37	90	90,05	89,97	0
End														

Фиг1. Таблица акций московской биржи. Всего ровно восемь строк – восемь котировок, которые получены на восьми торгах. Для сравнения точности прогноза с котировкой на будущих торгах, когда они уже произошли, что устанавливается на листе < Proba >, эта котировка реальная.

Именно (на листе < Proba >):

			Start					End						
			Объем пр	Объем сп	Объем	сд	Критерий	Курс При	Курс Мин	Курс Макс	Курс При	Курс Сред	Курс Средне	Взвешенный
Start														
EUR	15.11.2017	43054	1	0	0	30,584	9,45E-01	71,179	71,179	72,124	71,597	71,486	71,721	0
End														

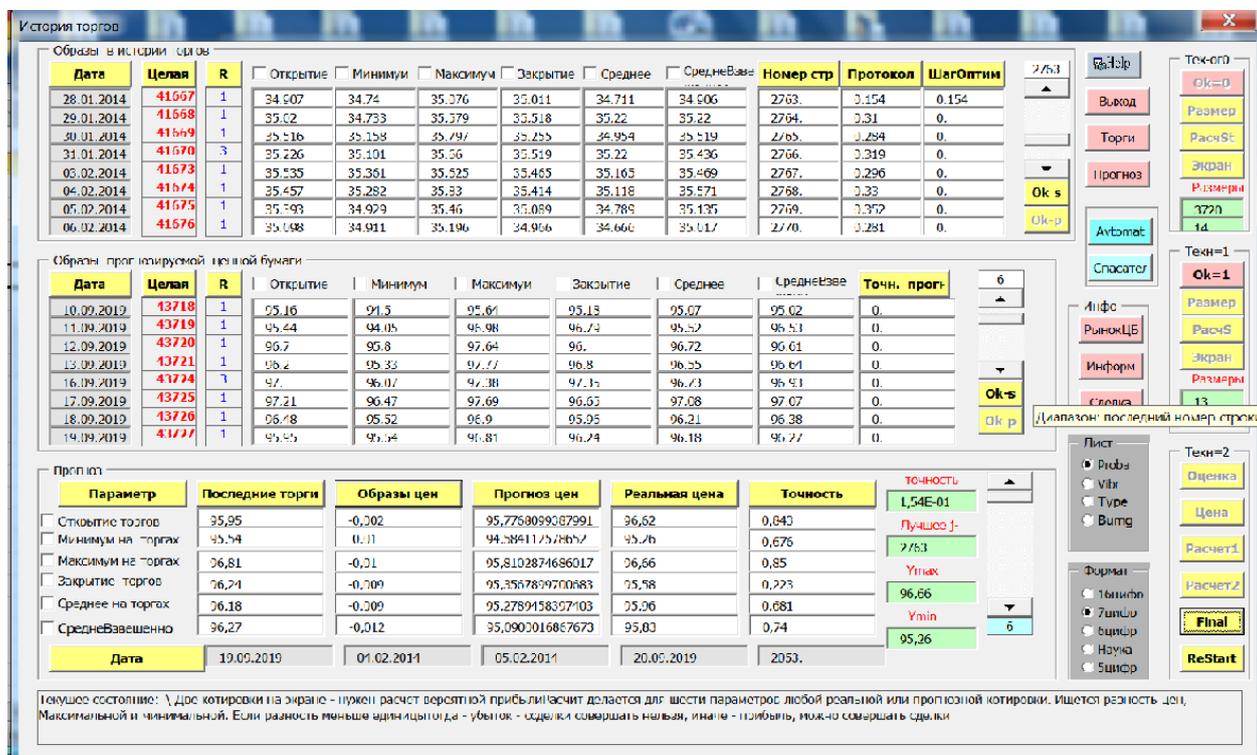
Фиг2. Например, студент решил прогнозировать акции московской биржи и для своей работы выбрал краткое наименование акции < ArMb >. Реальное значение на будущих торгах (Лист с именем Proba). Тогда, в данном случае, возможны две такие ошибки:

1. В наименованиях необходимо изменить < EUR > на < ArMb >, то есть котируется акция на московской бирже. Вы выделяете ровно восемь=8 котировок и устанавливаете их на лист с именем < Bumg >. Котировку девятую (она должна следовать за ВОСЬМОЙ котировкой) нужно установить на лист с именем (Proba)
2. Изменить данные реальной котировки (это имя и дата). Это девятая котировка.
3. Вы не должны сравнивать акции московской биржи с Евро?, их нужно сравнивать с реальной котировкой акций московской биржи (на Фиг2).
4. Из этих ошибок следует потеря точности – то есть сравнение не выполнено!. Следуйте инструкции, что бы учесть и исправить ошибки.

			Start					End						
			Объем пр	Объем сп	Объем	сд	Критерий	Курс При	Курс Мин	Курс Макс	Курс При	Курс Сред	Курс Средне	Взвешенный
Start														
АкМосБ	20.09.2019	43040	1	1	1	20,889		96,62	95,26	96,66	95,58	95,96	95,83	0
End														

Фиг2. Девятая строка котировки устанавливается с изменением наименования и данных

Ниже мы показываем надстройку "История", в которой уже сделан прогноз с акциями московской биржи .



Фиг3. Клики на кнопке <Торги> и открывается справа вся технология, где командные кнопки служат для выполнения операций технологии. С первой операции сверху до последней- снизу. Всего три технологии. Каждая из технологий находится в своей рамке.

1. Первая технология работает с листом <История>. Это верхняя рамка
2. Вторая технология работает с листом <Vimg>. Это средняя рамка.
3. Третья технология выполняет прогноз. Это нижняя рамка

## §5. Технологии, операции и команды для прогноза

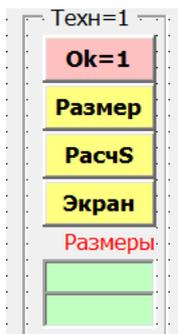


Первая технология:

1. Размеры истории из листа Vibr в общей области.
2. В общую область копируются данные из листа с наименованием Vibr
3. По всей истории торгов выполняется полный расчет: 'Исходные данные - значения цен для шести параметров берутся из общей области. Создается образ (скорости) каждой котировки тоже в общей области. Делается проверка на восстановление курса тоже в общей области. Установить на экран пакет из 8-ми торгов для всех параметров. РЕЗУЛЬТАТ: Теперь можно просмотреть: Курс, Образ курса; Прообразы -восстановленные значения курса

#### 4. Вывод таблицы данных на экран.

##### Вторая технология



Вторая технология- аналогична первой общей области, но скопированная из листа Vmng. Размеры строк можно просмотреть внизу рамки. Размеры столбцов и наименований те же, что и на других листах.



Третья технология – это все необходимые расчеты. Создаются все параметры самой нижней таблицы. Их можно просмотреть, кликая на кая кнуп оглавления столбцов таблицы.

Оценка – это создание всех скоростей по всем котировкам. Ищутся скорости в истории в режиме оптимизации. Находится котировка прогнозируемая

Цена-это сравнение прогноза и реальной котировки. Новые Последние реальные торги на листе Proba для сравнения с прогнозом. Вычисляется точность прогноза. **Расчет1 и расчет2** – это дополнительные экономические вычисления, которые позволяют нам узнать будет ли доход или убыток, если купить ценную бумагу на минимуме и продать ее на максимуме, согласно сделанному прогнозу на будущие торги.

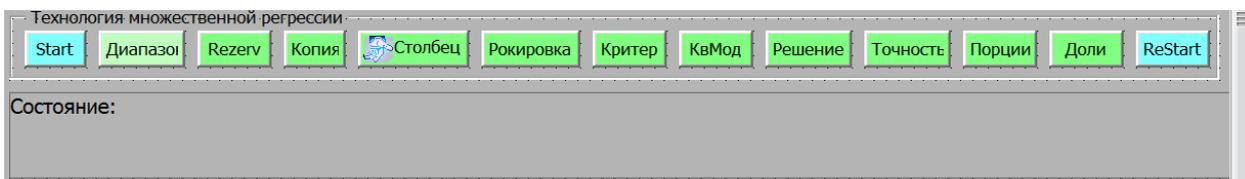
**Командная кнопка Автомат** позволяет создать столько будущих прогнозов, сколько необходимо, что бы оценить будущий тренд. Но, что естественно, с некоторой потерей точности будущих прогнозов, поскольку, например, второй прогноз делается включая прогноз первый, а не реальные торги.

## **§6. Вторая задача – пакет котировок для прогноза на будущих торгах**

Выборка – это всегда основа исследования, будь она формальной или статистической.

1. Берем любой пакет котировок из восьми торгов, как исходные данные для получения решения. Этот пакет на первом столбце “окаймляется” двумя метками <Start> и <End>.
2. Задача – получить приближенное решение системы линейных (однородных, то есть со свободным членом) уравнений.
3. Правая часть системы уравнений (иначе говорят возмущение системы) находится (в столбце -критерий). В учебном процессе доводится, что бы критерием (была разность между максимумом и минимумом) для всех котировок из выделенного пакета. Если в прогнозируемом пакете есть реальные ОБЪЕМЫ ТОРГОВ (их устанавливать в ВОСЬМОМ столбце), то здесь критерий – предпочтительно использовать объемы торгов.

4. Матрица создается из листа (List1) в общую область путем установки двух меток в первом столбце. Постольку, поскольку все расчеты ведутся в общей области, а не на листах книги MsExcel



Фиг4. Операции полной технологии решения задачи. Ниже мы покажем содержание всех этих операций данной **технологии оценки**. Технологии могут быть двух видов: 1) со свободным членом в исследуемой системе и 2) без свободного члена. Решение всегда приближенное, поэтому при правильном оформлении этапа учета, задача всегда имеет конкретное и оптимальное решение системы уравнений (в таблице формальной выборки находятся коэффициенты уравнений). Для решения задачи применяется либо метод обобщенной матрицы либо метод наименьших квадратов.

Тип задачи и ее матрицы: Иск  Квдр  Един  Раб  Порц  Доли  Автомат

Листы книги | Режим раб | Формат чисел | Команды

Строки	Критерий	Курс При открытии	Курс Минимальный	Курс Максимальный	Курс При закрытии	Курс Спелный за	Курс Спелный вве	Правая час Среднее	Проверка р Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
09.09.2019	95,15	93,75	96,01	95,65	94,88	95	0	0	2,26	
10.09.2019	95,16	94,5	95,64	95,18	95,07	95,02	0	0	1,14	
11.09.2019	95,44	94	Матрица системы задается числами			95,515	96,53	0	0	2,93
12.09.2019	96,7	95,8	97,64	96	96,72	96,61	0	0	1,84	
13.09.2019	96,2	95,33	97,77	96,8	96,55	96,64	0	0	2,44	
16.09.2019	97	96,07	97,38	97,35	96,725	96,93	0	0	1,31	
17.09.2019	97,21	96,47	97,69	96,65	97,08	97,07	0	0	1,22	
18.09.2019	96,48	95,52	96,9	95,96	96,21	96,38	0	0	1,38	
19.09.2019	95,95	95,54	96,81	96,24	96,175	96,27	0	0	1,27	
<b>Минимум</b>	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Максимум</b>	0	0	0	0	0	0	0	0		

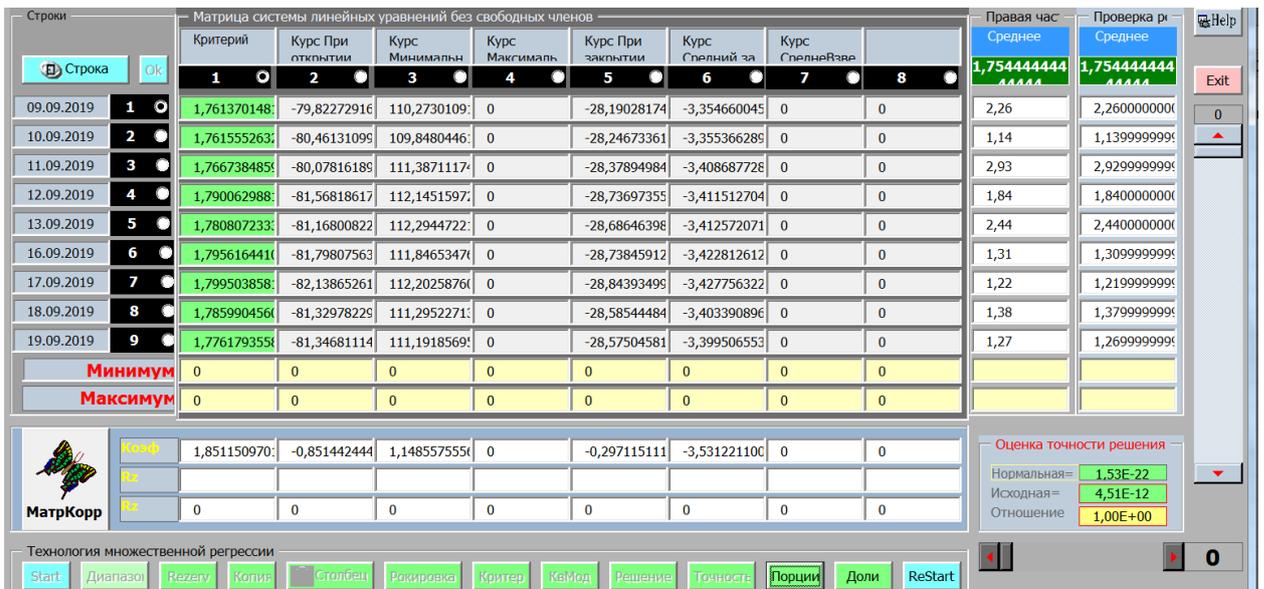
  

<b>МатрКорр</b>	Коэф	1,851150970	-0,851442444	1,148557555	0	-0,297115111	-3,531221100	0	0
	Rz								
	Rz	0	0	0	0	0	0	0	0

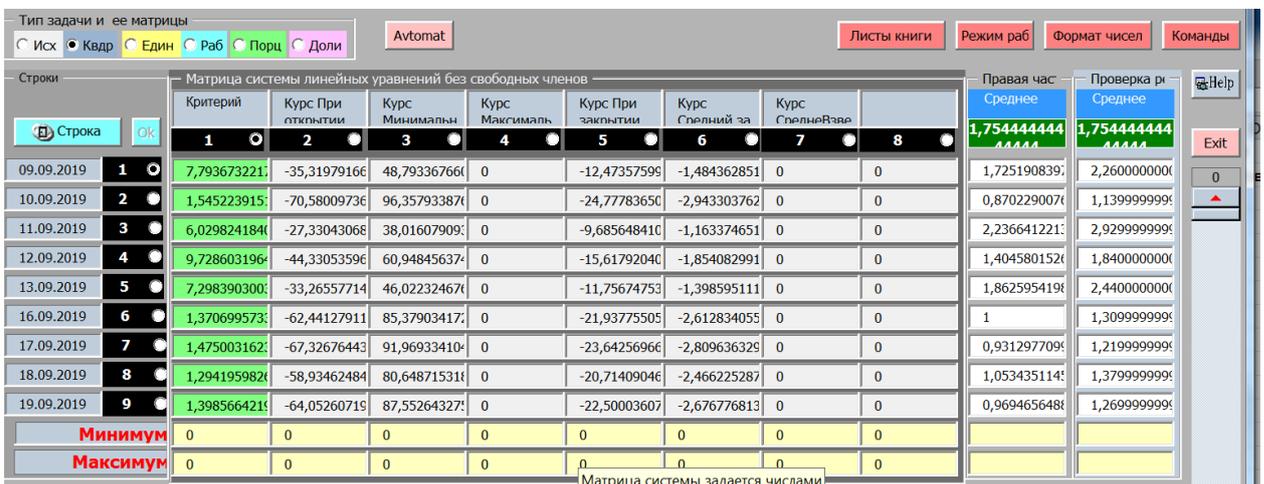
Оценка точности решения

Нормальная=	1,53E-22
Исходная=	4,51E-12
Отношение	1,00E+00

Фиг4. Решение задачи.



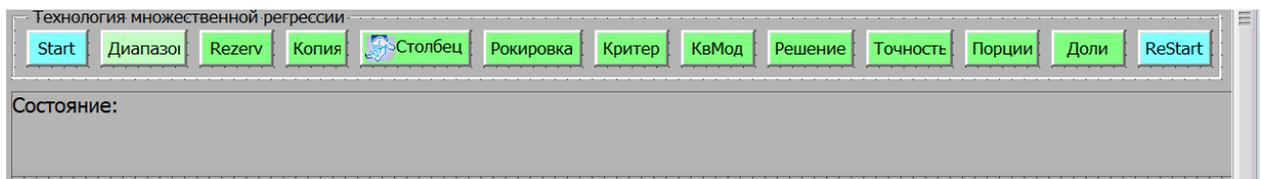
Фиг5. Команды для получения решения задачи. В матрице- порции.



Фиг5. В матрице - доли единицы. Исследуем соотношения параметров - столбцов

## §7. Команды для выполнения технологии

Решение задачи – это последовательное выполнение всех операций, а результатом будет выполнение всей технологии. Что бы не было ошибок, программа выполнена так, что бы только одна любая операция была активна, пока не будет выполнена вся технология. На старте всегда активна первая по порядку операция. Когда такая операция выполнена, то она деактивируется и активируется та операция, которая следует за ней. Операция <ReStart> - последняя. Она активизирует операцию <Start>, и далее можно снова выполнять все операции для решения задачи сначала.



Фиг4. Технология в операциях

1. <Start>Общая область обнуляется- идет подготовка ПАМЯТИ в ОБЩЕЙ ОБЛАСТИ -для всех расчетов, согласно технологии
2. <Диапазон>. Выполнен поиск числового диапазона. Установлены числовые границы диапазона чисел, его положение и размеры на активном листе Excel, причем значения границ выведены на экран: сколько строк и сколько столбцов -крайние справа. Все это пока без копирования самой ПРЯМОУГОЛЬНОЙ МАТРИЦЫ будущего уравнения
3. <Резерв>\_Уже нам известно положение матрицы числового диапазона. Установлены границы диапазона чисел по активному листу Excel, диапазон копируется в общую область и теперь его можно вывести на экран для просмотра: (можно использовать линейки прокрутки).В центре экрана будет весь диапазон, который можно прокручивать, если нужно.
4. <Копия>\_Уже нам известно положение матрицы числового диапазона, установлены границы диапазона чисел по активному листу Excel, диапазон копируется в общую область, и теперь его можно вывести на экран для просмотра: (можно использовать линейки прокрутки. В центре экрана будет весь диапазон, который можно прокручивать, если нужно
5. <Столбец> ОДИН СТОЛБЕЦ МАССИВА должен быть НАЗНАЧЕН КРИТЕРИЕМ - ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСХОДНОГО УРАВНЕНИЯ. Начальное состояние: это 8-ой столбец листа Excel сейчас установлен в качестве критерия задачи, хотя столбец критерия -первый на экране в составе матрицы, но только сейчас можно назначить любой другой столбец в качестве критерия: кликнув на радиокнопке верхней строки радиокнопок с номерами столбцов
6. <Рокировка> Указан номер столбца критерия в предидущей команде. Этот столбец теперь переставлен с первым столбцом. Значит можно создать вектор -критерий справа. И создать матрицу уравнения. Теперь уравнение имеется и его можно решать.
7. <Критерий> Выполнен поиск числового диапазона\ алгоритм - СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО УРАВНЕНИЯ. Установлены границы диапазона чисел по активному листу Excel, диапазон скопирован в массив структур, 8-ой столбец листа Excel установлен в качестве критерия задачи, ВЫВОД: В центре экрана ПРЯМОУГОЛЬНАЯ МАТРИЦА уравнения, справа от нее вектор- возмущение.
8. <Квадратичная модель> СОЗДАНИЕ НОРМАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ. Нормальное уравнение - это уравнение с квадратной матрицей. Если обе части исходного уравнения слева умножить на матрицу, транспонированную к исходной,то мы получаем нормальное уравнение.
9. В центре экрана МАТРИЦА, справа от нее возмущение- все компоненты нормального уравнения
10. <Решение> Решение нормального уравнения-это его вектор неизвестных X, в формуле уравнения <math>A \cdot X = Y</math>. Здесь: A-нормальная квадратная матрица, Y - правая часть уравнения.

- Решение установится в рамке под матрицей. Решение нормального уравнение точное для него, но наилучшее приближенное решение для исходного уравнения
11. <Точность> ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЛУЧЕННОГО РЕШЕНИЯ для НОРМАЛЬНОГО и ИСХОДНОГО УРАВНЕНИЙ. Исходное уравнение  $\langle A \cdot X = Y \rangle$ , нормальное уравнение  $\langle B \cdot X = Z \rangle$ . Здесь:  $B$  - нормальная квадратная матрица,  $Z$  - правая часть нормального уравнения.  $A$  - прямоугольная (исходного уравнения) матрица,  $Y$  - возмущение исходного уравнения.  $X$  - вектор- решение - один и тот же для обоих уравнений
  12. <Порции> Как значения критерия (столбцы стоят сразу справа от матрицы) разлагаются в каждой своей строке по столбцам, то есть по параметрам, по свойствам объекта.
  13. <Доли> То же, но каждая порция делится на значение критерия. Поэтому все порции делятся на значения критерия, что бы исследовать соотношения между свойствами объектов. В данном случае может исследоваться, например то, что объекты могут стоять на разных ступенях эволюции, хотя и собраны в одной выборке. В качестве примера можно исследовать состояния рынков 20-ки. Можно сопоставить рынок США и другие рынки. Если рассматривается полевой опыт, то исследуются соотношения между ресурсами (для достижения оптимального соотношения) по всему набору делянок рассматриваемого полевого опыта
  14. <ReStart>- Выход для нового Старта.

## §8. Торги и процесс с последствием

Дискретные процессы с последствием: теория и методы распознавания состояний процесса. Сравнение с теорией процессов без последствия. В дискретных процессах с последствием можно распознавать будущее, как измеримое последствие прошлых состояний этого процесса.

Так, биржевая игра – это наиболее простой пример процесса с последствием. Здесь, последствием, уже прошедших биржевых торгов, можно считать будущее (известные или даже еще неизвестные нам) торги, измеряемые котировкой. Поэтому мы условимся, что анализировать будем не любой процесс с последствием, а только процесс измеримый. Любое текущее, прошлое или будущее состояние такого процесса – это конечный упорядоченный набор действительных (или комплексных чисел), именуемый котировкой. Любой отрезок измеримого процесса, - это упорядоченный набор измеренных состояний. В данном случае (биржевой игры) – это набор котировок, упорядоченный набор, который мы именуем далее **историей процесса с последствием**. Чем больше в истории отражены прошлые состояния процесса с последствием, тем больше шансов сделать конкретный прогноз на его будущие состояния, с отличной, хорошей или удовлетворительной, точностью.

Прошедшие торги – это упорядоченное множество уже реализовавшихся состояний процесса, то есть состояний, измеряемых котировками. Будем считать, что любые прошедшие торги (в той или иной мере) отражают некоторое (единственное или не единственное) конкретное прошлое состояние процесса. Наша гипотеза заключается в том, что до тех пор пока процесс идет, возможны **повторения** уже ранее осуществлявшихся состояний.

## §9. Типы биржевой игры

Существуют три типа биржевой игры.

Обычная игра отдельных игроков на торгах с целью купить ценную бумагу или валюту подешевле и продать подороже. Поскольку имеются и затраты, обеспечивающие торги, (отраженные в разновидностях комиссионных сборов), то от разностей двух или нескольких сделок (купля и продажа на одних или нескольких торгах) зависит, окажется игрок, в результате участия в сделках, с доходом или убытком. Распознавание типа игры – это расчет скоростей и ускорений (от изменения в наборах котировок), при игре на торгах

Игра на повышение, когда поставлена конкретная цель игры на конкретной ценной бумаге (или валюте) с целью спекулятивно поднять ее курсовую цену значительно выше того, что она стоит. Делается это как возможно более скрытно. Эта игра силовая и рискованная. Распознавание типа игры – это расчет **ускорений** (положительных по значению) при игре на торгах

Игра на понижение, когда поставлена конкретная цель игры на конкретной ценной бумаге (или валюте) с целью спекулятивно опустить ее курсовую цену значительно ниже того, что она стоит. Делается это как возможно более скрытно. Эта игра силовая и рискованная. Распознавание типа игры – это расчет **ускорений** (отрицательных по значению) при игре на торгах

Игра: на депонентах акций; на процентах по облигациям; на опционах и фьючерсах; внебиржевая, когда основой служит контракт и сделка с конкретной фирмой.

### **Существо игры на повышение.**

Денежная сумма берется игроком в краткосрочный кредит (или некоей командой, имеющей достаточно наличности). На биржевых торгах непрерывно покупается конкретная валюта или ценная бумага. Поэтому ее курсовая цена непрерывно идет вверх пока у игрока хватит на это денег. Как правило такой период игры занимает два- три дня. Затем бумага (валюта) продается (на вершине курсовой цены), как можно быстрее, для чего используются “подставные лица, в темную”. Вырученных денег (от продажи по высокой цене) должно хватить, что бы не только рассчитаться за взятый кредит, но и оставить планируемую сумму денег себе. Эта игра силовая и рискованная. Распознавание типа игры – это расчет **ускорений** при игре на торгах

### **Существо игры на понижение.**

Ценная бумага берется игроком в займы на короткий срок. (или некоей командой, имеющей достаточно возможностей для этого). На биржевых торгах непрерывно **продается** эта конкретная ценная бумага или конкретная валюта. Поэтому ее курсовая цена непрерывно идет вниз пока у игрока хватит на это пакета ценных бумаг (или валюты). Как правило такой период игры занимает два- три дня. Затем бумага (валюта) покупается, для того что бы рассчитаться по кредиту и по процентам согласно взятой ссуде (на низком уровне курсовой цены). Это делается как можно быстрее, для чего используются “подставные лица, в темную”. Вырученных денег (от покупки по низкой цене) должно хватить, что бы не только рассчитаться за взятый кредит в ценных бумагах, но и оставить планируемый пакет ценных бумаг или валюты себе.

# Глава 6. Метод экстремальной диаграммы (ЭД)

## §1. Принцип Либиха

В контексте классических методов оптимального управления и исследования операций можно считать, что метод ЭД относится: к классу задач с ограничениями общего типа (сетевые задачи на “узкие места”); к задачам линейного и нелинейного программирования; к задачам оптимального управления

Ю.Либих сформулировал принцип так: фактором, который находится в минимуме, управляется урожай. Он полагал, что растение потребляет питательные вещества только в свойственном этому растению соотношении. Из этого наблюдения был сделан вывод, что урожай прямо пропорционален тому фактору, который находится в минимуме по отношению к другим факторам. Естественно, с поправкой на возможность иметь компенсаторные механизмы, когда мы имеем дело с “живым” производством, как в растениеводстве, так и в животноводстве[1-5]. Принцип Либиха является фундаментальным в “живых” производствах, с указанной выше моей поправкой.

Метод ЭД в терминах теории оптимального управления в общем случае [“Приближенное решение задач оптимального управления”, Федоренко Р.П, Стр 28, 1978г] относится к классу задач с ограничениями общего типа (задачи на узкие места). Это означает задание неравенств вида  $h(x(t), u(t)) \leq 0$ , где  $x(t)$ -функции состояния системы,  $u(t)$  -функции управления в системе, в дополнение к другим неравенствам и (или) равенствам задачи.

Тот же метод ЭД в терминах исследования операций сводится к классическим задачам линейного и нелинейного программирования, дополненным ограничением вида  $\sum_{j \in K} x_j \leq k$ , где  $k$  – переменная, которая может отождествляться с временем или нет для некоторого “ $k$ ”,  $x_j$  – переменные состояния системы или квадраты таких переменных,  $S_{kj}$  – числа, причем знак неравенства может быть заменен равенством. В общем случае, таких ограничений может быть несколько, но не менее одного (Это зависит от уровня вырождения матрицы частных производных задачи). Если определитель матрицы оказывается близок к нулю, то добавляется еще одно ограничение этого типа и определитель вычисляется опять и т. д.

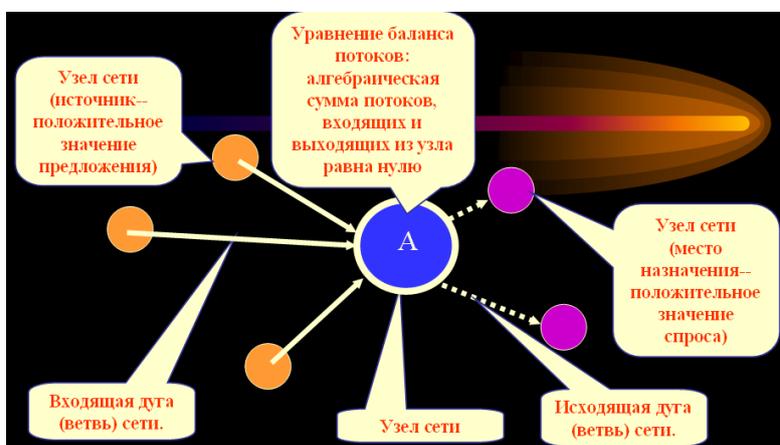


Рис1. Один узел цепной имитационной модели рынка-центральный (узел сети А). Схема взаимодействия фирмы (узел А) с другими фирмами рынка (предложения ресурсов производства для А и спрос на продукты производства, которые производит А).

На Рис1 показан один элемент сети фирм, находящихся в рыночных отношениях. Пробная фирма (узел сети) покупает ресурсы у других фирм, производит свою продукцию и затем продает ее так же нескольким фирмам. При наличии ограничений в приобретении фирмой некоторого ресурса, фирма, естественно, производит меньшее количество продукции. Это может оказаться “узким местом” не только для нашей пробной фирмы, но и для рынка в целом.

Таким образом, можно утверждать, что метод ЭД находится в составе методологии оптимального управления в системах (экстремальных задач) и имеет корни в трех научных направлениях современных исследований:

- 1) Принцип оптимальности Либиха в растениеводстве и земледелии,
- 2) Задачи на узкие места в теории оптимального управления,
- 3) Задачи нелинейного (квадратичного) программирования с добавлением условий, зависящих от параметров в правой части.

## §2. Принцип Либиха и экстремальная диаграмма.

В этом параграфе рассмотрены модели ЭД и основанные на них информационные технологии, применительно к экономическим системам, использующим земельный ресурс. Анализ методов оптимального управления земельным ресурсом (в рамках функций землеустройства и землепользования) рассмотрен в сопоставлении метода ЭД и классических методов. При анализе процессов оптимального управления в экономических системах с земельным ресурсом, акцент сделан на рассмотрении оптимальных и равновесных состояний таких систем в **экономических условиях** их оптимального функционирования. Когда исследуются свойства управляемых систем, то рассматриваются, по крайней мере, три их аспекта: математический, технический и экономический. Для того, что бы управление было оптимальным [24,25,26]. Метод ЭД – это способ постановки экстремальной задачи и способ представления решений такой задачи.

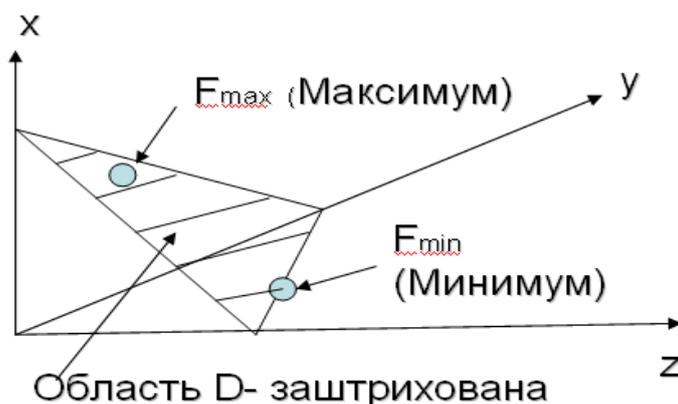


Рис2. Основа подхода - теорема Вейерштрасса о существовании экстремумов в ограниченной замкнутой области D, для ресурсов производства X,Y,Z, например в замкнутой треугольной области, погруженной в  $R^n$ , именуемой в экономике границей бюджетного множества

Метод ЭД основывается на известной теореме Вейерштрасса для области типа  $D$ , (то есть для  $D$  и для областей, параллельных ей и тоже ограниченных и замкнутых). Все вместе эти области называются пучком областей. Поэтому далее мы нигде не выходим за границы теоремы Вейерштрасса, которая описывает свойства области  $D$  и любой другой области в указанном выше пучке областей. Если имеется глобальный экстремум (то значит область  $D$  пучка стягивается в экстремальную точку)

Пусть критерий  $W(x, y, z, \dots, g_n)$ , зависящий от " $N$ " товарных объемов, определен и непрерывен в замкнутой ограниченной области " $D$ ", тогда он сам ограничен, то есть достигает в границах области " $D$ " своих точных верхней и нижней границ. Если он имеет в  $D$  конечные частные производные, то содержит там и все свои экстремумы: то есть хотя бы две точки-  $W_{\min}$  и  $W_{\max}$ , где критерий принимает наибольшее и наименьшее значения.

Естественно, что количество экстремальных точек не ограничено и в общем случае зависит **от вида критерия**. Важный частный случай, когда критерий – значение квадратичного полинома, тогда можно говорить о единственности хотя бы одной из двух экстремальных точек в  $D$ , а не только о их существовании. Но этот вопрос достаточно полно исследован для выпуклых и вогнутых функций в целом в этих двух частных случаях. В других случаях, когда матрица частных производных задачи с квадратичным критерием построена, а линейная система оказывается вырожденной, то используется прием пополнения системы линейными уравнениями, пока система не окажется невырожденной, тогда относительный экстремум будет единственным.

Таким образом, можно утверждать, что метод ЭД находится в составе методологии оптимального управления в системах (экстремальных задач) и имеет корни в трех научных направлениях современных исследований:

- 1) Принцип оптимальности Либиха в растениеводстве и земледелии,
- 2) Задачи на узкие места в теории оптимального управления,
- 3) Задачи нелинейного (квадратичного) программирования с добавлением условий, зависящих от параметров в правой части.

**В данной части** обобщаются исследования в области системного моделирования промышленного и сельскохозяйственного направления, где использовался и проверялся на конкретных примерах разрабатывавшийся нами **метод экстремальной диаграммы (МЭД)**. В сельском хозяйстве – модели растениеводства, в промышленности – металлургии, в социологии и психологии – методы планирования и обработки результатов экстремального эксперимента. В теории цепей метод ЭД позволил нам дать **формальное определение цепи через решение экстремальной задачи, безотносительно к тому, для какого объекта создается цепная модель**. Это, в свою очередь, закладывает прочную основу для расширения области применения алгоритмов теории цепей в экономике, а в частности, в моделях, опирающихся на постановки экстремальных задач типа математического программирования и оптимального управления, к которым относятся многие задачи микро- экономического моделирования. В целом нами показана возможность применения метода экстремальной диаграммы к экономическим задачам оптимального управления ресурсами в производствах, в том числе "живых", что особенно существенно для аграрно-промышленного комплекса (АПК) .

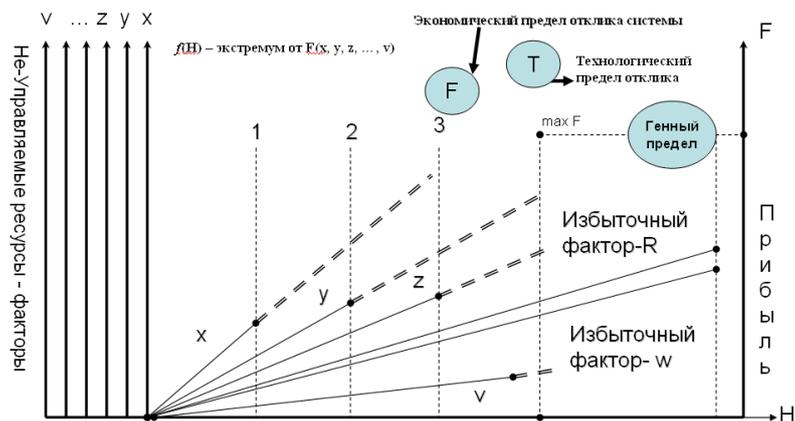
Принципиальное отличие задачи ЭД в том, что **ищется экстремальное соответствие** (хотя иногда оно может сводиться к функции, то есть к экстремали). Поиск глобального или локального экстремума или экстремали, как это имеет место для классических задач, является в методе ЭД вторичной задачей. Очевидно, что если экстремум (или экстремаль) существует и единственен, то обязательно принадлежит экстремальному соответствию. Поэтому зачастую выгодно разделить задачу поиска глобального экстремума на два независимых этапа: сначала поиск экстремального соответствия, а затем поиск экстремума, но уже не в рамках области допустимых решений, а в рамках более узких – области экстремального соответствия. Это одна из причин, почему метод базируется на теореме Вейерштрасса, а не на принципе Лагранжа. Причем вся область допустимых решений разбивается на компактные множества, в каждом из которых ищутся относительные (локальные или глобальные) экстремумы. Как правило, для многих задач, в поиске единственного глобального экстремума нет практической необходимости, а для большинства задач, где применяется метод ЭД, глобального экстремума просто не существует. Если же ищется именно глобальный экстремум (экстремаль), то метод ЭД может служить промежуточным этапом решения экстремальной задачи, как замечено выше.

Центральным результатом для метода ЭД, является доказательство того, что при линейных уравнениях связи между переменными состояния- "x" и управления- "u" в любой ветви цепной модели, структура линейной цепи, ее аксиомы и утверждения могут быть получены из решения ЭД- задачи и наоборот. Это снимает сам вопрос о том, можно ли применять теорию цепей в экономике, поскольку методы исследования операций применяются в экономике давно и успешно. Но методы теории цепей (пусть пока только линейных) открывают дорогу, в свою очередь, к имитационным моделям и задачам макроэкономики и к исследованию нелинейностей в такой цепи.

### **§3. Метод ЭД и оптимальное применение ресурсов производства.**

Метод ЭД в постановках задач оптимального применения ресурсов производства использует факторы трех видов: управляемые, не управляемые но контролируемые, не контролируемые и не управляемые. Поэтому имеется источник риска со стороны факторов не контролируемых и не управляемых

На рис 5 показана экстремальная диаграмма для многих неуправляемых ресурсов. (одинарная линия на графиках ресурсов), управляемых ресурсов (двойная пунктирная линия на графиках ресурсов),  $H$  – значение линейного функционала, выражающего суммарную стоимость ресурсов (объем каждого ресурса в единице продукта умножается на цену ресурса), квадратичного критерия  $F$  (прибыль, которая максимизируется для каждого значения  $H$ ) и граничных значений тех же ресурсов  $\{v, \dots, z, u, x\}$ .



**Рис5. Метод экстремальной диаграммы: изменение неуправляемых факторов на экстремуме квадратичного критерия –  $F(x,y,z,\dots,v)$  = (доход-затраты). Пунктирные линии – это управляемые факторы. До вертикальной линии с пометкой (1) – естественное плодородие, когда в почве есть все необходимые питательные вещества. От 1-цы до 2-х необходимо только внесение одного вещества, что бы увеличить урожай и так далее. Однако существует генный предел урожайности, когда необходимо заменять семенной материал.**

Все управляемые ресурсы и неуправляемые (граничные значения) выражены в одной единице измерения – единице продукта производства, как составные части этой основной единицы. Для “неживого производства” это ресурсы производства, находящиеся на складе, для “живого” производства – ресурсы в природе. Например, для растениеводства – это ресурсы конкретной почвенно- климатической зоны, хоть и не управляемые, но частично контролируемые по выносам с урожаем.

Графики на диаграмме – это прямые линии, причем тангенс угла наклона любой линии к оси абсцисс соответствует вкладу ресурса в единицу продукта производства. Линейный функционал  $H = \lambda_x \cdot x + \lambda_y \cdot y + \lambda_z \cdot z + \dots + \lambda_w \cdot w$  ( $1 = (\lambda_x/H) \cdot x + \dots + (\lambda_w/H) \cdot w$ ) указывает на доли ресурсов в единице продукта. Если H – это затраты в рублях на один гектар земельных угодий, то  $\lambda_x \cdot x$  - доля затрат, приходящаяся на ресурс “х”, где: x – объем ресурса, а  $\lambda_x$  - цена единицы объема этого ресурса. Благодаря тому, что единицы всех ресурсов (управляемых и неуправляемых) приводятся (через единицу продукта) к одной и той же единице измерения, все графики выглядят, как прямые линии. Без этой процедуры они бы не выглядели прямыми даже для квадратичного критерия. На графике цифрами (1,2,3) обозначены те значения аргумента H, в которых заканчивается неуправляемый ресурс и начинается управляемый ресурс, что бы повысить отклик системы. Иначе, согласно принципу Либиха, отклик системы “сойдет” с оптимума и, в худшем случае, когда в системе нет компенсаторных механизмов, отклик не сможет увеличиваться при любых “не адресных” затратах. Именно это состояние системы и называется минимумом Либиха: “отклик системы ограничивается фактором, находящимся в минимуме относительно других факторов”. На минимуме может находиться фактор x (Рис5), тогда говорят, что система находится на первом минимуме и так далее, согласно возрастанию значений H. Наибольший интерес, видимо, представляют из себя минимумы, находящиеся в конце диаграммы: технологический минимум, экономический минимум и генный минимум. Что бы повысить отклик системы, находящейся на технологическом минимуме, нужно перейти на другую, более

эффективную технологию. В случае экономического минимума необходимо дополнительно искать другие рынки сбыта или повышать покупательскую способность населения, заниматься маркетингом. В случае генного минимума можно применить генную модификацию продукта производства, когда мы имеем дело с “живым” производством.

До первого затратного минимума (Зона1) – начального значения фактора-  $x$ , все другие факторы избыточны – система может использовать их, черпая в природе (на складе) в экстремальном соотношении на всем интервале затрат ресурсов от нуля до первого минимума. Если ставить задачу увеличения отклика на интервале от первого минимума до второго (Зона2), то следует приобретать только “ $x$ ”- ресурс, поскольку все другие факторы будут находиться в избытке в области неуправляемых факторов. Между вторым и третьим минимумом (Зона3) придется уже приобретать два управляемых ресурса “ $x$ ” и “ $y$ ” с той же целью увеличения отклика. Наиболее сложные проблемы начинаются тогда, из года в год меняются положения минимумов на диаграмме. Например, если год влажный, то минимум Либиха по водопользованию смещается вправо относительно других минимумов, а минимум по освещенности сдвигается влево. Для “живых” производств прогноз положений минимумов на очередной год весьма существен и может определять культуру производства в целом.

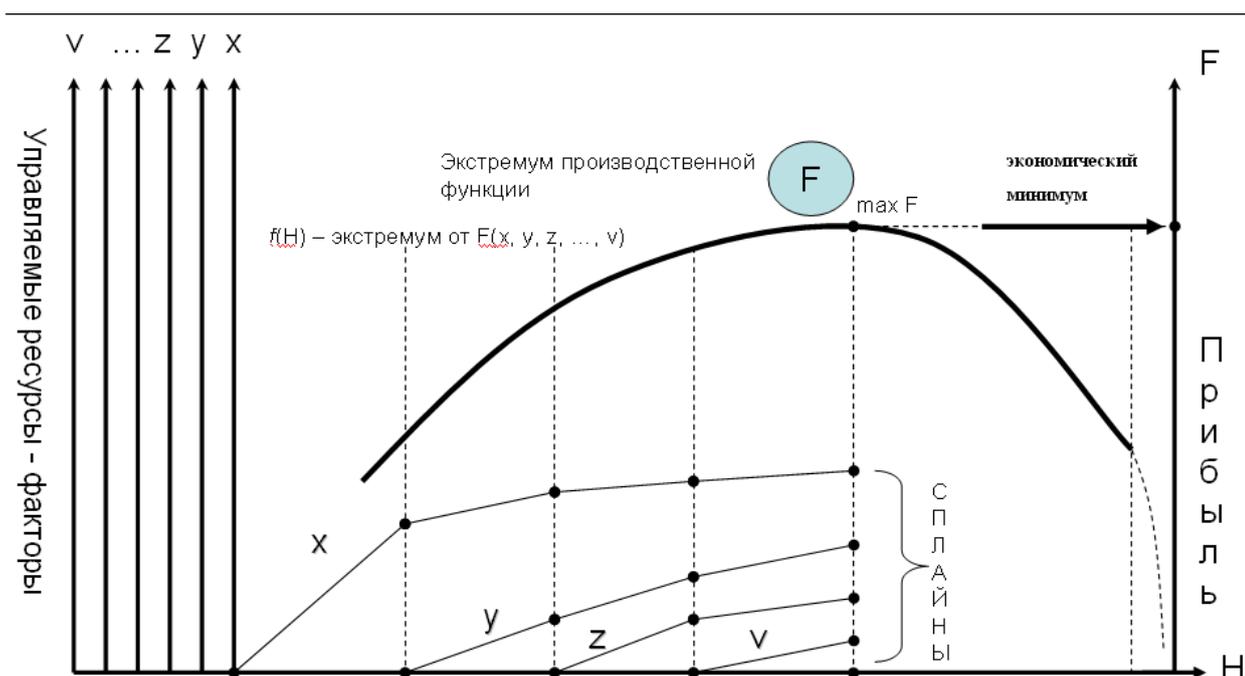


Рис6. Экстремальная диаграмма второго рода. Справа - вертикальные оси количества питательных веществ, которые потребляются растением. Аргумент ( $H = x + y + z + v$ ) имеет размерность количества действующего вещества. Пусть “ $U_j$ ” равна стоимости единицы действующего вещества. Тогда ( $H = u_1 * x + u_2 * y + u_3 * z + u_4 * v$ ), и аргумент будет иметь размерность стоимости суммы питательных веществ.

Вещество “ $x$ ” на первом этапе является единственным, способствующим поднятию урожайности, все остальные вещества есть в почве. На втором этапе недостаток уже в веществе “ $y$ ” и так далее, пока не

**будет достигнут максимум урожайности. Заметим, что на каждом следующем этапе соотношение между питательными веществами меняется.**

Растение может получить максимум урожайности, если получит питательные вещества в достаточном количестве и в оптимальном соотношении между ними согласно этой диаграмме. После линии максимума добавление большего количества веществ только снизит общую прибыль (линия прибыли падает от максимума), а питательные вещества будут только вымыты из почвы, если не засорят её.

На диаграмме 1-го рода экстремум (экстремальная кривая) является прямой линией исходящей из нуля. Если критерий задачи – квадратичный полином, то его значения на экстремали дают в общем случае квадратичный многочлен: параболу, эллипс или гиперболу. Этот многочлен можно изобразить, как функцию от  $N$ . Этот многочлен  $f(N)$  может как иметь глобальный экстремум, так и не иметь его. Экстремальная диаграмма первого рода, имеет своим достоинством универсальный характер, а недостатком – трудности при учете управляемых и управляемых факторов совместно, взаимный пересчет их единиц измерения, к тому же не всегда управляемые факторы являются контролируемыми. **Экстремальная диаграмма второго рода содержит только управляемые факторы.** Из данных диаграммы первого рода несложно построить диаграмму второго рода, но не наоборот, постольку, поскольку значения управляемых факторов нам могут не быть известны. На рис 6 показана экстремальная диаграмма второго рода. На ней нет управляемых факторов, но есть все минимумы и показаны все управляемые факторы. Следовательно и значение  $N$  это сумма исключительно управляемых факторов. Зона 1 от нуля до первого минимума на диаграмме тоже отсутствует, поскольку эта зона вообще не содержит управляемых факторов. Зона 2, от первого минимума до второго минимума содержит только график управляемого ресурса – “ $x$ ” – прямая линия, идущая по отношению к оси абсцисс под углом в 45 градусов. Здесь  $N=x$ , поскольку все затраты состоят из одного этого фактора. Положив размерность фактора не в рублях, а в объемах, тогда  $N = \lambda_x \cdot x$ . На диаграмме 2-го рода экстремум (экстремальная кривая) не является прямой линией исходящей из нуля, как это имеет место на диаграмме первого рода. Здесь – это ломаная линия. Например, как это следует из Рис 6, экстремаль выходит из нуля, совпадая с осью  $x$ -ов. На первом минимуме экстремаль “ломается” и идет уже в подпространстве  $(x,y)$ . На втором минимуме экстремаль идет в подпространстве  $(x,y,z)$  и так далее, “ломаясь” на каждом очередном минимуме. Иначе говоря, экстремаль можно представить себе в виде сплайна, степень которого на единицу меньше степени критерия. На рис 6 представлен тот случай, когда существует глобальный экстремум на экстремали. Это редкий случай, не имеющий, по сути никаких преимуществ перед случаем, когда глобального экстремума нет в конечной области пространства задачи. Ниже мы приведем несколько постановок задач из области растениеводства, когда их решение не связано с вопросом существования глобального экстремума.

• Допустим, что хозяйство выделило на закупку удобрений под данную культуру « $N$ » руб/га. Требуется определить, какие части этой суммы следует израсходовать на закупку азотных, фосфорных и калийных удобрений в отдельности, чтобы получить наибольший

урожай данной культуры (получить наибольшую прибыль при данной норме затрат на гектар). Ниже приводим пример управляющего решения.

•Хозяйство может выделить под данную культуру «Н» кг д. в./га, и требуется определить дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений в кг д. в./га, в сумме составляющих заданную норму «Н» (кг д. в./га), с тем чтобы получить максимально возможный при данной норме урожай.

•Положим, в хозяйстве удобрения некоторого вида (например, фосфорные) являются лимитирующими, то есть под культуру может быть выделено строго ограниченное количество удобрений этого вида - «Р» кг д. в./га. Необходимо определить соответствующие дозе «Р» кг д. в./га дозы удобрений других видов, чтобы получить наибольший урожай при наименьших затратах (при наибольшей прибыли).

•В связи с применением сложных удобрений с заданным соотношением N, P, K представляет интерес задача определения наиболее эффективной нормы «Н» (в кг д. в./га) под данную культуру в конкретных почвенно-климатических условиях для наличной марки сложных удобрений. Сюда же относится обратная задача - определения оптимальных соотношений N, P, K, которые могут быть реализованы промышленностью в форме сложных удобрений для наиболее распространенных агрохимических условий.

Последнее доказывает, что метод ЭД является “экономическим” инструментом исследования оптимальных состояний систем. В то же время и формальная теория цепей является таким же инструментом (мы называем его цепной моделью экономических объектов), как следствие того факта, что в случаях простых характеристик оба метода имеют одну основу и взаимно пересчитываются.

#### Метод ЭД и модель игры

В наиболее развитой и сложной модели, какой по праву может считаться игровая, математика и экономика участвуют равным образом [16,18,19]. Заметим, что без технических компьютеризированных средств и технологий сложно найти оптимальную стратегию, выработать управляющее решение. Рассмотрим, например, такой случай, как моделирование основных состояний в игре менеджера по продаже объектов недвижимости (квартир, земельных участков). Теория игр предлагает свой подход к моделям с неполной определенностью, как к моделям с конфликтом интересов сторон, каждая из которых способна изменять состояние системы.

#### Рис 0. Интересы (углы треугольника) и действия (стороны) в игре.

В классе моделей принятия решений в условиях риска, источником риска служит неделимая “природа” (рынок в целом), а не действия отдельных игроков. Рассмотрим, в этом плане, модель работы экономического агента (брокера, маклера), на земельной бирже (земельных аукционах), или представителя риэлтерской фирмы.

Модель игры состоит в том, что агент покупает и продает объекты недвижимости (земельные участки, квартиры). На рис0 показана схема игры менеджера (агента) в усло-

виях неполной определенности ситуаций, в которых действует менеджер. На схеме обозначения соответствуют стандартному набору аксиом теории игр. В теории игр, коалиция – это группа лиц (или даже одно лицо, сторона), принимающая решение в конфликте (коалиция действия) или отстаивающая некоторые интересы (коалиция интересов), то есть относящаяся к таким интересам с предпочтением.

Три коалиции интересов: интересы менеджера, интересы коалиции спроса на рынке, интересы коалиции предложения на рынке. Крупье, который определяет правила и порядок в сделках игроков на рынке. Интерес крупье в предпочтении состояния равновесия между спросом и предложением перед другими состояниями.

Три коалиции действия: менеджер продает, когда есть спрос; менеджер покупает, когда есть предложение; конкуренты влияют на спрос и предложение на рынке, а значит и на конечные результаты сделок менеджера. Действие четвертого игрока – крупье, заключается в обеспечении процессов авторегулирования (условие совершенной конкуренции) и (или) регулирования со стороны государства и монополий (условие несовершенной конкуренции).

Каждая коалиция действия может влиять (в этом ее предназначение), действовать, накапливая или уменьшая капиталы игроков, изменяя соотношение между интересами (капиталами) игроков в коалиционной игре.

Ситуация – результат выбора всеми коалициями действия своих стратегий с учетом всех связей между стратегиями игроков. Решением в игре называется множество ситуаций – оптимумов, которое может сводиться к одной ситуации или даже быть пустым. Множество ситуаций - оптимумов находится, традиционно для теории игр, через конструирование и анализ принципов оптимальности. Широко используемый способ представления стратегий игроков в экономических коалиционных играх называется матрицей платежей. В методе ЭД, применяется сходный термин, матрица ЭД. Назначение обоих способов одинаковое, но для расчета стратегий в матрице ЭД [2,5] используется принцип оптимальности Либиха, а в матрице платежей обычно применяется простой подсчет доходов и расходов игрока.

Рынок является сложной системой, подверженной тяжелым кризисам, и оказывающей непосредственное влияние практически на все другие процессы, характерные для человеческого сообщества в целом. Научные задачи прогноза будущих состояний экономической системы, раннего распознавания кризисов, возможность их предотвращения являются актуальными в связи с интенсификацией интеграционных процессов на мировом рынке. Актуальность работ прямого имитационного [11,12,13,14,17,23] моделирования рынка так же вызвана развитием в настоящее время компьютерной математики, сетей и эффективного программного обеспечения [20,21], позволяющих применять сложные методы теории оптимального управления для решения задач оптимального применения ресурсов в экономике [15,22]. Поскольку мы исследуем на этом уровне микроэкономические модели, то, вполне естественно рассматривать модель юридического лица с коммерческими интересами, которое именуется фирмой, как центральную. Рынок состоит из фирм, взаимодействующих между собой посредством сделок. В этом смысле, имитационная модель рынка – это сложная сетевая (цепная) модель узлы-ветви, состоящая, в свою очередь, из моделей фирм, имеющих так же сетевую структуру. В настоящее время, благодаря успехам информатики и компьютерных технологий, появляется возможность

прямого моделирования отдельных отраслей и комплексов (например, АПК) и даже национального рынка в целом ориентированным графом узлы – ветви, как это показано на рис1. До этапа становления современных эффективных методов объектного программирования и технического обеспечения этих методов, такая возможность могла рассматриваться только в теоретическом плане. В практическом же плане доминировали модели приближенной оценки состояния рынка и его подсистем, основанные на различных экономических гипотезах и теориях, лежавших в основе экономической науки.

Информационная имитационная модель не нуждается в специальных гипотезах и статистических оценках, а в качестве исходных данных использует только информацию (например, в стандарте налоговой службы) типа годовых отчетов фирм. Чем данные этого типа окажутся полнее, тем ближе модель отразит реальность, но и тем больший объем памяти компьютера ей потребуется. Создание такой полной модели рынка сегодня реально, становится реален и прямой счет предложения и спроса (генерация матриц затрат-выпуск), других экономических параметров, прогноз будущих состояний рынка и его реакций на изменение состояния мирового рынка. Цепная имитационная модель подготавливает возможность исследования макроэкономических свойств рынка, как обобщение свойств более простых, микроэкономических моделей фирм и микроэкономических моделей сделок между фирмами. Изучение и моделирование такой цепной имитационной модели, ее объектов и динамических (эволюционных) процессов в такой системе, представляется нам сегодня более чем необходимым и актуальным.

Рис1. Один узел цепной имитационной модели рынка. Схема взаимодействия фирмы (узел сети А) с другими фирмами рынка (предложения ресурсов производства для А и спрос на продукты производства, которые производит А).

Основная трудность заключается в том, что такой научно-практический проект находится на стыке кибернетики, экономики, математики и техники. В этом плане проект нуждается в разработке своих специфических методов исследования оптимального поведения экономических систем, к которым можно отнести (ЭД)- метод экстремальной диаграммы [1, 3,4,8,9,10]. В данной работе рассматриваются особенности ЭД -метода в сопоставлении с другими методами микроэкономики: исследования операций, теории оптимального управления, в основном на примерах задач оптимального применения ресурсов производств разного типа, “неживых” и “живых” [“Прикладная общая теория систем”, Дж. ван Гиг, стр62, 1981г].

Метод ЭД в терминах теории оптимального управления в общем случае [“Приближенное решение задач оптимального управления”, Федоренко Р.П, Стр 28, 1978г] относится к классу задач с ограничениями общего типа (задачи на узкие места). Это означает задание неравенств вида  $u(t) \leq u_{max}(t)$ , где  $x(t)$ -функции состояния системы,  $u(t)$ -функции управления в системе, в дополнение к другим неравенствам и (или) равенствам задачи.

Тот же метод ЭД в терминах исследования операций сводится к классическим задачам линейного и нелинейного программирования, дополненным ограничением вида  $H_k$ , где  $H_k$  – переменная, которая может отождествляться с временем или нет для некоторого “k”,  $X_j$  – переменные состояния системы или квадраты таких переменных,  $S_{kj}$  – числа, причем знак неравенства может быть заменен равенством. В общем случае, таких ограничений может быть несколько, но не менее одного (Это зависит от уровня вырождения матрицы частных производных задачи). Если определитель матрицы оказывается близок к нулю, то добавляется еще одно ограничение этого типа и определитель вычисляется опять и т. д.

Поскольку теорема Вейерштрасса не запрещает дифференцировать функцию капитала, то можно говорить о скорости изменения капитала. Мощность – полная производная от капитала (который формально аналогичен энергии). Раскроем формулу по правилам дифференцирования и определим, таким путем, скорость изменения капитала (мощность)

$$(3) \quad \frac{d}{dt} W(x_1, \dots, x_n) \Rightarrow \sum_{k=1}^n \frac{\partial W}{\partial x_k} \cdot \frac{dx_k}{dt} = \sum_{k=1}^n U_k \cdot J_k$$

$J_k$  – производительность, ток, сила тока, продольная или глобальная переменная цепной модели;  $U_k$  – цена, напряжение, поперечная переменная, локальная переменная – это “вторичные” термины цепной модели, производные от ее первичных, основных понятий: капитала и скорости его изменения (энергии и скорости ее изменения).

$$P = \sum_{k=1}^n u_k \cdot j_k; \left[ j_k = \frac{dx_k}{dt}; u_k = \frac{\partial W}{\partial x_k} \right]$$

Недостаток такого прямого определения, которое мы применили выше для экономической цепной модели, в том, что сам способ измерения (производительность: в штуках в единицу времени; цена: в рублях на единицу продукции) не является достаточно общим, для описания продольной и поперечной переменных модели. Что бы уйти от этой конкретики к более общему определению, следует обобщить формальное определение полной производной: так, что бы переменная – “производительность [объем товара в штуках, отнесенный на единицу времени]” и переменная “цена – стоимость в единицах

валюты, отнесенная на объем товара в штуках” оказались частным случаем более универсального понятия. Для этого перепишем формулу (1) в виде :

$$\frac{d}{dt} W(x_1, \dots, x_n) \Rightarrow \sum_{k=1}^n \frac{\partial W}{\partial x_k} \cdot \mu_k(t) \cdot \frac{1}{\mu_k(t)} \cdot \frac{dx_k}{dt} = \sum_{k=1}^n U_k \cdot J_k$$

Функция времени  $\mu(t)$  может иметь не более чем конечное число нулей или особых точек. Тогда, выражения справа и слева могут отличаться только в конечном числе временных моментов на интервале определения функции капитала. Итак, стрелка может быть заменена знаком тождества не всегда. Функция  $\mu(t)$  (в общем случае должна быть измеримой). Если она ограничена и нигде не равна нулю, тогда выражения справа и слева от стрелки будут тождественно равны. Приведем пример из экономики. Пусть функция  $\mu(t)$  - количество материально-технических средств, исчисленных в штуках на один оборот авансированного в процесс капитала. Тогда одна переменная

$$\frac{1}{\mu(t)} \cdot \frac{dx_k}{dt}$$

будет иметь размерность (рублей на оборот), а вторая переменная

$$\frac{\partial W}{\partial x_k} \cdot \mu(t)$$

выразится, как количество оборотов материально технических средств, сделанных в единицу времени. Если за один оборот производится всегда одно и то же количество товарных единиц, тогда и в единицу времени, за N оборотов, производится одинаковое количество товарных единиц. То же можно сказать и о потреблении ресурсов. Это важное наблюдение объясняет и сам метод аналогий: ни любая продольная или поперечная переменные не определены однозначно, а только с точностью до некоторого множителя- $\mu(t)$ , достаточно общего вида. Этот множитель даже не обязан быть непрерывно-дифференцируемой функцией. Хотя, его удобно полагать функцией, интегрируемой с квадратом. Многие естественные и искусственные процессы, совершенно не похожие один на другой, моделируются формально одинаково, именно благодаря наличию в формуле такого множителя, раздвигая горизонты трактовки (и размерности) двух параметров, которые мы именуем, как это делается в теории динамических аналогий продольной и поперечной переменной цепной модели реального процесса.

**§4. Метод ЭД и теория цепей.** Показана эквивалентность метода ЭД некоторым частным методам теории линейных цепей. Основные положения теории цепей могут быть выведены из анализа решения экстремальной МЭД-задачи и, рассматриваться, как некоторый особый случай этой задачи с критерием “скорость изменения капитала в единицу экономического времени” или “чистый объем продаж,

годовой доход”, который минимизируется (максимизируется). Обратно, и сам метод ЭД может быть переформулирован в рамках основных положений формальной теории цепей, причем достаточно несложно, если ограничиться простыми экономическими ситуациями. Распределение токов ресурсов в любом узле цепи (прямая задача цепи), отнесенных на единицу продукта производства, является в то же время (для любого узла цепи) оптимальным решением задачи математического программирования с квадратичным критерием общего вида и одним линейным ограничением, зависящим от параметра в правой части. Предположим, что у нас есть полная информация об некотором узле цепи.

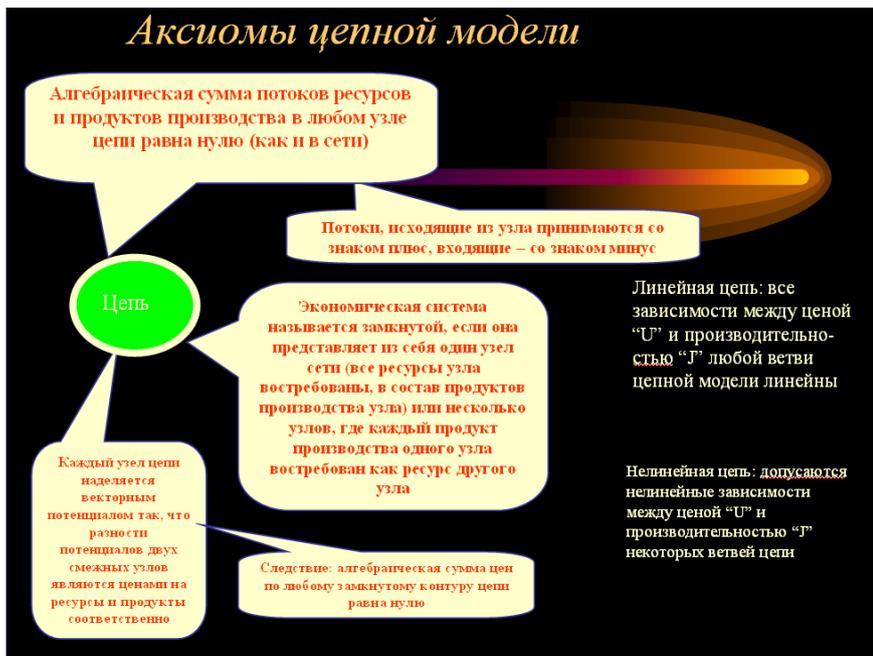
Вид критерия задачи зависит от всех характеристик ветвей узла. Характеристика – функция, заданная в координатах (цена на единицу продукта)– (ток товара в единицу времени), своя для каждой ветви, идущей к узлу.

В самом простом случае эта характеристика – суть прямая линия, исходящая из нуля системы координат. В случае линейной характеристики для всех ветвей, сходящихся к узлу, критерий будет квадратичным. Сформулируем закон Кирхгофа для любого узла экономической цепи: алгебраическая сумма токов ресурсов к узлу цепи и исходящих из узла токов продуктов производства строго равна нулю. В самом простом случае эта характеристика – суть прямая линия, исходящая из нуля системы координат. В случае линейной характеристики для всех ветвей, сходящихся к узлу, критерий будет квадратичным. Сформулируем закон Кирхгофа для любого узла экономической цепи: алгебраическая сумма токов ресурсов к узлу цепи и исходящих из узла токов продуктов производства строго равна нулю.

$$\left\{ \begin{array}{l} p = u_1 i_1 + u_2 i_2 = R_1 i_1^2 + R_2 i_2^2 = \text{Min}; (u_1 = R_1 i_1; u_2 = R_2 i_2; I = i_1 + i_2 = \text{Const}) \\ \left( \frac{dp}{di_1} = 2 \cdot R_1 i_1 - 2 \cdot R_2 (I - i_1) = 0; \left( \frac{d^2 p}{di_1^2} = 2 \cdot (R_1 + R_2) \geq 0 \right) \right) \end{array} \right. \quad (4)$$

Для двух токов ресурсов в узле цепи  $i_1$  и  $i_2$ : критерий оптимальности мощность “р”, ограничение по сумме токов-“I”, необходимое условие экстремума (первая производная от мощности по току равна нулю) и доказательство того, что экстремум является именно минимумом при неотрицательных сопротивлениях (вторая производная неотрицательна) приводится в (4).

При  $u_k = R_k \cdot i_k$ , соотношение между переменными  $i_k$  и  $u_k$  -- суть характеристика любой k-ой ветви ( по терминологии теории цепей) или, по терминологии ТОУ, уравнение связи между переменными состояния и управления. Из (4) видно, что критерий – квадратичный полином от двух ресурсов, находится уже непосредственно в канонической форме, хотя в практике вычислений его приходится приводить к этой форме. Например, если мы зададим начальные значения тех же двух ресурсов (когда есть склад для “неживых” производств или имеет место вмешательство природы для “живых” производств).



**Рис3. Основные положения, для сопоставления сетевой и цепной модели.**

- Алгебраическая сумма потоков (ресурсов и продуктов производства) в любом узле цепи равна нулю. Для удобства: потоки, исходящие из узла, получают знак плюс, а входящие – знак минус.
- Алгебраическая сумма цен по любому замкнутому контуру цепи равна нулю.
- В линейной ветви цепи мощность равна произведению цены на производительность
- Нелинейная цепь: допускаются нелинейные зависимости между ценой “U” и производительностью потока “J”.

**Задача о картеле.** В условиях, когда один и тот же продукт выпускают несколько предприятий и рынок не в состоянии освоить (за год) больше, чем  $I = i_1 + i_2$  продукции этого типа, предприятия могут договориться об ограничении в целом суммарной производительности указанным значением- “I”, чтобы:

- избежать затоваривания рынка
- уменьшить общие затраты
- сохранить общий для обоих предприятий сегмент рынка

Но как договариваться? Как делить прибыли или убытки от реализации кооперативной стратегии? Для этого мы можем найти оптимальное решение для задачи по формулам (4) и применить его.

$$i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I; \quad i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I; \quad u_1 = u_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I$$

Сопровитления  $R_k = u_k / i_k$  можно находить по выборке, например, как средние за несколько предыдущих лет. Легко заметить, что здесь мы имеем электрическую аналогию с

параллельным соединением двух сопротивлений, а  $(R_1 + R_2)/(R_1 R_2)$  — общая проводимость такого соединения. Поэтому оптимальное решение для очень большого числа предприятий можно находить по алгебраической формуле, взяв ее в любом справочнике по электротехнике.

Предположим, однако, что ситуация на рынке такова, что проблем с реализацией продукции обоих предприятий нет. Известно также, что затраты на единицу продукции не должны превысить предельной величины  $U$  по соображениям, связанным с техническим состоянием оборудования, наличием ограничений на рынке труда и т. д. Постановка задачи, следовательно, будет уже иная: минимизировать величину  $p = p_1 + p_2$  при условии  $u_1 + u_2 = u$ .

Первая и вторая производные от  $P$  по  $U_1$ , запишутся так:

$$\frac{dp}{du_1} = u_1 \frac{2}{R_1} - (u - u_1) \frac{2}{R_2} = 0; \quad \frac{d^2 p}{du_1^2} = \frac{2}{R_1} + \frac{2}{R_2},$$

откуда получим:

$$u_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u; \quad u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u$$

Находим производительность каждого из двух предприятий:

$$i_1 = i_2 = \frac{1}{R_1 + R_2} u.$$

В этой задаче также можно отметить электрическую аналогию, но уже с последовательным соединением двух сопротивлений.

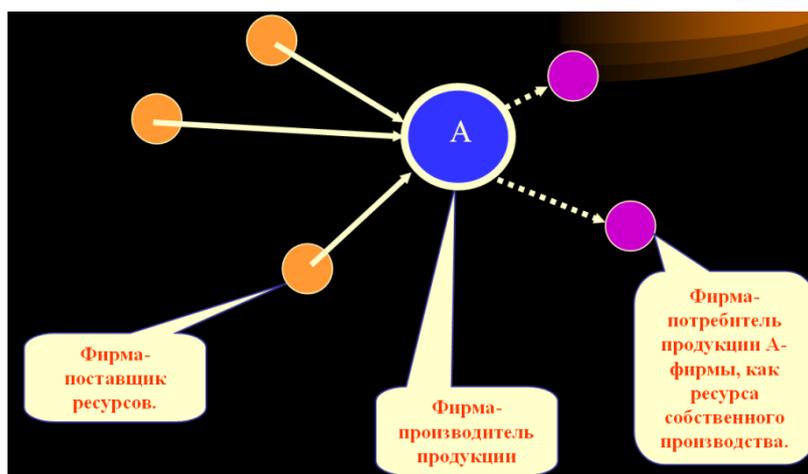


Рис4. Элемент цепной модели, имитирующей рынок

Ясно, что решение такого рода задач для совокупностей однотипных предприятий, включенных в систему рыночной экономики, может быть получено достаточно просто,

если непосредственно использовать электрические аналогии. Например, могут оказаться эффективными имитационные модели функционирования концернов или даже государственного сектора, включенного в систему рыночной экономики. На аналоговой модели можно; видеть непосредственно, без предварительных расчетов, состояние такого сектора экономики в целом. Здесь мы не обсуждали модели экономических систем, игнорирующих рыночные отношения. Отметим только, что электрические аналогии таких моделей имеют уже не источник напряжения, а источник тока.

## §5. Метод ЭД и оптимальное применение ресурсов производства.

Метод ЭД в постановках задач оптимального применения ресурсов производства использует факторы трех видов: управляемые, не управляемые но контролируемые, не контролируемые и не управляемые. На рис 5 показана экстремальная диаграмма для многих неуправляемых ресурсов. (одинарная линия на графиках ресурсов), управляемых ресурсов (двойная пунктирная линия на графиках ресурсов),  $H$  – значение линейного функционала, выражающего суммарную стоимость ресурсов (объем каждого ресурса в единице продукта умножается на цену ресурса), квадратичного критерия  $F$  (прибыль, которая максимизируется для каждого значения  $H$ ) и граничных значений тех же ресурсов  $\{v, \dots, z, y, x\}$ .

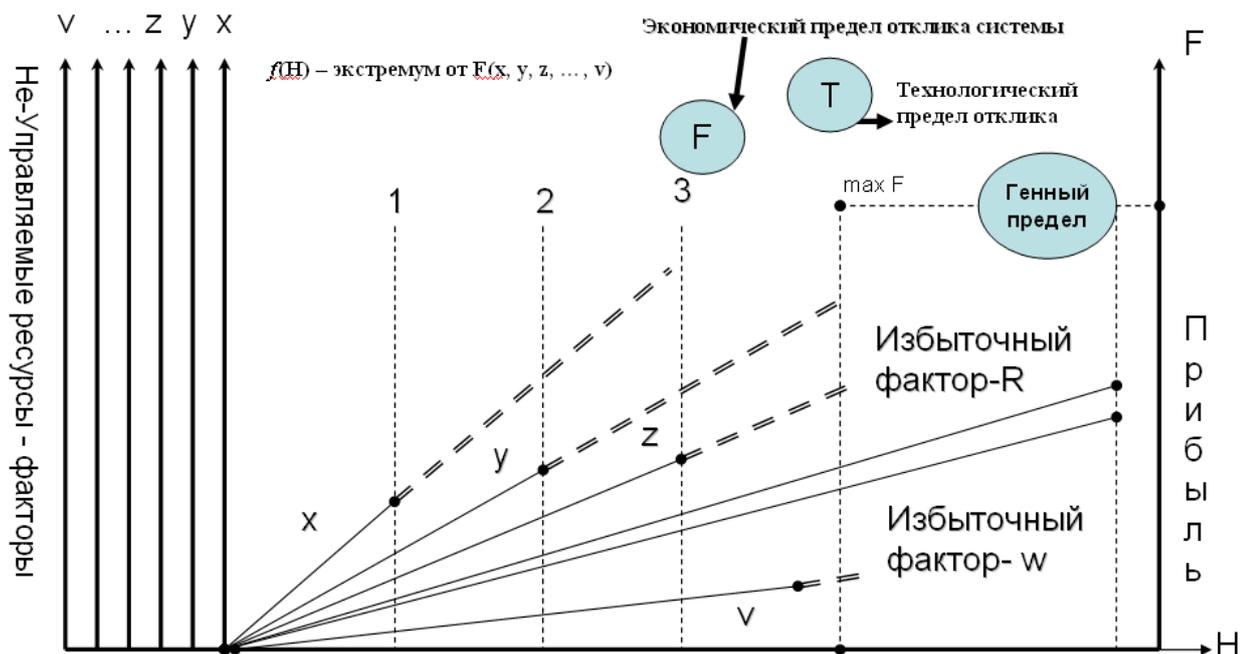


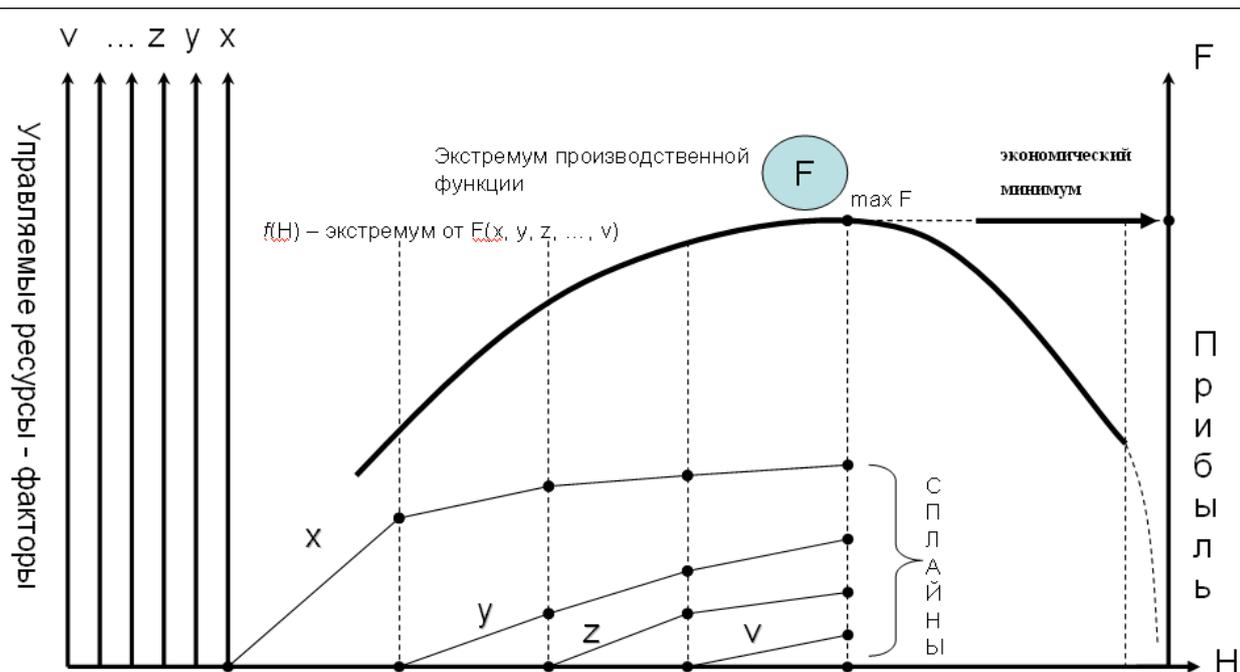
Рис5. Метод экстремальной диаграммы: изменение неуправляемых факторов на экстремуме квадратичного критерия –  $F(x, y, z, \dots, v) = (\text{доход} - \text{затраты})$

Все управляемые ресурсы и неуправляемые (граничные значения) выражены в одной единице измерения – единице продукта производства, как составные части этой основной единицы. Для “неживого производства” это ресурсы производства, находящиеся

на складе, для “живого” производства – ресурсы в природе. Например, для растениеводства – это ресурсы конкретной почвенно- климатической зоны, хоть и не управляемые, но частично контролируемые по выносам с урожаем.

Графики на диаграмме – это прямые линии, причем тангенс угла наклона любой линии к оси абсцисс соответствует вкладу ресурса в единицу продукта производства. Линейный функционал  $H = \lambda_x \cdot x + \lambda_y \cdot y + \lambda_z \cdot z + \dots + \lambda_w \cdot w$  ( $1 = (\lambda_x/H) \cdot x + \dots + (\lambda_w/H) \cdot w$ ) указывает на доли ресурсов в единице продукта. Если  $H$  – это затраты в рублях на один гектар земельных угодий, то  $\lambda_x \cdot x$  - доля затрат, приходящаяся на ресурс “ $x$ ”, где:  $x$  – объем ресурса, а  $\lambda_x$  - цена единицы объема этого ресурса. Благодаря тому, что единицы всех ресурсов (управляемых и неуправляемых) приводятся (через единицу продукта) к одной и той же единице измерения, все графики выглядят, как прямые линии. Без этой процедуры они бы не выглядели прямыми даже для квадратичного критерия. На графике цифрами (1,2,3) обозначены те значения аргумента  $H$ , в которых заканчивается неуправляемый ресурс и начинается управляемый ресурс, что бы повысить отклик системы. Иначе, согласно принципу Либиха, отклик системы “сойдет” с оптимума и, в худшем случае, когда в системе нет компенсаторных механизмов, отклик не сможет увеличиваться при любых “не адресных” затратах. Именно это состояние системы и называется минимумом Либиха: “отклик системы ограничивается фактором, находящимся в минимуме относительно других факторов”. На минимуме может находиться фактор  $x$  (Рис5), тогда говорят, что система находится на первом минимуме и так далее, согласно возрастанию значений  $H$ . Наибольший интерес, видимо, представляют из себя минимумы, находящиеся в конце диаграммы: технологический минимум, экономический минимум и генный минимум. Что бы повысить отклик системы, находящейся на технологическом минимуме, нужно перейти на другую, более эффективную технологию. В случае экономического минимума необходимо дополнительно искать другие рынки сбыта или повышать покупательскую способность населения, заниматься маркетингом. В случае генного минимума можно применить генную модификацию продукта производства, когда мы имеем дело с “живым” производством.

До первого затратного минимума (Зона1)– начального значения фактора-  $x$ , все другие факторы избыточны – система может использовать их, черпая в природе (на складе) в экстремальном соотношении на всем интервале затрат ресурсов от нуля до первого минимума. Если ставить задачу увеличения отклика на интервале от первого минимума до второго (Зона2), то следует приобретать только “ $x$ ”- ресурс, поскольку все другие факторы будут находиться в избытке в области неуправляемых факторов. Между вторым и третьим минимумом (Зона3) придется уже приобретать два управляемых ресурса “ $x$ ” и “ $y$ ” с той же целью увеличения отклика. Наиболее сложные проблемы начинаются тогда, из года в год меняются положения минимумов на диаграмме. Например, если год влажный, то минимум Либиха по водопользованию смещается вправо относительно других минимумов, а минимум по освещенности сдвигается влево. Для “живых” производств прогноз положений минимумов на очередной год весьма существенен и может определять культуру производства в целом.



Рисб. Экстремальная диаграмма второго рода.

На диаграмме 1-го рода экстремум (экстремальная кривая) является прямой линией исходящей из нуля. Если критерий задачи – квадратичный полином, то его значения на экстремали дают в общем случае квадратичный многочлен: параболу, эллипс или гиперболу. Этот многочлен можно изобразить, как функцию от  $H$ . Этот многочлен  $f(H)$  может как иметь глобальный экстремум, так и не иметь его. Экстремальная диаграмма первого рода, имеет своим достоинством универсальный характер, а недостатком – трудности при учете управляемых и управляемых факторов совместно, взаимный пересчет их единиц измерения, к тому же не всегда управляемые факторы являются контролируемыми. **Экстремальная диаграмма второго рода содержит только управляемые факторы.** Из данных диаграммы первого рода несложно построить диаграмму второго рода, но не наоборот, постольку, поскольку значения управляемых факторов нам могут не быть известны. На рис б показана экстремальная диаграмма второго рода. На ней нет управляемых факторов, но есть все минимумы и показаны все управляемые факторы. Следовательно и значение  $H$  это сумма исключительно управляемых факторов. Зона1 от нуля до первого минимума на диаграмме тоже отсутствует, поскольку эта зона вообще не содержит управляемых факторов. Зона2, от первого минимума до второго минимума содержит только график управляемого ресурса – “ $x$ ” – прямая линия, идущая по отношению к оси абсцисс под углом в 45 градусов. Здесь  $H=x$ , поскольку все затраты состоят из одного этого фактора. Положив размерность фактора не в рублях, а в объемах, тогда  $H = \lambda_x \cdot x$ . На диаграмме 2-го рода экстремум (экстремальная кривая) не является прямой линией исходящей из нуля, как это имеет место на диаграмме первого рода. Здесь – это ломаная линия. Например, как это следует из Рисб, экстремаль выходит из нуля, совпадая с осью  $x$ -ов. На первом минимуме экстремаль “ломается” и идет уже в подпространстве  $(x,y)$ . На втором минимуме экстремаль идет в подпространстве  $(x,y,z)$  и так далее, “ломаясь” на каждом очередном минимуме. Иначе говоря, экстремаль можно представить себе в виде сплайна, степень

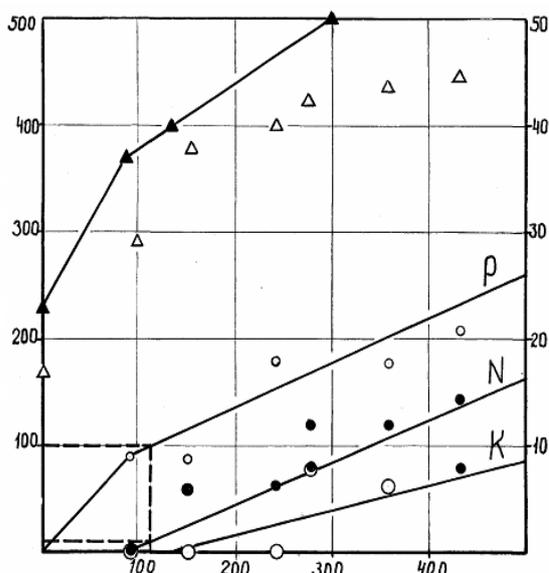
которого на единицу меньше степени критерия. На рисб представлен тот случай, когда существует глобальный экстремум на экстремали. Это редкий случай, не имеющий, по сути никаких преимуществ перед случаем, когда глобального экстремума нет в конечной области пространства задачи. Ниже мы приведем несколько постановок задач из области растениеводства, когда их решение не связано с вопросом существования глобального экстремума.

•Допустим, что хозяйство выделило на закупку удобрений под данную культуру «Н» руб/га. Требуется определить, какие части этой суммы следует израсходовать на закупку азотных, фосфорных и калийных удобрений в отдельности, чтобы получить наибольший урожай данной культуры (получить наибольшую прибыль при данной норме затрат на гектар).

•Хозяйство может выделить под данную культуру «Н» кг д. в./га, и требуется определить дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений в кг д. в./га, в сумме составляющих заданную норму «Н» (кг д. в./га), с тем чтобы получить максимально возможный при данной норме урожай.

•Положим, в хозяйстве удобрения некоторого вида (например, фосфорные) являются лимитирующими, то есть под культуру может быть выделено строго ограниченное количество удобрений этого вида - «Р» кг д. в./га. Необходимо определить соответствующие дозе «Р» кг д. в./га дозы удобрений других видов, чтобы получить наибольший урожай при наименьших затратах (при наибольшей прибыли).

•В связи с применением сложных удобрений с заданным соотношением N, P, K представляет интерес задача определения наиболее эффективной нормы «Н» (в кг д. в./га) под данную культуру в конкретных почвенно-климатических условий для наличной марки сложных удобрений. Сюда же относится обратная задача - определения оптимальных соотношений N, P, K, которые могут быть реализованы промышленностью в форме сложных удобрений для наиболее распространенных агрохимических условий.



сверху функция урожайности от нормы.

Рис8. Для сравнения мы приводим график результатов реального опыта. Последнее доказывает, что метод ЭД является “экономическим” инструментом исследования оптимальных состояний систем. В то же время и формальная теория цепей является таким же инструментом (мы называем его цепной моделью экономических объектов), как следствие того факта, что в случаях простых характеристик оба метода имеют одну основу и взаимно пересчитываются. По горизонтали указаны суммарные нормы удобрений в килограммах действующего вещества (кг д. в.); по вертикали – дозы удобрений в (кг д. в.) снизу;

Показанная на рисунке функция урожайности от нормы идет параллельно опытным значениям (треугольники). Поскольку такое положение оказалось фактическим для подавляющего большинства культур, которые были нами исследованы, то можно говорить об отклонении от принципа Либиха: при избытке ресурсов, несколько ускоряется потребление из почвы ресурса, который находится на минимуме Либиха, что и приводит к смещению графика

## §6. Метод ЭД и эффективные алгебраические способы решения оптимизационных задач.

Метод ЭД дает эффективные алгебраические способы решения оптимизационных задач, на основе эквивалентности задач теории цепей и МЭД.

Когда квадратичный критерий приведен аффинным преобразованием к линейной комбинации сумм квадратов

$$F = \sum_{j=1}^N R_j \cdot X_j^2 = \sum_{j=1}^N (R_j \cdot X_j) \cdot X_j = \sum_{j=1}^N Y_j \cdot X_j$$

ресурсов, то для построения экстремали можно применить алгебраические формулы. Здесь “F” – скорость изменения капитала (мощность) в цепной модели,  $X_j$  – продольная переменная, а  $Y_j$  – поперечная переменная.

## §7. Алгебраический метод нахождения оптимального решения параллельной задачи.

Общая формула решения параллельной задачи:

$$u_k = R_k \cdot i_k = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}} \cdot I$$

Доказательство этой формулы – проводится по индукции. **Следствие.** В параллельной задаче все  $k$ -ые цены  $u_k$  равны между собой и равны общей для них цене- $U$ .

Умножим общую формулу на  $R_k$

$$u_k = R_k \cdot i_k = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}} \cdot I$$

Цена не зависит от значения индекса- "k", откуда следует, что

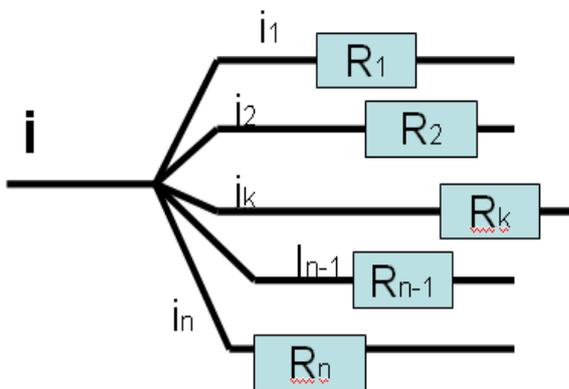
$$u_k = U = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}} \cdot I$$

Окончательное выражение зависимости для k-ой ветви

$$i_k = \frac{1}{R_k} \cdot u_k = \frac{1}{R_k} \cdot U$$

$$i = i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + \dots + i_{n-1} + i_n$$

Рис9. Параллельная задача



## §8. Алгебраический метод нахождения оптимального решения последовательной задачи

Общая формула решения последовательной экстремальной задачи:

$$u_k = R_k \cdot \frac{1}{\sum_{j=1}^n R_j} \cdot U$$

Истинность формулы можно непосредственно увидеть из симметрии вхождения в нее переменных "u<sub>k</sub>" и "i<sub>k</sub>".

**Следствие.** В последовательной задаче все k-ые токи - I<sub>k</sub> равны между собой и равны общему для них значению продольной переменной - I

Умножим общую формулу на R<sub>k</sub>

$$i_k = \frac{1}{R_k} \cdot u_k = \frac{1}{\sum_{j=1}^n R_j} \cdot U$$

Производительность потока ресурсов и продуктов производства одина и не зависит от значения индекса- "k", откуда следует, что:

$$i_k = I = \frac{1}{\sum_{j=1}^n R_j} U$$

Формальная цепная модель (для экономического объекта или нет) имеет хорошо развитые алгебраические методы анализа и синтеза. В общем случае – это так называемое операторное исчисление, а в случаях простой связи, когда продольная  $I_j$  и поперечная  $U_j$  переменные любой J-ой ветви цепи связаны линейными уравнениями типа  $U_j = R_j \cdot I_j$ , где  $R_j$  -- число, то нахождение оптимального решения сводится к элементарным алгебраическим преобразованиям.

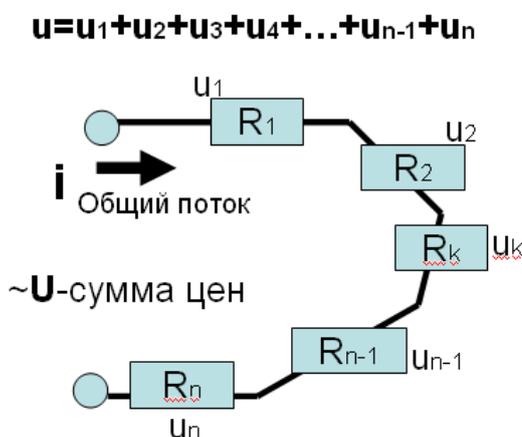


Рис10. Последовательная задача

В то же время решение той же задачи в МЭД – формулировке требует применения методов теории экстремальных задач и оптимального управления. Для многомерных экономических задач на оптимизацию ресурсов производства, когда получить оптимальное решение достаточно трудоемко, можно рассчитывать на алгебраическое решение в рамках цепной модели.

## §9. Источники риска и неопределенности

На Рис. 9 показана игра с неопределенностью и риском. Наилучшая для игрока (коалиции игроков) ситуация – равновесная, остальные два состояния ведут к неизбежным потерям, которые, однако, можно оценить. Эти состояния характерны для взаимодействующей пары: любой пробной коалиции игроков и остального рынка. Поэтому всегда существует ситуация риска для коалиции игроков, хотя для свободного рынка такой ситуации не существует. То, что теряет пробная коалиция игроков, приобретает рынок в лице конкурентов данной пробной коалиции. Как минимизировать

потери коалиции игроков в ситуации неопределенности спроса со стороны рынка в ответ на предложения конкретных объемов продукции и цен на нее со стороны игроков?. Неопределенность ситуации заключается в том, что коалиция игроков не знает заранее, сколько ей подготовить продукции для удовлетворения рыночного спроса и какая цена на продукцию, подготовленную в конкретных объемах, окажется в результате равновесной, а значит эффективной.

Для нахождения наилучшей стратегии игры рассчитываются платежи – компоненты матрицы и выбираются подходящие критерии (один или несколько), позволяющие распознать наилучшую стратегию. Теоретической основой для программы служит метод ЭД, где роль матрицы платежей играет треугольная область пучка ЭД. Ее отличие от матрицы платежей в том, что определены интересы и действия трех коалиций игроков: пробная коалиция и две другие коалиции: коалиция спроса, то есть коалиция потребителей продукции и коалиция конкурентов- производителей аналогичной продукции, со стороны рынка. Кроме того, имеется и четвертый игрок – крупье, который имеет возможность двигать треугольник игры в пучке, регулируя состояние рынка. Два наиболее очевидных способа регулирования – это игра на стороне той или другой коалиции. Уменьшение или увеличение таможенных пошлин, ставки центрального банка по кредитам, понижение или повышение курса собственной валюты, налоговые льготы и т. д. – то есть регуляторами в данном случае служат процедуры изменения стандартных параметров фундаментального экономического анализа.

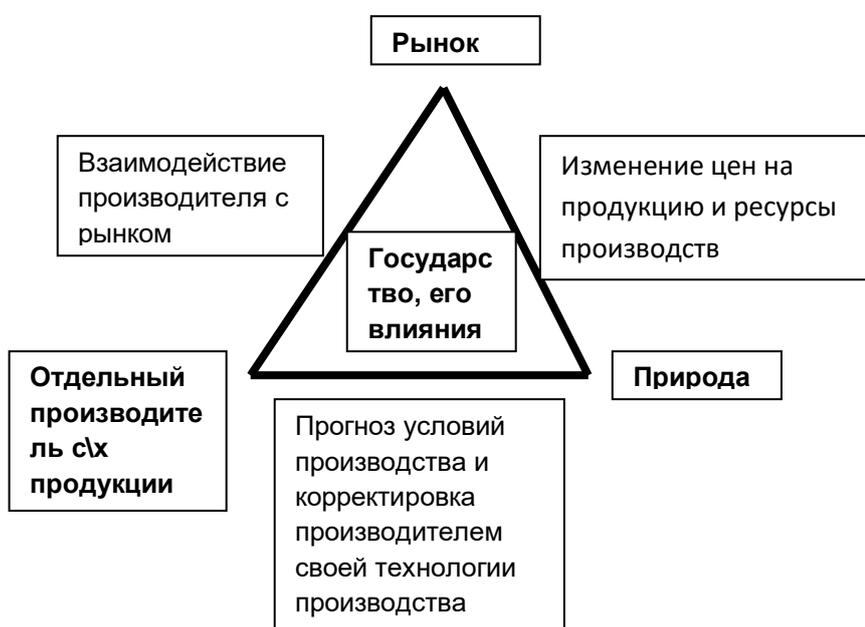


Рис9. Интересы (углы треугольника) и действия (стороны) в игре. В теории игр, коалиция – это группа лиц (или даже одно лицо, сторона), принимающая решение в конфликте (коалиция действия) или отстаивающая некоторые интересы (коалиция интересов), то есть относящаяся к ним с предпочтением.

Итак, **источник риска и неопределенности** – это природа и рынок. Каждый из трех игроков: производитель продукции, природа и рынок могут поступать по- своему. Однако, для того, что бы в этой игре выиграть или хотя бы не проиграть, производитель сельскохозяйственной продукции должен иметь надежный путеводитель. Таким путеводителем может быть экстремальная диаграмма- ЭД, нечто вроде карты, на которой должны быть отмечены все минимумы Либиха и нормы, на которых эти минимумы могут оказаться в текущем году. Если такая карта создана, то победа в этой игре будет за производителем. Пока производитель зависит от природы и рынка, он должен научиться строить ЭД:

- ✓ по косвенным данным сети опытных станций,
- ✓ на основании метеорологического прогноза,
- ✓ на основании экономического анализа,
- ✓ научиться прогнозировать основные состояния рынка с какими то вероятностями, то есть частотами возникновения этих состояний в прошлом.

На рис12 показана схема коалиционной игры производителя сельскохозяйственной продукции с природой и рынком, в условиях неполной определенности ситуаций, в которых действует производитель и изменчивости рынка. На схеме обозначения соответствуют стандартному набору аксиом теории игр [14].

### **Выводы:**

1) Метод ЭД и теорию цепей мы рассмотрели с тех позиций, что бы эти два связанных между собой метода можно было использовать в экономических исследованиях, как в микро экономике, так и в макро экономике. В частности, в такой, на наш взгляд, важнейшей сегодня области, как имитационные модели экономических систем

2) Для автоматизации практического применения метода ЭД, нами разработаны специализированные программные продукты, на основе проведенных теоретических исследований в рамках метода ЭД. В течение последних пяти лет эти инструменты внедрены и используются в образовательном процессе по курсу “информационные технологии в экономике” в государственном университете землеустройства

3) Разработан пакет программ “имитационная цепная модель фирмы”, позволяющая автоматизировать расчеты экономических процессов на фирме и в ее взаимодействии с рынком, оценивать и прогнозировать состояние фирмы.

4) Разработан пакет программ информационного мониторинга производства методом экстремальной диаграммы (МЭД), в том числе для “живых” производств в АПК

5) Разработан пакет программ для расчета оптимальных режимов кооперации многих фирм (план-график взаимодействия) с целью их технико-технологического переоснащения при одновременном сохранении существующего суммарного объема производств, что бы избежать потерь общего для них сектора рынка.

### Литература

1. Кулешов В. А., Антошин К. С., Математическое обеспечение АСУП, тезисы 2-го Всесоюзного семинара ЦЭМИ АН СССР", – Горький, 1975г.
2. Кулешов В. А., Тетерин В. П., Применение метода экстремального графика для определения потребности растений в удобрениях, Доклады ВАСХНИЛ, №10, 1975г.
3. Кулешов В. А., Антошин К. С., Оптимизация технологии на квадратичной модели: Труды 4-ой Всесоюзной школы-семинара по управлению большими системами, – Алма-Ата, 1976г.
4. Кулешов В. А., Антошин К. С. Адаптивный алгоритм обработки экспериментальной информации и управление экстремальным экспериментом: Всесоюзное Научно-техническое совещание, Принципы построения систем автоматизации. – М.: ,1976г.
5. Кулешов В. А. Метод экстремального графика и общая задача оптимального распределения ресурсов растениеводства и земледелия, Доклады ВАСХНИЛ, №7, 1977г.
6. Кулешов В. А., Творогова Н. Д. Об одном методе анализа цепей причинно-следственных отношений и его применение к обработке результатов социально психологического обследования, в сб. «Психолого-педагогические исследования организации и оптимизации обучения в медицинском вузе», – М.:, 1980г.
7. Кулешов В. А., Творогова Н. Д. Критические шкалы измерения первичных признаков функционирования системы, в сб. «Психолого-педагогические исследования обучения в медицинском вузе», – М.:, 1982г.
8. Кулешов В. А., Деркачев Е. Н., Антошин К. С. Адекватность полиномиальных моделей второго порядка задаче оптимизации технологий, в сб. «Применение системного анализа в металлургии», Н.Т. №136, – М.: «Металлургия»,1982г.
9. Кулешов В. А., Деркачев Е. Н., Антошин К. С. Линейная нивелировка влияния детерминированных неизмеримых условий на целевую функцию в сб. «Применение системного анализа в металлургии», Н.Т. №136, – М.: «Металлургия»,1982г.
10. Кулешов В. А., Вертиков В. П., Маркачева Т. П. Обработка многомерного сигнала методом экстремального графика, 1-ая Всесоюзная конференция «Компьютерная автоматизация электрических систем», – Киев 1990г.

11. Кулешов В. А., Электро- экономическая аналогия, 3-ий международный симпозиум – М.:, май, 1995г.
12. Кулешов В. А., Системная концепция рынка и метод аналогий, в сб. "Математические методы в управлении АПК", материалы симпозиума, . – М.:, 1998г.
13. Кулешов В. А., Фирма и рынок: информационные технологии анализа, синтеза и прогнозирования экономических процессов, в сб. трудов ГУЗ, – М.:, Былина, 1999г.
14. Кулешов В. А. Информационное обеспечение управленческой деятельности", – М.:, изд. ГУЗ, 2001г. -350с
15. Кулешов В.А. Модель фирмы, в сб. трудов ГУЗ, – Москва, Былина, 2002.
16. Кулешов В. А. Репин С. С. Земельный кадастр и баланс интересов участников земельного рынка, М.: известия высших учебных заведений, №6, М.: 2004.
17. Кулешов В.А. О применении электротехнических понятий и соотношений в микроэкономическом моделировании. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №7, - М.:, Политэкономиздат, 2006
18. Кулешов В.А. Экономические игры на треугольниках: геометрический подход к проблеме равновесия. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №7, - М.:, Политэкономиздат, 2006
19. Кулешов В.А. Репин С.С. Поисково-аналитические системы для оказания информационных услуг на земельном рынке. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №9, - М.:, Политэкономиздат, 2006
20. Кулешов В.А. Программируемые инструменты моделирования рынка. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №10, - М.:, Политэкономиздат, 2006
21. Кулешов В.А. Программируемые инструменты моделирования рынка. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №11, - М.:, Политэкономиздат, 2006
22. Кулешов В.А. Моделирование утечки капитала в экономическом процессе. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №12, - М.:, Политэкономиздат, 2006
23. Кулешов В.А. Формализация цепной модели через постановку экстремальной задачи класса математического программирования. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №2, - М.:, Политэкономиздат, 2007
24. Кулешов В.А. Концепция поисково-аналитической системы на земельном рынке и в учебной деловой игре. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №5, - М.:, Политэкономиздат, 2007

25. Кулешов В.А. Экстремальные задачи и оптимальное управление ресурсами в экономике АПК. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №7, - М.:, Политэкономиздат, 2007
26. Кулешов В.А. Экстремальные модели производства и потребления. Землеустройство, земельный кадастр и мониторинг земель, №8, - М.:, Политэкономиздат, 2007
27. В. А. Кулешов, Теория гиперполей. Минск, Изд-во “Наука и техника”, (200с) 1969г
28. В. А. Кулешов, Аналогии. Отношение аналогии моделей. Минск, “Наука и техника” (415с) 1992г
29. Кулешов В. А. Информационное обеспечение управленческой деятельности”, – М.:, изд. ГУЗ, (344с) 2001г.
30. Кулешов В. А. “Технологии Excel”, Москва, ГУЗ, (80с) 2003г.
31. Кулешов В. А. “Информационные технологии в экономике”, Москва, ГУЗ, (335с) 2011г.