

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

А.В. Бабкина, О.С. Пучкова, В.В. Торопцев

ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В АПК

Учебно-методическое пособие

Курск
ЗАО Университетская книга
2025

УДК 303.732
ББК 13.4
Б12

Рецензенты:

доцент, кандидат технических наук, директор
аграрного института ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»

А.В. Столяров

доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры 203
ФГБОУ ВО "Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)"

Г.В. Попов

Б12 Бабкина А.В.

Теория систем и системный анализ в АПК: учебно-методическое пособие / А.В. Бабкина, О.С. Пучкова, В.В. Торопцев. – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2025. – 110 с.

ISBN 978-5-00261-321-2

Настоящее издание разработано для проведения занятий по курсам «Теория систем и системный анализ», «Системный анализ», «Общая теория систем» для студентов направлений 09.03.03 «Прикладная информатика», 35.04.06 «Агроинженерия», 38.03.01 «Экономика», 38.03.02 «Менеджмент».

В пособии раскрываются методологические и практические основы теории систем и системного анализа применительно к агропромышленному комплексу. С целью закрепления материалов студентам предлагаются индивидуальные варианты заданий.

ISBN 978-5-00261-321-2

УДК 303.732

ББК 13.4

© Бабкина А.В., Пучкова О.С., Торопцев В.В., 2025

Содержание

Введение.....	4
Тема 1. Научное определение системы. Спецификация системы.....	6
Тема 2. Свойства систем. Энтропия и информация.....	13
Тема 3. Свойства энтропии.....	25
Тема 4. Понятие структуры в теории систем. Оценка эффективности структуры с точки зрения функционирования системы.....	29
Тема 5. Движение систем. Оценка устойчивости динамических систем....	47
Тема 6. Научная проблема как система.....	57
Тема 7. АПК как сложная иерархическая система. Взаимодействие II и III сфер АПК.....	67
Тема 8. Системный анализ издержек производства сельскохозяйственной продукции.....	76
Тема 9. Применение методики системного анализа в управлении проектами с учетом рисков.....	88
Тема 10. Логистический подход при решении задач управления материальными и денежными потоками.....	100
Библиографический список.....	106
Приложение 1.....	108
Приложение 2.....	109

Введение

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования направлений подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», 35.04.06 «Агроинженерия», 38.03.01 «Экономика», 38.03.02 «Менеджмент», изучающих дисциплины «Теория систем и системный анализ», «Системный анализ», «Общая теория систем».

Цель пособия – дать основные методологические понятия теории систем и системного анализа применительно к предприятиям агропромышленного комплекса.

Системный анализ – наиболее конструктивное направление в современной теории систем. Он эффективно применяется при исследовании чрезвычайно сложных объектов. Цель системного анализа состоит в структуризации проблемы, т.е. в расчленении сложной проблемы на ряд более простых. Системный анализ эффективно используется при решении новых проблем, не имеющих аналогов; проблем, связанных с факторами риска и неопределенности; проблем, имеющих разветвленные связи и отдаленные последствия.

Существуют различные подходы к классификации методов системного анализа. Например, Ю.И. Черняк в своей работе «Системный анализ в управлении экономикой» все методы подразделяет на четыре группы: неформальные, графические, количественные и метод моделирования. С.А. Саркисян, В.М. Ахундов, Э.С. Минаев («Большие технические системы. Анализ и прогноз развития») классифицируют их на экономико-статистические, экономико-математические, методы экономической кибернетики и теории принятия решений. Данные методы системного анализа в пособии применяются при выполнении практических заданий.

Практические задания используются при изучении следующих тем:

- спецификация системы;
- энтропия и информация;
- свойства энтропии;
- оценка эффективности структур управления;
- оценка устойчивости динамических систем;

- научная проблема как система;
- компьютерное моделирование взаимодействия II и III сфер АПК;
- системный анализ издержек производства сельскохозяйственной продукции;
- применение методики системного анализа в управлении проектами с учетом риска;
- логистический подход при решении задач управления материальными и денежными потоками.

В каждом разделе пособия в краткой форме излагается теоретический материал, приводятся примеры выполнения практических заданий и варианты индивидуальных заданий.

В конце пособия приведен глоссарий основных понятий теории систем и системного анализа и рекомендуемая литература для углубленного изучения дисциплины.

Тема 1. Научное определение системы. Спецификация системы

Теоретическая часть

Термин «система» используют в тех случаях, когда хотят охарактеризовать исследуемый или проектируемый объект как нечто целое (единое), сложное, о котором невозможно сразу дать представление, показав его, изобразив графически или описав математическим выражением (формулой, уравнением и т.д.).

Он употребляется очень широко не только в научных исследованиях, но и в любой области практической деятельности и в бытовом разговоре («Солнечная система», «система машин», «система методов» и т.д.). Таким образом складывается особый тип научного мышления, связанный с системным восприятием окружающих нас явлений, объектов, процессов и мира в целом.

Система – одно из фундаментальных, универсальных понятий современной научной методологии познания. Так, Л. фон Берталанфи определял систему как «комплекс взаимодействующих компонентов» или как «совокупность элементов, находящихся в определенном соотношении друг с другом и со средой».

Определение системы как некоторого целостного множества элементов предполагает наличие следующих основных признаков:

1) Система – всегда представляет собой совокупность множества элементов (подсистем) (Росс Эшби У. Конструкция мозга. М.: Мысль, 1962), то есть она может быть расчленена на составные части (Солнечная система состоит из множества небесных тел, системы машин по добыче нефти – из совокупности машин и агрегатов, предназначенных для выполнения различных технологических операций и т.д.).

2) Не всякое множество элементов можно назвать системой (например, перечисление небесных тел или беспорядочный набор деталей машин нельзя назвать системой). Наличие множества элементов – условие необходимое, но не достаточное для определения системы. Система – это не механический набор, а совокупность определенным образом взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов и подсистем (Л. Берталанфи).

Так, в Солнечной системе небесные тела взаимодействуют благодаря законам сил тяготения; отдельные машины и агрегаты в системе машин взаимосвязаны по своим основным параметрам и

выполняемым функциям и т.д. В то же время наличие множества элементов и их взаимодействие также недостаточно для полного определения системы.

3) Взаимосвязи и взаимодействия между элементами системы носят целенаправленный и целесообразный характер (Л.И. Лопатников. Краткий экономико-математический словарь. М.: Наука, 1979). Другими словами, в системах всегда предполагается наличие заданной цели. Системы могут быть одноцелевыми и многоцелевыми. Так, предприятие как система предназначено не только для производства определенного количества продукции и получения максимума прибыли, но и для обеспечения охраны окружающей среды.

4) Элементы множества в системе всегда определенным образом упорядочены. Следовательно, система – это упорядоченная совокупность целенаправленно взаимодействующих подсистем и элементов данного множества (Месарович М. Основание общей теории систем // Общая теория систем. М.: Мир, 1966).

5) Системы являются неотъемлемой частью мира, который можно рассматривать как единую метасистему. Но любая система всегда выделяется из окружающей внешней среды, рассматривается как относительно обособленная часть более общей, вышестоящей системы. Элементы системы взаимодействуют между собой несколько иначе, чем с элементами других систем, они обладают особым характером отношений – связностью, что и указывает на ее относительное обособление от внешней среды (Топоров В.Н. Из области теоретической топономастики // Вопр. языкознания. № 6, 1962). Все, что не относится к данной системе, рассматривается как внешняя среда по отношению к исследуемой системе.

Таким образом, сформулируем общее определение научной категории «система».

Система – это относительно обособленная и упорядоченная совокупность обладающих особой связностью, целенаправленно и целесообразно взаимодействующих элементов, способных реализовывать заданные целевые функции.

Данное определение достаточно полно характеризует такие системы, когда система и среда четко разграничены, а структурные элементы системы легко различимы (материальные объекты, технологические процессы).

Все системы можно классифицировать по происхождению, отношению ко времени, специфике составляющих элементов, характеру взаимодействия с окружающей средой, характеру причинной обусловленности событий в процессе взаимодействия элементов, степени сложности.

1. **По происхождению** системы делятся на *естественные* (Солнечная система, кровеносная система и т.д.), возникшие независимо от человека, и *искусственные* системы (система машин, система математических методов и т.д.), то есть созданные человеком.

2. **По отношению ко времени** системы бывают *статические* и *динамические*. Статические – это системы, рассматриваемые без учета фактора времени (чертеж двигателя, система уравнений, выключенный компьютер). Динамические системы – представляющие поведение реального объекта во времени (сельскохозяйственная организация, Солнечная система).

3. **По специфике составляющих систему элементов** (по их природе) различают системы *материальные* и *абстрактные*. Если система состоит из множества материальных объектов, то данная система называется материальной (физической). Абстрактные системы имеют свои специфические элементы (знаковые системы: алфавит, система линейных уравнений; системы понятий: система философских категорий; система взглядов: система взглядов Иммануила Канта и т.д.).

4. **По характеру взаимодействия со средой** различают *открытые* и *замкнутые* системы. В открытой системе происходит непрерывный обмен с внешней средой энергией, веществом, информацией (биологические, технические, экономические системы). В замкнутой системе элементы взаимодействуют только между собой и не связаны с внешней средой – точнее, связями с внешней средой при описании системы можно пренебречь (Солнечная система, натуральное хозяйство).

5. **По характеру причинной обусловленности событий в процессе взаимодействия элементов** (по характеру зависимости выходных реакций системы от входных импульсов) различают *детерминированные* и *вероятностные* системы. Если, зная характер входных импульсов, можно точно предсказать, какой будет ожидаемая реакция на выходе, то такие системы называют детерминированными (компьютер, электрическая цепь). Вероят-

ностными называют такие системы, последовательность событий в которых строго не детерминирована и носит вероятностный характер (сельскохозяйственная организация, фондовый рынок).

6. **По степени сложности** системы делят на *простые, сложные* и *очень сложные* системы. Простыми называются системы, состоящие из небольшого числа элементов, с простыми взаимосвязями, неразветвленной внутренней структурой, целью которой является выполнение элементарных функций (трехпольный севооборот, экономико-математическая модель предприятия, электрическая осветительная сеть в аудитории и т.д.). Система называется сложной, если число элементов в ней значительное, но еще обозримо и поддается исчислению, структура взаимосвязей и взаимодействий имеет разветвленный характер, выполняемые функции разнообразны (сельскохозяйственная организация, завод, интернет). Очень сложными принято называть системы, сущность взаимосвязей в которых недостаточно изучена и не вполне понятна (вселенная, трудовой коллектив, экономика).

Для того чтобы определить допустимые состояния системы необходимо провести ее спецификацию, т.е. идентифицировать ее определяющие элементы и подсистемы, их взаимосвязи, цели, функции и ресурсы. При этом функционально-структурный анализ системы в дальнейшем позволяет сформулировать требования к создаваемой системе. Основными этапами спецификации системы являются:

1. Выявление свойств, целей, предназначения системы, т.е. выяснение основных выходов в системе.
2. Выявление основных функций и частей в системе, т.е. из каких больших частей состоит система и какую роль каждая часть играет.
3. Выявление всех элементов и связей, важных для целей рассмотрения. Ранжирование элементов и связей по значимости.
4. Учет изменений и неопределенностей в системе, т.е. замена отдельных частей на новые, более эффективные; перестройка структуры; иерархии связей, для повышения качества системы.
5. Исследование функций и процессов в системе для их управления, т.е. выясняется, где, как и когда система управления воздействует на основную систему, насколько это эффективно.

В целях самоподготовки по данной теме студенту необходимо воспользоваться следующей литературой: [1, 2, 3, 14, 16].

Контрольные вопросы

1. Назовите основные признаки системы.
2. Какие основные признаки используются для классификации систем?
3. Как классифицируется система по происхождению?
4. Как описывается поведение вероятностных систем?
5. Приведите примеры материальных и абстрактных систем.
6. В чем состоит специфика открытых систем?
7. Что такое спецификация системы?

Практическая часть

Задание. Разработать спецификацию системы, соответствующую заданной цели исследования.

Разработка спецификации системы включает:

1. Перечень переменных системы (входные и выходные переменные): x_1, x_2, \dots, x_n , где $n = 10(15)$.
2. Перечень связей между переменными системы в виде системных диаграмм (переменные обозначаются блоками, связи между ними – стрелками).
3. Пояснительную записку о связях между переменными.
4. Список используемых источников.

Индивидуальные задания

1. Система – молочно-товарная ферма. Цель – сокращение затрат на производство молочной продукции.
2. Система – мясокомбинат. Цель – сокращение затрат на производство мясной продукции.
3. Система – зерновое хозяйство. Цель – сокращение затрат на производство зерна.
4. Система – овощеводческое хозяйство. Цель – сокращение затрат на производство овощей.
5. Система – индивидуальный предприниматель, арендующий киоск для продажи продукции текстильной промышленности. Цель – снижение коммерческих рисков.
6. Система – крупная компания пищевой промышленности. Цель – поддержание оптимального размера оборотного капитала на предприятии.

7. Система – крупная компания пищевой промышленности. Цель – снижение уровня кредиторской задолженности.
8. Система – крупная компания пищевой промышленности. Цель – снижение уровня дебиторской задолженности.
9. Система – молочно-товарная ферма. Цель – повышение продуктивности животных.
10. Система – крупная корпорация, поставляющая топливо на заправочные станции. Цель – максимальное соблюдение требований экологической безопасности на предприятии.
11. Система – зерновое хозяйство. Цель – рост выручки от продажи зерна.
12. Система – молочно-товарная ферма. Цель – рост выручки от продажи молочной продукции.
13. Система – мясокомбинат. Цель – рост выручки от продажи мясной продукции.
14. Система – овощеводческое хозяйство. Цель – рост выручки от продажи овощей.
15. Система – молочно-товарная ферма. Цель – максимизация прибыли от продажи молочной продукции.
16. Система – мясокомбинат. Цель – максимизация прибыли от продажи мясной продукции.
17. Система – зерновое хозяйство. Цель – максимизация прибыли от продажи зерна.
18. Система – овощеводческое хозяйство. Цель – максимизация прибыли от продажи овощей.
19. Система – молочно-товарная ферма. Цель – улучшение кормовой базы.
20. Система – крупная компания пищевой промышленности. Цель – расширение рыночной доли сельскохозяйственной продукции.
21. Система – молочно-товарная ферма. Цель – строгое соблюдение стандартов качества молочной продукции.
22. Система – зерновое хозяйство. Цель – обеспечение бесперебойности поставок семян.
23. Система – молочно-товарная ферма. Цель – минимизация затрат на обновление стада КРС.
24. Система – отдел контроллинга крупной компании пищевой промышленности. Цель – повышение достоверности данных, предоставляемых руководству.

25. Система – крупная компания пищевой промышленности. Цель – расширение каналов сбыта сельскохозяйственной продукции.

Тема 2. Свойства систем. Энтропия и информация

Теоретическая часть

Система как единое целое и относительно обособленное от внешней среды обладает рядом специфических свойств, которые часто называют *системными свойствами*.

Важнейшим и определяющим свойством системы является *свойство целостности*. Свойство целостности возникает из специфических особенностей взаимодействия между элементами и подсистемами. Для того, чтобы глубже понять закономерность целостности, необходимо учитывать две ее стороны:

а) свойства системы (целого) S не являются простой суммой свойств составляющих ее элементов (частей) a_i :

$$S \neq \{a_i\}, i = 1, n$$

б) свойства системы (целого) зависят от свойств составляющих ее элементов (частей):

$$S \subset \{a_i\}, i = 1, n$$

Кроме этих сторон, также, объединенные в систему элементы, как правило, утрачивают часть своих свойств, присущих им вне системы, т.е. система как бы подавляет ряд свойств элементов. Но, с другой стороны, элементы, попав в систему, могут приобрести новые свойства. Проявление качественно новых свойств, не присущих отдельным элементам системы, получило название *свойства эмерджентности*. Например, веник для уборки пола – это система. Элементами системы являются веточки, связанные в веник. Каждая отдельно взятая веточка может быть сломана, и при этом зафиксировано усилие, приводящие к этому событию. Просуммируем все усилия. Затем свяжем веточки (одинаковые) в веник и попробуем сломать его, зафиксировав усилие. Сравним усилия, они будут не равны. В этом и проявляется новое свойство – *эмерджентность* системы. *Эмерджентность* имеет место во всех достаточно больших и сложных системах. Например, биологическая система «Лес» обладает свойствами, которые невозможно получить как сумму свойств и характеристик отдельных деревьев, кустарников, трав, произрастающих в этом лесу, а также животного мира, обитающего здесь же. Лес как система обладает качественно новыми свойствами, например, свойством ярусности деревьев, приспособительной изменчивостью организмов, меж-

видовыми и внутривидовыми соотношениями и т.д. Поведение неорганизованной толпы также не является суммой поведения отдельных лиц и не может быть получено как сумма их характеристик. Эмерджентные свойства толпы носят качественно иной характер, особенно в экстремальных ситуациях. Промышленное предприятие характеризуется большим числом показателей, отражающих практически все стороны его деятельности. Однако общесистемные свойства отрасли промышленности как целостной системы не могут быть получены простой механической суммой (сводкой) показателей по всем предприятиям и организациям отрасли. Отрасль как система более высокого порядка обладает новыми, не присущими отдельным предприятиям и организациям эмерджентными свойствами. Эти общесистемные свойства можно исследовать только, используя специальные методы системного анализа.

Эмерджентные свойства системы как единого целого обуславливают проявление особых эффектов взаимодействия между элементами системы. Эмерджентность является своеобразной формой реализации некоторых *свойств связности и организованности систем*.

Под *свойством связности* системы понимают особый характер взаимосвязей между ее элементами. Оно проявляется в форме определенной упорядоченности отношений между элементами, как, например, взаимосвязи и взаимодействия механизмов и деталей в машине. Именно наличие особого характера связности между элементами служит основой вычленения системы из окружающей среды как относительно обособленного целого. Связность определяет характер внутренней структуры системы. Эффективность функционирования системы существенно зависит от характера структуры системы.

Свойство разнообразия системы. Реальные системы находятся в постоянном движении, что проявляется в изменении их состояния во времени. Чтобы описать процессы изменения, элементы системы представим, как переменные x_1, x_2, \dots, x_n , которые могут принимать различные значения, то есть могут находиться в различных состояниях.

Если некоторая переменная x_k может находиться только в одном состоянии, то ее состояние для наблюдателя полностью определено, поэтому переменная не имеет разнообразия. Допустим,

что переменная может принимать только два возможных состояния 0 и 1 с одинаковой вероятностью, то есть может находиться в двух возможных состояниях (например, лампочка включена – 1, не включена – 0; студент сдал зачет – 1, не сдал – 0 и т.д.). В этом случае уже появляется разнообразие состояний системы. Чем больше переменных рассматривается одновременно, тем больше для наблюдателя неопределенность состояний системы, то есть разнообразие системы и ее неопределенность возрастают с увеличением количества одновременно рассматриваемых переменных. Так, если система включает две переменных x_1 и x_2 , каждая из которых может также находиться только в двух возможных состояниях 0 и 1, то система в целом имеет четыре возможных состояния (00, 01, 10, 11). При одновременном рассмотрении трех переменных число возможных состояний возрастает до 8. В общем случае число возможных состояний (N), а, следовательно, и разнообразие системы, определяется в зависимости от числа переменных как $N = 2^m$, где N – число возможных состояний системы, m – число рассматриваемых переменных, 2 – основание (в данном случае – число значений, которое может принимать каждая переменная).

В реальной системе переменные могут находиться не только в двух, но и во множестве состояний. Однако систему любой сложности можно с достаточной точностью описать с помощью переменных с альтернативной изменчивостью (изменчивостью типа 0 и 1).

Следовательно, неопределенность системы мы можем измерять показателем степени (m) в формуле $N = 2^m$. Из формулы следует, что $m = \log_2 N$.

Меру неопределенности системы называют *энтропией (H)*. Следовательно, формулу можем переписать как $H = \log_2 N$.

Если все состояния системы равновероятны, как в нашем случае, то энтропия достигает максимального значения. Поэтому окончательная формула системы с равновероятными состояниями имеет вид: $H_{max} = \log_2 N$. Допустим, система может находиться в 8 состояниях с одинаковыми вероятностями, равными 1/8. Тогда максимальная энтропия этой системы составляет $H_{max} = \log_2 8 = 3$.

Всякое измерение должно иметь свою *меру*, то есть единицу измерения. Введем единицу измерения для получения показате-

ля, то есть для энтропии системы. Допустим, мы рассматриваем только одну переменную, которая может находиться в двух состояниях 0 и 1 с одинаковой вероятностью $p_1 = 0,5$ и $p_2 = 0,5$. Иначе говоря, мы рассматриваем альтернативную систему в виде двоичного разряда. Согласно формуле, энтропия системы составляет $H_{max} = \log_2 2 = 1$. Это есть мера энтропии простейшей системы, которая может находиться только в двух состояниях с одинаковой вероятностью. Именно эту величину принимают как меру, как единицу измерения энтропии системы, как меру ее неопределенности, и называют *битом*.

Следовательно, количественная мера неопределенности (энтропии) системы, которая с одинаковой вероятностью может находиться только в двух возможных состояниях, принята за единицу измерения и называется битом.

Поскольку неопределенность системы уменьшается при поступлении информации о ее состоянии в данный момент времени, то, естественно, та же единица измерения используется как *количественная мера информации*, то есть информация также измеряется в *битах*.

Как вводится мера информации и каковы соотношения между энтропией и информацией, покажем на следующем очень простом примере.

Допустим, система описывается двумя переменными А и В, каждая из которых с равной вероятностью может находиться в четырех состояниях (a, b, c, d):

Возможные состояния системы	a	b	c	d
А	0,125	0,125	0,125	0,125
В	0,125	0,125	0,125	0,125

Следовательно, максимальная энтропия этой системы $H_{max} = \log_2 8 = 3$ бита. Допустим, поступило сообщение о том, что переменные системы находятся в состояниях a и b :

Возможные состояния системы	a	b
А	0,25	0,25
В	0,25	0,25

Таким образом, энтропия системы уменьшилась и стала равной двум битам, $H_{max} = \log_2 4 = 2$.

Количественную меру полученной информации можно измерить по разности между величинами энтропии до и после получения сообщения: $3 - 2 = 1$ бит, т.е. информативность полученного сообщения составила 1 бит.

Если бы о состоянии системы мы имели полную информацию, то энтропия бы стала равной нулю, а неопределенность системы исчезла. Из этого следует, что энтропия и информация – явления одного порядка, но с разным знаком: информация уничтожает энтропию.

Следовательно, чем *меньше вероятность данного события, о котором получаем сообщение, тем больше информативность этого сообщения.*

На практике в реальных системах вероятности состояний, как правило, различны. Поэтому для определения энтропии системы, вероятности состояний которых различны, используется формула, учитывающая эти различия:

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i,$$

где p_i – вероятность i -го состояния системы.

Возможность управления системой связана с законом **необходимого разнообразия** (У. Эшби): энтропия управляемой подсистемы может быть снята полностью лишь в том случае, если энтропия управляющей подсистемы не меньше энтропии управляемой подсистемы. То есть менее сложная система не может контролировать более сложную систему.

Свойство разнообразия системы и следующие из него понятия «энтропия», «информация», «управление» тесно связаны со **свойством организованности системы**. Уменьшение неорганизованности системы есть в то же время мера роста ее организованности.

Основатель науки кибернетики Н. Винер писал по этому поводу: *«Как количество информации в системе есть мера организованности системы, точно так же энтропия системы есть мера дезорганизованности систем; одно равно другому, взятому с противоположным знаком».*

При максимальной неорганизованности состояние системы хаотично. Черты организации появляются по мере возникновения зависимостей между элементами системы. В то же время необходимо отличать простую упорядоченность элементов системы от сложности ее организации. Существенное значение в оценке ор-

ганизации системы имеет характер структуры и сложности взаимосвязей между элементами. Чем более организована система, тем сложнее в ней взаимосвязи.

Поэтому свойство организованности системы проявляется в изменении соотношения между нарастающей сложностью системы и совершенствованием ее структуры. Управление системой требует ее соответствующей организации. Благодаря совершенствованию структуры и организованности системы повышается ее управляемость.

Свойство сложности. Каждой системе свойственна определенная степень сложности. Она определяется числом элементов, составляющих систему, степенью разветвленности ее внутренней структуры, характером функционирования системы, возможностью описания системы на некотором языке исследования.

Пусть система содержит всего m элементов, принимающих одно из двух состояний – 0 и 1; тогда число ее возможных состояний, как было показано выше, составит 2^m .

Допустим, система содержит три элемента (a, b, c), принимающих состояния 0 и 1, тогда число ее возможных состояний равно 8 (2^3).

Пусть далее эти элементы попарно связаны (ab, ac, ba, bc, ca, cb) и связям тоже приписывается значение 0 и 1, следовательно, система содержит еще 6 дополнительных элементов, а число ее возможных состояний увеличилось на 64 (2^6). Тогда общее число возможных состояний достигнет 72 ($64+8$), которое можно представить в виде формулы $2^{(m^2-m)} + 2^m$.

А что если состояний больше двух? А если существуют не только парные связи? Поэтому каждая система оценивается своей сложностью.

Научно-технический прогресс сопровождается нарастанием сложности хозяйственных систем, которую необходимо преодолевать путем совершенствования структуры и организованности производства.

Свойство структуры. Системы, которые состоят из одних и тех же элементов, но отличаются связями, обладают разными свойствами. Например, часы исправные (одно свойство), часы неисправные (другое свойство); сетевая карта и видеокарта и т.д. Совершенствование структуры осуществляется путем организа-

ции новых форм взаимосвязей и взаимодействий между элементами системы.

Для более глубокого понятия свойств систем, энтропии и информации необходимо воспользоваться [1, 2, 3, 10, 14, 16] источниками.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение свойства целостности.
2. Как проявляются эмерджентные свойства системы?
3. В чем состоит свойство связности системы?
4. Что такое энтропия системы?
5. Как определяется количественная мера энтропии?
6. Что такое информативность сообщения?
7. Как связаны понятия «энтропия» и «информация»?
8. В чем заключается сущность закона необходимого разнообразия?
9. Дайте определение свойства организованности системы.
10. В чем заключается сущность свойства сложности систем? Приведите пример.
11. Проанализируйте системные свойства какой-либо отрасли промышленности.

Практическая часть

Задание. 1. Рассчитать энтропию компьютерной игры «Сапер» согласно индивидуальным вариантам, где число в клетке (1, 2, 3, 4) показывает, сколько ячеек, соседствующих с открытой, «заминировано». Используя эти числа необходимо определить расположение известных мин и место, где мин точно нет.

Пример:

*	X	*	*	*					
1	1	1	1	*					
			1	X	X	*	*		
			1	2	2	2	X		
						1	*		
				1	1	1	*		
1	2	2	1	1	X	*	*		
*	X	X	*	*	*				

где X – мина, * – мины нет. Всего необходимо найти 10 мин.
Для расчета энтропии нужна формула числа сочетаний k-элементов по n-позициям

$$\binom{n}{k} = C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

где n – число оставшихся вариантов (клеток);
k – число оставшихся мин.

2. Рассчитать энтропию поля компьютерной игры (в битах) в предположении, что поступила информация о расположении одной из мин на определенном участке.
3. Определить информативность сообщения, полученного в пункте 2.

Индивидуальные задания

1.

	1								
	2	1	1	1					
				1					
				2					
				2					
				2					
				2	2	1	1		
							1		
							1		

2.

			1	1	2	3			
			1			2			
1	1	1			1				
					1	1			
					1				
					1				

3.

						1			
						1	2		
1	2	2	1				1		
			1				1		
			3	2	1	1	1		

4.

3			1						
				2					
		2							
1	1	2	2	2	1	1			
						1			
						1	1	1	

5.

				2					
			1	1	2	1			
			1			1			
			1	1	1	2			
						2	1	1	
						1			

8.

	1	1	1						
			1						
		1	1						
	1								
	1								
	1								
	1								
	1								
	1								

6.

			1		1				
			1		1				
2	2	1		1	2				
						1			
	1	2	3	2	1				
1	2								

9.

		1			1				
		1			1				
1	1			1	2				
					1				
	1	2	3	2	1				
1	2								

7.

1	1	3					3	1	
		1					2	1	
		1	1	2	1	1			

10.

1	1	1	1						
			2						
			2						
			1	2	2	1	1	1	
1	1	1							
		1							

11.

	1	2							
		1	2	2					
				1					
				1					
			1	2					
		2							
		2							
		1							

14.

				2	1	1	1	1	
			2	2	1				
			1						
			1						
			1	1	1	1			
						2	1	1	
								1	
								1	

12.

					1				
					1				
				1	1				
				1					
				1	2				
1	1				2				
	1	1	1	2					

15.

1	2	1	1	1	1				
						1			
	1	1	1			1			
	1		1			1			
	1	1	1			1			
1	1				1	2			
	2	1		1					
		1		1					

13.

				2					
1	3		2			1	1	1	
	1	1	1		1	2			
					1				
					1				
			1	1	1				
1	1	1	1						

16.

		1	1	1	1	1			
		1				1			
		1					1		
1	1						1		
				1	1	1			
				1					
				1	2				
						1			

17.

Тема 3. Свойства энтропии

Теоретическая часть

Энтропия обладает следующими свойствами:

1. Если все о системе известно, то энтропия данной системы равна нулю ($H = 0$).
2. Энтропия системы достигает максимума в том случае, если вероятности состояний системы равны.
3. Чем больше число возможных состояний системы, тем больше энтропия.
4. Если даны две независимые системы и каждая система имеет свою энтропию, то их общая энтропия равна сумме энтропий ($H = H_1 + H_2$).
5. Если объединяются две зависимые системы, то их общая энтропия будет больше, чем энтропия каждой системы, но меньше общей энтропии, если бы эти системы были независимыми.

Практическая часть

Докажем последнее свойство энтропии на примере:

Даны две системы (X и Y), которые могут находиться в следующих трех состояниях:

X	x ₁	x ₂	x ₃
p(X)	0,3	0,4	0,3

Y	y ₁	y ₂	y ₃
p(Y)	0,1	0,5	0,4

1. Рассчитаем энтропию каждой системы:
 $H(X) = -0,3 \cdot \log_2(0,3) - 0,4 \cdot \log_2(0,4) - 0,3 \cdot \log_2(0,3) = 1,57$ (бит)
 $H(Y) = -0,1 \cdot \log_2(0,1) - 0,5 \cdot \log_2(0,5) - 0,4 \cdot \log_2(0,4) = 1,36$ (бит)
2. Найдем энтропию двух независимых систем:
 $H_1 = H(X) + H(Y) = 1,57 + 1,36 = 2,93$ (бит)
3. Допустим, системы зависимы:

	x ₁	x ₂	x ₃	p(Y)
y ₁	0,1			0,1
y ₂	0,2	0,3		0,5
y ₃		0,1	0,3	0,4
p(X)	0,3	0,4	0,3	1

Найдем их энтропию. Сначала необходимо рассчитать энтропию отдельных систем:

$$H(Y/x_1) = -0,1/0,3 \cdot \log_2(0,1/0,3) - 0,2/0,3 \cdot \log_2(0,2/0,3) = 0,92 \text{ (бит)}$$

$$H(Y/x_2) = -0,3/0,4 \cdot \log_2(0,3/0,4) - 0,1/0,4 \cdot \log_2(0,1/0,4) = 0,81 \text{ (бит)}$$

$$H(Y/x_3) = -0,3/0,3 \cdot \log_2(0,3/0,3) = 0 \text{ (бит)}$$

4. Рассчитаем средневзвешенную энтропию системы Y с учетом вероятностей трех возможных состояний по формуле:

$$H_2 = \sum(H(Y/x_j) \cdot p(X)), \text{ где } n = 1, 2, 3.$$

$$H_2 = 0,92 \cdot 0,3 + 0,81 \cdot 0,4 + 0 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ (бит)}$$

5. Рассчитаем полную условную энтропию двух зависимых систем по формуле $H_3 = H(X) + H_2$

$$H_3 = 1,57 + 0,6 = 2,17 \text{ (бит)}$$

6. Сравним энтропии зависимых (H_3) и независимых (H_1) систем:

$$2,17 < 2,93 \text{ (бит)}$$

Следовательно, энтропия независимых систем больше энтропии зависимых систем, что и требовалось доказать.

Индивидуальные задания

Необходимо доказать, что энтропия независимых систем больше энтропии зависимых систем по индивидуальным вариантам.

1	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,25	0,2			0,45
y ₂	0,15	0,1			0,25
y ₃			0,15		0,15
y ₄			0,05	0,1	0,15
p(X)	0,4	0,3	0,2	0,1	1

4	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁		0,12	0,05	0,03	0,2
y ₂	0,1		0,3		0,4
y ₃		0,1		0,15	0,25
y ₄	0,05			0,1	0,15
p(X)	0,15	0,22	0,35	0,28	1

2	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,12	0,09	0,05		0,26
y ₂	0,1		0,3		0,4
y ₃		0,04		0,15	0,19
y ₄	0,05			0,1	0,15
p(X)	0,27	0,13	0,35	0,25	1

5	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁			0,05	0,15	0,2
y ₂		0,15	0,3		0,45
y ₃	0,05			0,15	0,2
y ₄	0,05			0,1	0,15
p(X)	0,1	0,15	0,35	0,4	1

3	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁		0,2		0,1	0,3
y ₂	0,15	0,05	0,25		0,45
y ₃			0,1	0,05	0,15
y ₄	0,05			0,05	0,1
p(X)	0,2	0,25	0,35	0,2	1

6	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,14	0,2			0,34
y ₂		0,1	0,26		0,36
y ₃		0,1		0,05	0,15
y ₄	0,05			0,1	0,15
p(X)	0,19	0,4	0,26	0,15	1

7	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁		0,2	0,05		0,25
y ₂	0,1		0,3		0,4
y ₃		0,05		0,15	0,2
y ₄	0,05			0,1	0,15
p(X)	0,15	0,25	0,35	0,25	1

8	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,15		0,05		0,2
y ₂	0,1	0,05	0,3		0,45
y ₃		0,05		0,15	0,2
y ₄	0,05			0,1	0,15
p(X)	0,3	0,1	0,35	0,25	1

9	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,05		0,1		0,15
y ₂	0,1	0,05	0,3		0,45
y ₃		0,1		0,15	0,25
y ₄			0,05	0,1	0,15
p(X)	0,15	0,15	0,45	0,25	1

10	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,3	0,15			0,45
y ₂			0,2		0,2
y ₃		0,2	0,05		0,25
y ₄			0,05	0,05	0,1
p(X)	0,3	0,35	0,3	0,05	1

11	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,12	0,08	0,1		0,3
y ₂		0,05	0,03		0,08
y ₃		0,15	0,07	0,2	0,42
y ₄	0,05			0,15	0,2
p(X)	0,17	0,28	0,2	0,35	1

12	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁		0,15			0,15
y ₂	0,05	0,03			0,08
y ₃			0,11	0,11	0,22
y ₄			0,31	0,24	0,55
p(X)	0,05	0,18	0,42	0,35	1

13	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,05		0,2		0,25
y ₂	0,1		0,05		0,15
y ₃		0,15		0,3	0,45
y ₄			0,15		0,15
p(X)	0,15	0,15	0,4	0,3	1

14	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁			0,16	0,02	0,18
y ₂		0,21			0,21
y ₃	0,11		0,2		0,31
y ₄	0,05	0,03	0,04	0,18	0,3
p(X)	0,16	0,24	0,4	0,2	1

15	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,03	0,15		0,1	0,28
y ₂		0,05	0,11	0,05	0,21
y ₃	0,2	0,13	0,04		0,37
y ₄	0,12			0,02	0,14
p(X)	0,35	0,33	0,15	0,17	1

16	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁		0,25	0,05		0,3
y ₂	0,1		0,3		0,4
y ₃				0,15	0,15
y ₄	0,05			0,1	0,15
p(X)	0,15	0,25	0,35	0,25	1

17	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,1	0,05			0,15
y ₂	0,1	0,2	0,3		0,6
y ₃		0,1	0,05		0,15
y ₄				0,1	0,1
p(X)	0,2	0,35	0,35	0,1	1

18	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,2	0,11			0,31
y ₂		0,15			0,15
y ₃		0,14	0,1		0,24
y ₄	0,25			0,05	0,3
p(X)	0,45	0,4	0,1	0,05	1

19	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,02				0,02
y ₂	0,03	0,1	0,15		0,28
y ₃		0,06	0,04	0,2	0,3
y ₄			0,05	0,35	0,4
p(X)	0,05	0,16	0,24	0,55	1

20	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁		0,07			0,07
y ₂	0,03		0,18	0,1	0,31
y ₃		0,05		0,2	0,25
y ₄	0,2	0,1	0,02	0,05	0,37
p(X)	0,23	0,22	0,2	0,35	1

21	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,21			0,21	0,42
y ₂	0,05	0,1	0,06	0,05	0,26
y ₃	0,03		0,12	0,14	0,29
y ₄	0,01	0,02			0,03
p(X)	0,3	0,12	0,18	0,4	1

22	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,1			0,13	0,23
y ₂	0,1	0,12	0,05		0,27
y ₃	0,22	0,02	0,14		0,38
y ₄	0,01			0,11	0,12
p(X)	0,43	0,14	0,19	0,24	1

23	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁			0,2	0,05	0,25
y ₂	0,05		0,1		0,15
y ₃		0,18		0,2	0,38
y ₄		0,11	0,11		0,22
p(X)	0,05	0,29	0,41	0,25	1

24	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁	0,05	0,1	0,12		0,27
y ₂	0,03		0,12	0,04	0,19
y ₃		0,15	0,04	0,2	0,39
y ₄	0,1	0,03	0,02		0,15
p(X)	0,18	0,28	0,3	0,24	1

25	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	p(Y)
y ₁			0,05	0,15	0,2
y ₂		0,15	0,3		0,45
y ₃	0,05			0,15	0,2
y ₄	0,05			0,1	0,15
p(X)	0,1	0,15	0,35	0,4	1

Тема 4. Понятие структуры в теории систем. Оценка эффективности структуры с точки зрения функционирования системы

Теоретическая часть

При рассмотрении основных свойств систем было отмечено, что важнейшей особенностью всех систем является наличие некоторой структуры как упорядоченной формы отношений взаимодействия между элементами системы.

Структура системы, ее организация и состав неразрывно связаны между собой. Под структурой подразумевается исчерпывающий список всех компонентов, из которых она формируется – то есть, их полная совокупность. Именно структура определяет степень насыщенности, разнообразие и сложность системы.

Структура (от латинского слова «structure», означающего строение, расположение, порядок) отражает определенные взаимосвязи, взаиморасположение составных частей системы, ее устройство (строение).

Иными словами, структура характеризует организованность системы, устойчивую упорядоченность элементов и связей. Одна и та же система может быть представлена разными структурами в зависимости от стадии познания объектов или процессов, от аспекта их рассмотрения, цели создания. При этом по мере развития исследований или в ходе проектирования структура системы может изменяться.

Все объекты реального мира имеют определенную структуру. Например, организм человека, минерал, Вселенная. Некоторые структуры в природе схожи по составу входящих в них элементов и связям между ними. К примеру, структура организма человека схожа со структурой организма животного, схожи грамматические структуры слов. Такие структуры называют идентичными (или схожими) по каким-либо признакам и относят к определенному классу структурной организации.

Обычно понятие структура связывают с графическим отображением. Однако это не обязательно. Структура может быть представлена в матричной форме, в форме теоретико-множественных описаний, с помощью языка топологии, алгебры и других средств моделирования систем.

Сетевая структура или сеть представляет отображение взаимосвязи объектов между собой. Такие структуры могут отражать

порядок действия технической системы (телефонная сеть, электрическая сеть и т.п.), этапы деятельности человека (при производстве продукции – сетевой график, при проектировании – сетевая модель, при планировании – сетевой план и т.д.), пространственные взаимосвязи между элементами одного иерархического уровня. Элементы сети могут быть расположены *последовательно* и *параллельно*.

Для анализа сложных сетей существует математический аппарат теории графов, прикладная теория сетевого планирования и управления, имеющая широкую распространенность при представлении процессов организации производства и управления предприятиями.

Для сложных систем, встречающихся на практике, наиболее характерными являются **иерархические структуры**. Под термином **«иерархия»** понимается последовательное расчленение системы на части, между которыми устанавливаются определенные отношения взаимной соподчиненности. Иерархические структуры представляют собой декомпозицию системы в пространстве. Такие системы могут иметь не два, а большее число уровней декомпозиции (многоуровневые).

Структура, в которой каждый элемент нижестоящего уровня подчинен одному узлу (одной вершине) вышестоящего уровня, называют *древовидными структурами*, иерархическими структурами с *«сильными» связями*. Структуры, в которых элементы нижележащего уровня могут быть подчинены двум и более вершинам вышестоящего, называют *иерархическими структурами со слабыми связями*.

Также взаимоотношения между объектами сетевой структуры и уровнями иерархической структуры могут быть представлены в **матричной** форме. Так как на практике при оформлении планов кроме иерархической соподчиненности иногда удобнее указать исполнителей, сроки выполнения, формы отчетности и другие сведения, необходимые для контроля выполнения плана. А в виде двумерной матричной структуры могут быть представлены взаимоотношения между уровнями иерархии со *«слабыми» связями*. При этом помимо наличия связей в матрице может быть охарактеризована и сила связей либо словами («сильная» - «слабая»),

либо путем введения количественных характеристик силы связи (значимости, длительности и т.д.).

В реальных системах организационного управления (особенно на уровне региона, государства) могут быть использованы одновременно несколько видов иерархических структур – *смешанные* структуры. В таких смешанных иерархических структурах могут быть как вертикальные связи разной силы (управление, координация), так и горизонтальные взаимодействия между элементами (подсистемами одного уровня).

Возникает вопрос: какая же структура более эффективна с точки зрения функционирования системы (рис. 1)?

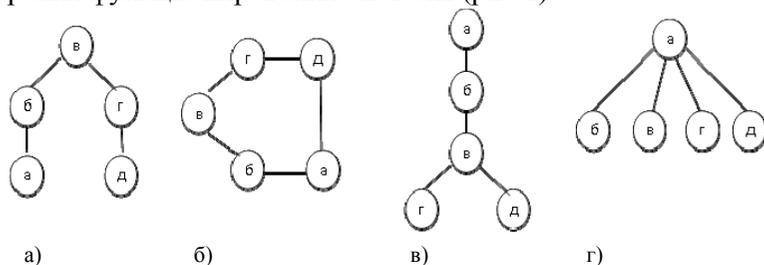


Рис. 1. Схемы структур управления

Чтобы описать методику оценки эффективности структуры, необходимо ввести следующие обозначения:

1. Каждый кружок является структурным элементом системы – позицией (вершиной графа).
2. Линии, которые их связывают, называются расстояниями между вершинами графа и имеют одинаковую величину = 1.

Для оценки эффективности структуры необходимо рассчитать показатели центральности (Ц) и периферийности (П).

Показатель центральности характеризует степень доминирования элементов системы (чем выше показатель центральности, тем выше предпосылки власти). Он рассчитывается по формуле (1):

$$Ц = d_i : d \quad (1),$$

где $d_i = \sum_j d_{ij}$; $d = \sum_i d_i$;

d_{ij} – компонент матрицы расстояний.

Показатель периферийности характеризует дефицит информации для принятия решения (чем выше показатель периферийности, тем ниже пригодность к замене руководителя), который рассчитывается по формуле:

$$П = Ц_{\max} - Ц$$

Определим эффективности первой структуры управления (рис.1 – а). Для этого построим матрицу расстояний, которая отражает длину кратчайшего пути между вершинами графа.

Таблица 1

Матрица оценки эффективности структуры управления (а)

	а	б	в	г	д	d_i
а	0	1	2	3	4	10
б	1	0	1	2	3	7
в	2	1	0	1	2	6
г	3	2	1	0	1	7
д	4	3	2	1	0	10
d	10	7	6	7	10	40
Ц	4,0	5,7	6,7	5,7	4,0	26,1
П	2,7	1,0	0,0	1,0	2,7	7,4

Как видно из таблицы, наибольший коэффициент центральности приходится на позицию **в** и поэтому управление системой берет на себя эта позиция.

Второй тип структуры является закольцованной формой и поэтому все позиции имеют одинаковые показатели центральности, которые будут зависеть только от числа позиций, а показатели периферийности равны нулю (табл. 2).

Таблица 2

Матрица оценки эффективности структуры управления (б)

	а	б	в	г	д	d_i
а	0	1	2	2	1	6
б	1	0	1	2	2	6
в	2	1	0	1	2	6
г	2	2	1	0	1	6
д	1	2	2	1	0	6
d	6	6	6	6	6	30
Ц	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	33,3
П	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Подобные матрицы построим для оставшихся структур управления (табл. 3, 4).

Таблица 3

Матрица оценки эффективности структуры управления (в)

	а	б	в	г	д	d_i
а	0	1	2	3	3	9
б	1	0	1	2	2	6
в	2	1	0	1	1	5
г	3	2	1	0	2	8
д	3	2	1	2	0	8
d	9	6	5	8	8	36
Ц	4,0	6,0	7,2	4,5	4,5	26,2
П	3,2	1,2	0,0	2,7	2,7	9,8

Таблица 4

Матрица оценки эффективности структуры управления (г)

	а	б	в	г	д	d_i
а	0	1	1	1	1	4
б	1	0	2	2	2	7
в	1	2	0	2	2	7
г	1	2	2	0	2	7
д	1	2	2	2	0	7
d	4	7	7	7	7	32
Ц	8,0	4,6	4,6	4,6	4,6	26,3
П	0,0	3,4	3,4	3,4	3,4	13,7

С точки зрения эффективности управления второй тип структуры не представляет практического интереса. По эффективности остальных структур можно судить по суммарному показателю центральности. Наибольший показатель имеет четвертая структура (26,3), поэтому этот тип структуры можно считать наиболее эффективным с точки зрения управления.

Подробно понятие структуры в системном анализе представлено в [7, 12, 13, 14, 16] источниках библиографического списка.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение структуры.
2. Какие виды структур Вы знаете?
3. Приведите пример сетевой структуры. Изобразите графически.
4. Что такое «иерархия»?
5. Какие структуры можно представить в виде матрицы?

6. В чем заключается сущность смешанной структуры? Приведите пример.

7. Какие показатели рассчитываются для оценки эффективности структур?

8. Что такое «матрица расстояний»?

Практическая часть

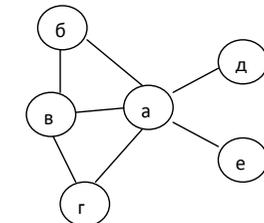
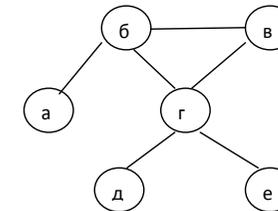
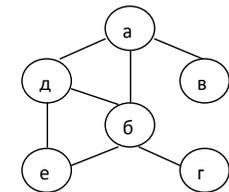
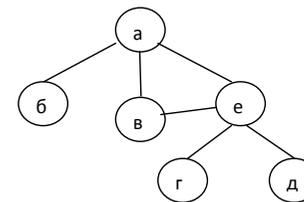
Оценить эффективность структур с точки зрения функционирования систем по индивидуальному варианту:

1. Построить матрицу расстояний каждого типа структур.
2. Рассчитать показатели центральности.
3. Рассчитать показатели периферийности.
4. В каждой структуре указать управляющую позицию.

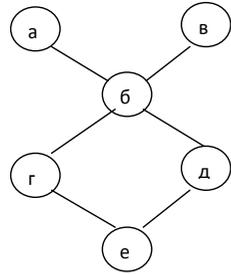
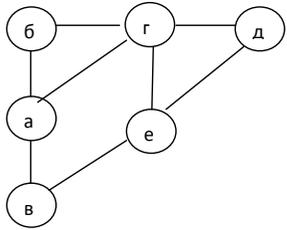
Указать наиболее эффективную структуру с точки зрения управления.

Индивидуальные задания

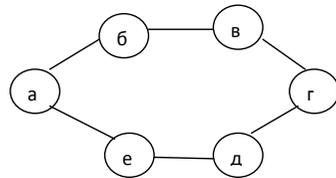
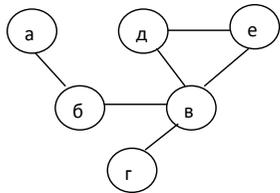
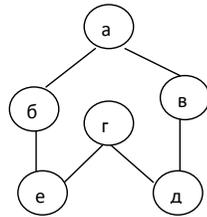
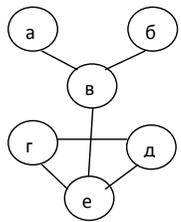
1.



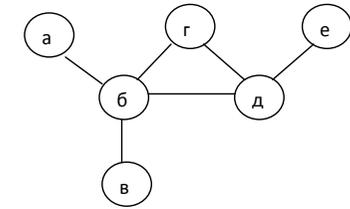
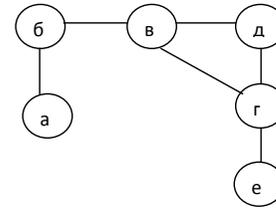
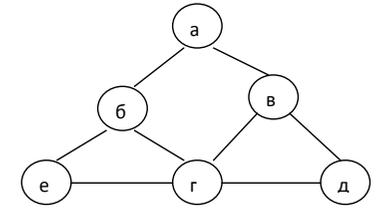
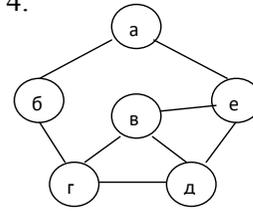
2.



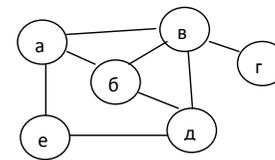
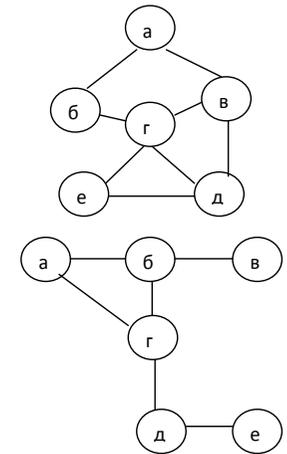
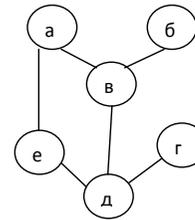
3.



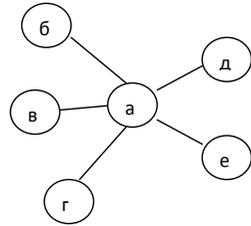
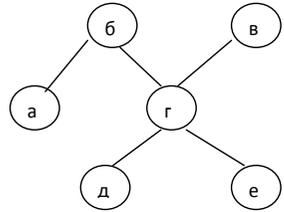
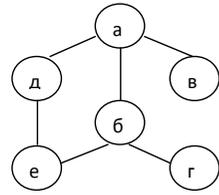
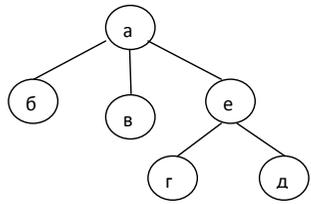
4.



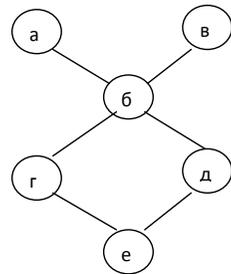
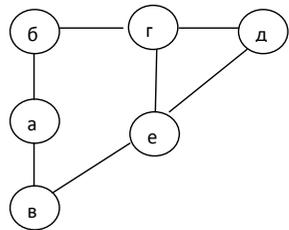
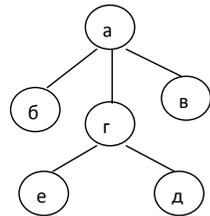
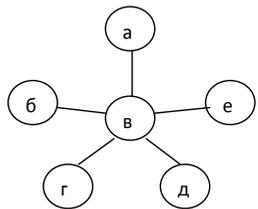
5.



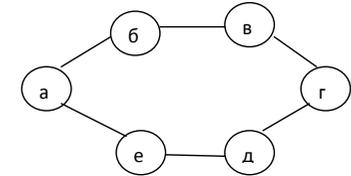
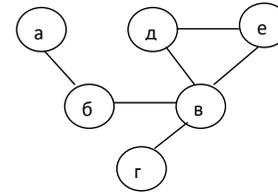
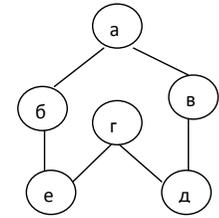
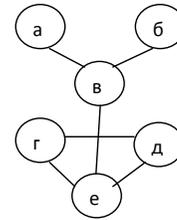
6.



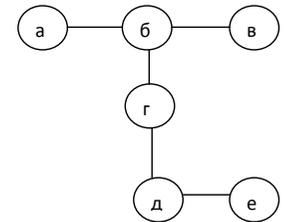
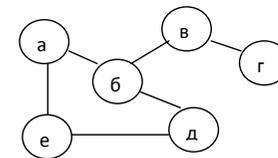
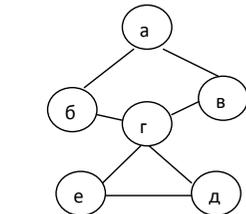
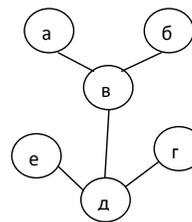
7.



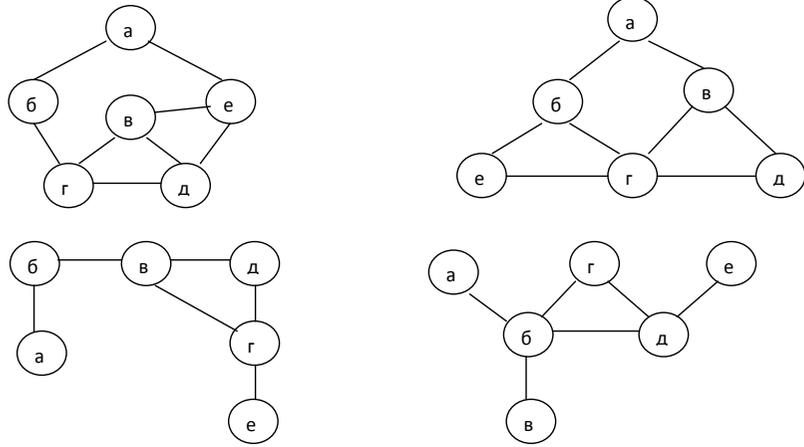
8.



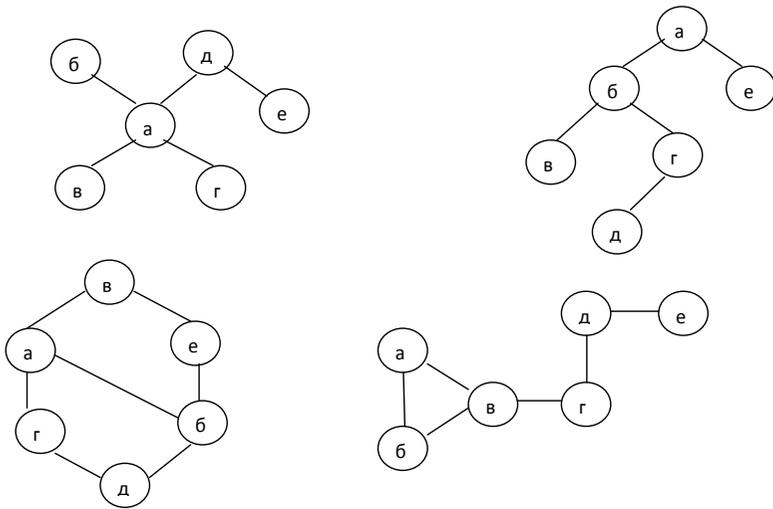
9.



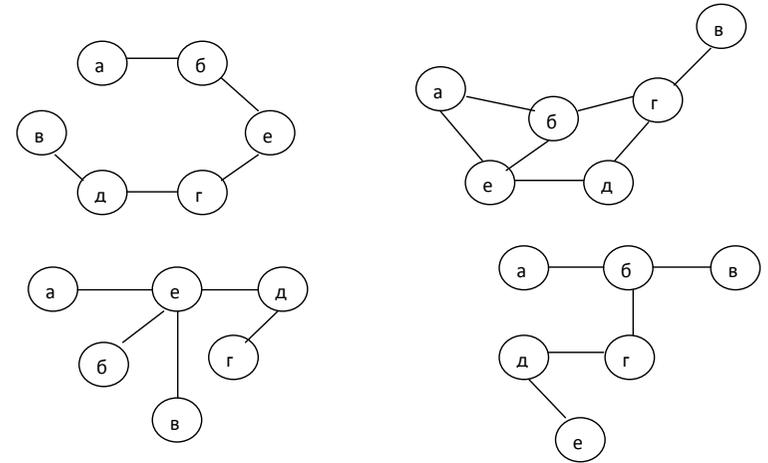
10.



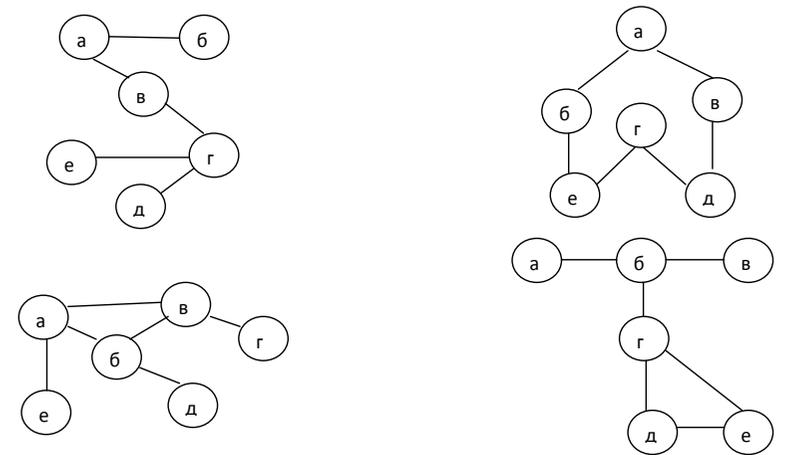
11.



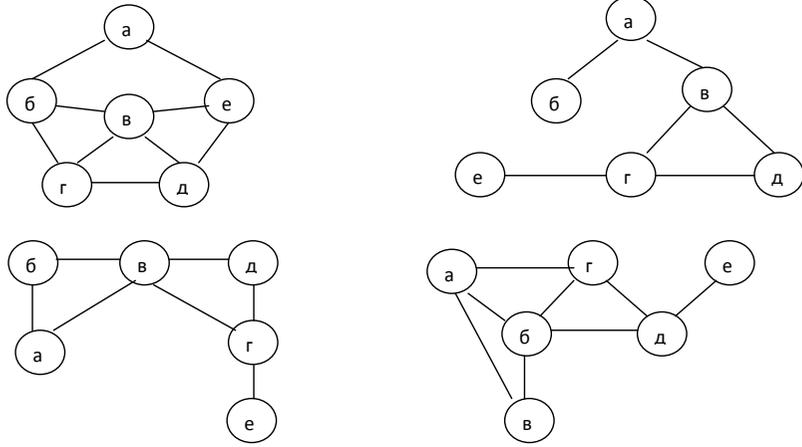
12.



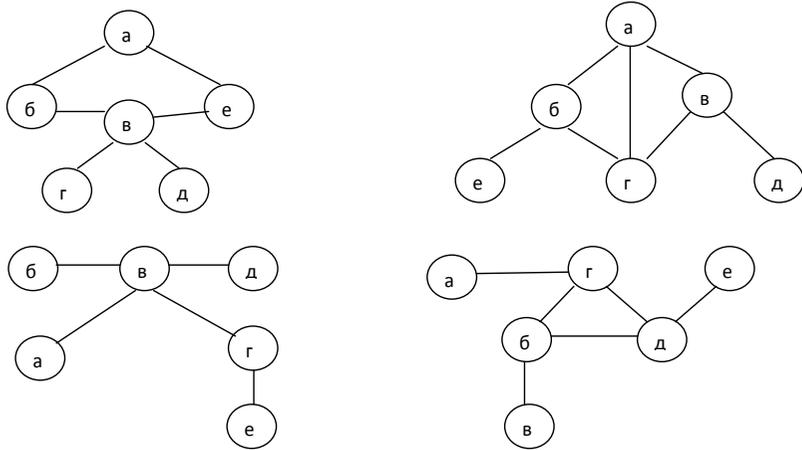
13.



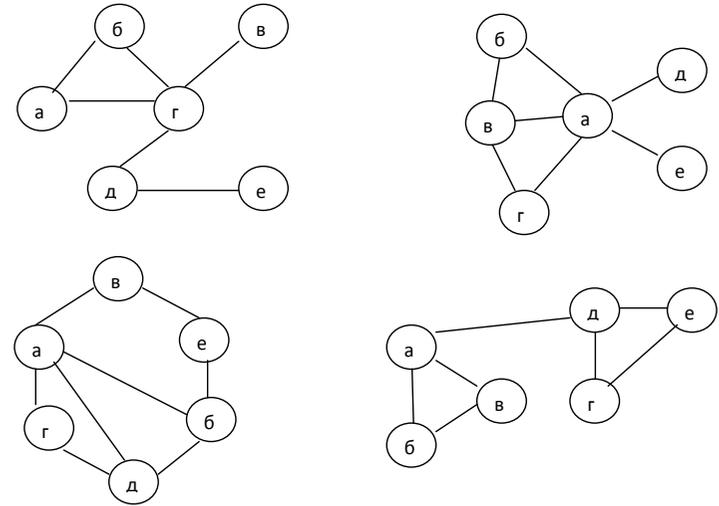
14.



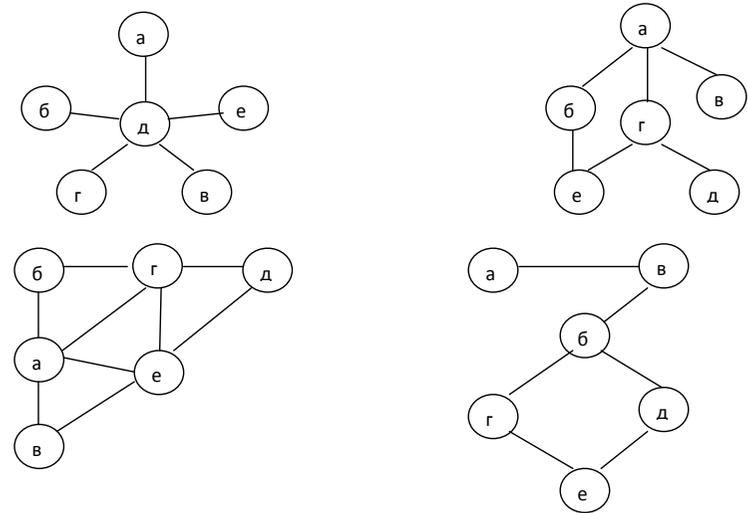
15.



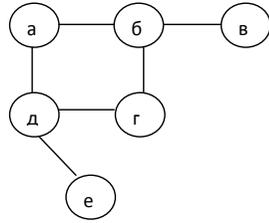
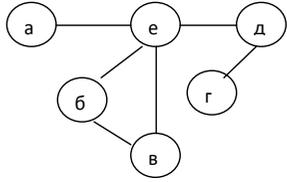
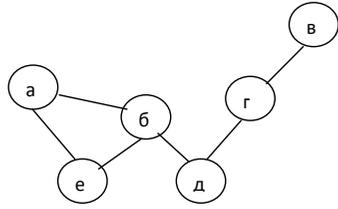
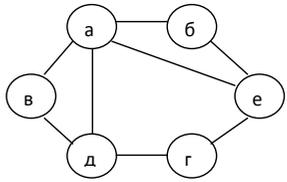
16.



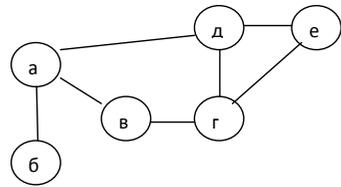
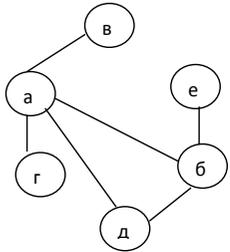
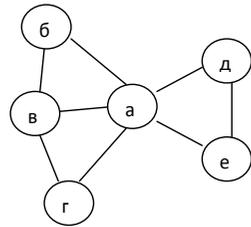
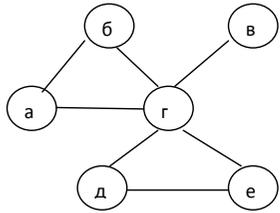
17.



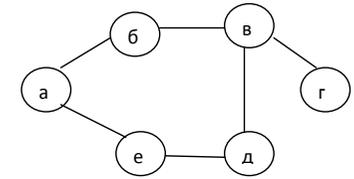
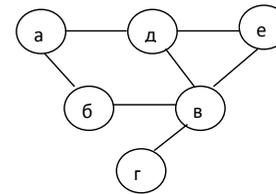
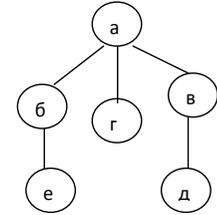
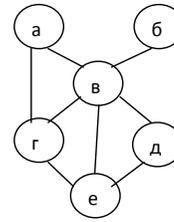
18.



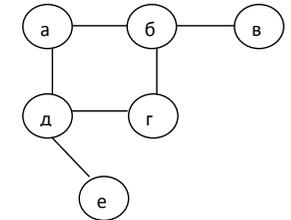
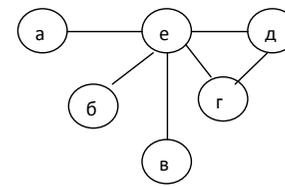
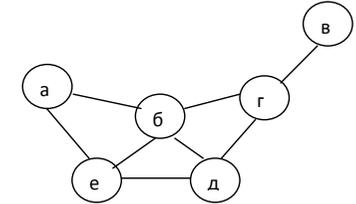
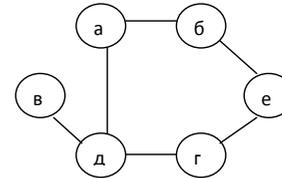
19.



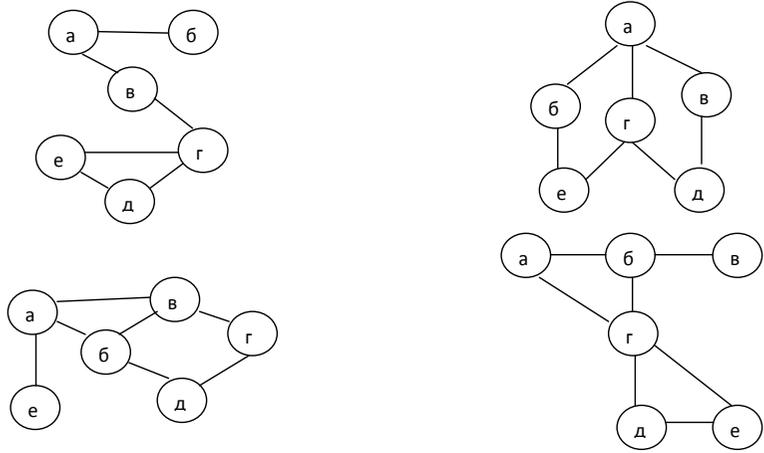
20.



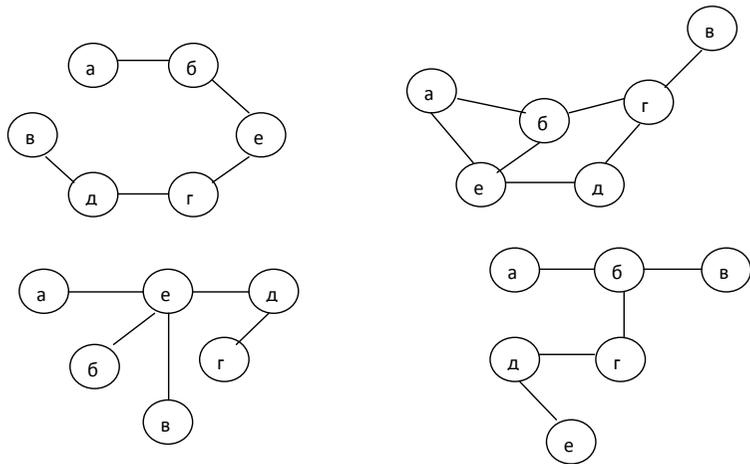
21.



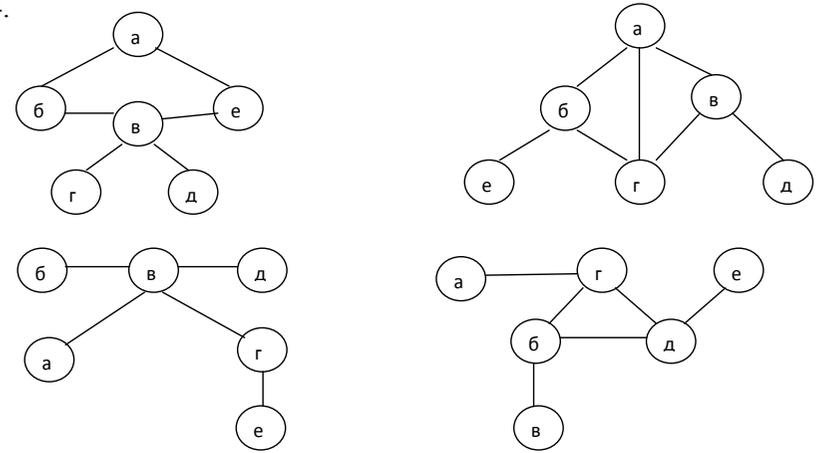
22.



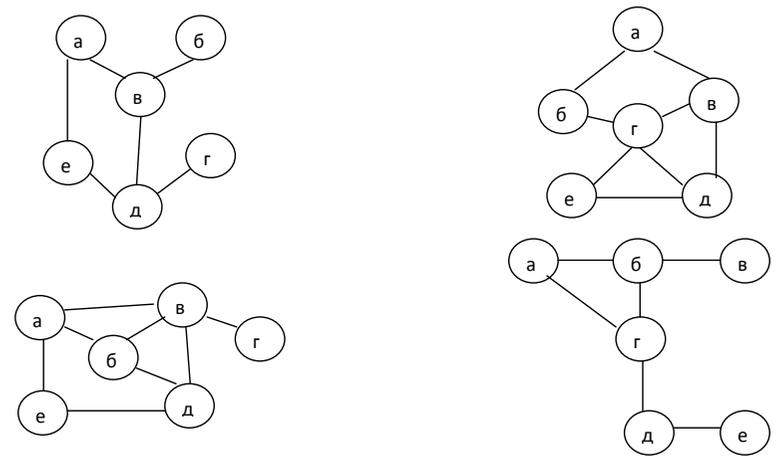
23.



24.



25.



Тема 5. Движение систем. Оценка устойчивости динамических систем

Теоретическая часть

Под *движением системы* понимается последовательное изменение ее состояний во времени. Если состояние системы в момент времени t_0 описывается вектором X_0 , а состояние в момент времени t_1 – вектором X_1 , то, следовательно, система совершила переход из состояния X_0 в состояние X_1 .

Переход системы из одного состояния в другое совершается по закону, который можно математически описать. Этот закон называется *оператором*. Переменные, которые подвергаются влиянию оператора, *называются операндами*, а новые переменные, характеризующие новое состояние системы – *образом*. Следовательно, движение системы можно последовательно описать, используя схему: оператор – операнд – образ. Например, на перерабатывающем предприятии под воздействием труда и определенной технологии молоко превращается в готовую продукцию: сыр, масло, кефир. Здесь оператором является технологический процесс, операндом – молоко, а образом – сыр, масло, кефир. Переход множества операндов во множество образов под воздействием некоторого оператора называется *преобразованием* системы.

Для описания состояний системы используют словесный, табличный и матричный способы. Также иногда можно найти математические выражения, описывающие закономерности движения системы.

Одна из важнейших характеристик движения динамических систем – понятие устойчивости. *Устойчивость* – постоянство состояний системы во времени в процессе ее преобразования. Систему можно считать устойчивой к изменению условий окружающей среды, если отклонение некоторых параметров системы от заданных значений не превышают предельно допустимых величин. При этом система, устойчивая по некоторому свойству поведения, по-другому может быть и неустойчивой.

Для того чтобы узнать, устойчива система к изменениям окружающей среды или нет, необходимо выяснить закономерность развития системы во времени под влиянием некоторых факторов, определить границы отклонений значений и оценить устойчивость данной тенденции развития. Данное исследование проведем на конкретной динамической системе.

Допустим, имеются данные по динамике урожайности зерновых в России за последние 20 лет, представленные в таблице 5. Необходимо выявить общую тенденцию изменения урожайности, построив линейный тренд, а затем оценить устойчивость ряда.

Таблица 5

Динамика урожайности зерновых в России, ц/га

Год	Урожайность	Год	Урожайность
2004	12,9	2015	18,1
2005	16,5	2015	19,8
2006	9,4	2016	23,8
2007	11,7	2017	22,7
2008	14,4	2018	18,3
2009	18	2019	22,4
2010	18,2	2020	18,3
2011	16	2021	22
2012	17,8	2022	24,1
2013	17,9	2023	23,7

Урожайность в динамике изменяется под влиянием двух групп факторов:

1. Систематически действующие в течение всего периода факторы интенсификации, которые определяли общую тенденцию роста урожайности.

2. Групповой фактор, имеющий случайный характер (погодные условия конкретных лет).

Именно вторая группа факторов – условия хозяйственного года – обуславливает отклонение урожайности от заложенной в ряду динамики тенденции в ту или иную сторону.

Найдем аналитическое выражение закономерности развития ряда динамики и построим линию тренда способом наименьших квадратов, воспользовавшись функцией построения графиков в MS Excel (рис.2).

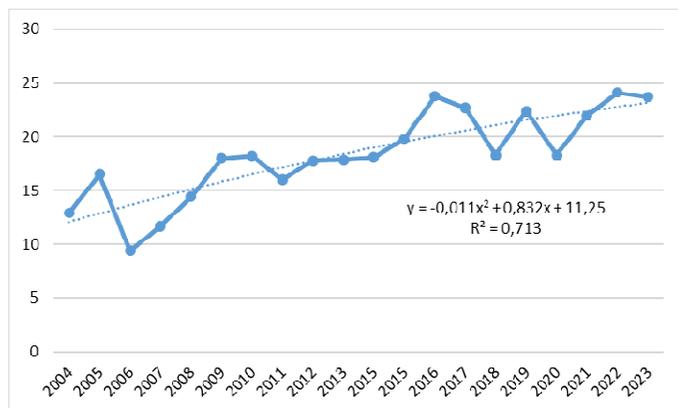


Рис. 2. Динамика урожайности зерновых в России за 2004–2023 гг., ц/га

Таким образом, основная тенденция выражается следующим уравнением тренда $y = -0,011x^2 + 0,832x + 11,25$. Содержательный смысл данной кривой заключается в том, что если бы на урожайность зерновых не влияли никакие случайные факторы, то динамика развивалась бы по данной кривой. Но наблюдаются отклонения данных фактического ряда урожайности от данных, рассчитанных по уравнению тренда, то в большую, то в меньшую сторону (табл. 6).

Таблица 6

**Фактическая и вычисленная по уравнению тренда
урожайность зерновых в России**

Год	Урожайность, ц/га		Отклонения от тренда	Год	Урожайность, ц/га		Отклонения от тренда
	фактическая	вычисленная			фактическая	вычисленная	
2004	12,9	12,07	0,83	2014	18,1	12,07	6,03
2005	16,5	12,87	3,63	2015	19,8	12,87	6,93
2006	9,4	13,65	-4,25	2016	23,8	13,65	10,15
2007	11,7	14,40	-2,70	2017	22,7	14,40	8,30
2008	14,4	15,14	-0,73	2018	18,3	15,14	3,17
2009	18	15,85	2,15	2019	22,4	15,85	6,55
2010	18,2	16,54	1,67	2020	18,3	16,54	1,77
2011	16	17,20	-1,20	2021	22	17,20	4,80
2012	17,8	17,85	-0,05	2022	24,1	17,85	6,25
2013	17,9	18,47	-0,57	2023	23,7	18,47	5,23

Чтобы оценить значимость отклонений с точки зрения устойчивости, необходимо ввести норматив: какой процент отклонения от тренда считается допустимым. Отклонения в $\pm 10\%$ от линии тренда можно считать допустимым, поскольку отклонения такой величины не настолько велики, чтобы вызвать пересмотр имеющихся технологий производства (рис. 3).

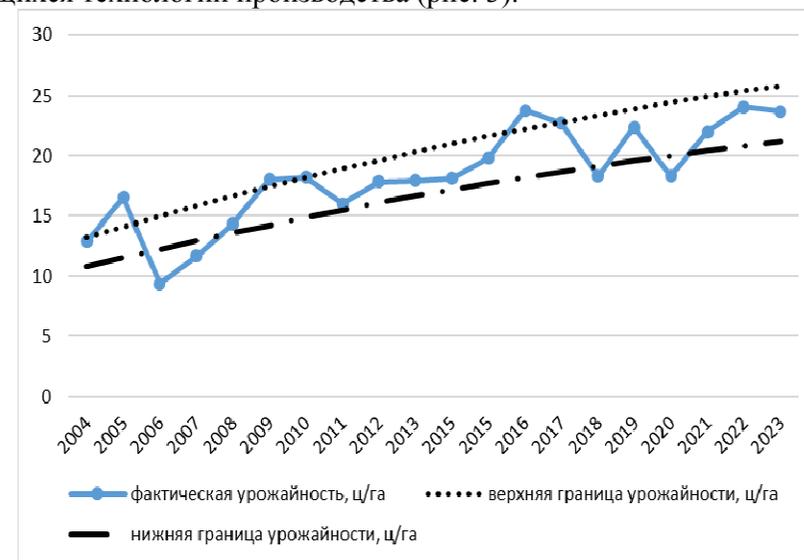


Рис. 3. Границы изменения урожайности зерновых в России

Условия года, когда фактическая урожайность не выходит за пределы указанных границ, будем считать средними. Если же фактическая урожайность выше допустимой, то такой год будет считаться благоприятным, ниже – неблагоприятным (табл. 7).

По последнему столбцу таблицы 7 можно провести группировку наблюдаемых в динамике лет. Из таблицы следует, что 4 года были благоприятными, 12 лет – средними и 4 года – неблагоприятными. По этим данным можно определить статистические вероятности: в России для выращивания зерновых 20% лет можно считать благоприятными, 60% - средними и 20% - неблагоприятными. Эти показатели позволяют сделать вывод об устойчивости основной тенденции развития динамической системы.

Таблица 7

**Расчет границ отклонений фактических значений
урожайности от тренда, ц/га**

Год	Урожайность фактическая	Урожайность, вычисленная по тренду	Границы доступных отклонений		Условия года
			верхняя граница	нижняя граница	
1	12,9	12,07	13,28	10,86	С
2	16,5	12,87	14,16	11,58	Б
3	9,4	13,65	15,01	12,28	Н
4	11,7	14,40	15,84	12,96	Н
5	14,4	15,14	16,65	13,62	С
6	18	15,85	17,43	14,26	Б
7	18,2	16,54	18,19	14,88	Б
8	16	17,20	18,92	15,48	С
9	17,8	17,85	19,63	16,06	С
10	17,9	18,47	20,32	16,62	С
11	18,1	19,07	20,98	17,16	С
12	19,8	19,65	21,62	17,69	С
13	23,8	20,21	22,23	18,19	Б
14	22,7	20,74	22,82	18,67	С
15	18,3	21,26	23,38	19,13	Н
16	22,4	21,75	23,92	19,57	С
17	18,3	22,22	24,44	19,99	Н
18	22	22,66	24,93	20,40	С
19	24,1	23,09	25,40	20,78	С
20	23,7	23,49	25,84	21,14	С

В данном случае 60% лет оказались внутри интервала отклонений, и лишь 40% наблюдений – за пределами интервала. Поскольку сам тренд и 10% отклонения включают в себя все технологические факторы, то можно утверждать, что отклонения урожайности от интервала являются результатом погодных условий. Следовательно, 40% неустойчивость тенденции изменения урожайности выражена в колебании погодных условий.

Возникает вопрос: какова же вероятность того, что после благоприятного года последует снова благоприятный и т.д. Для ответа на этот вопрос необходимо построить матрицу вероятностей переходов системы из одного состояния в другое (табл. 8).

Таблица 8

Матрица вероятностей переходов системы

	Б	С	Н	Всего переходов
Б	0,05 (1)	0,11 (2)	0,05 (1)	0,21 (4)
С	0,16 (3)	0,32 (6)	0,11 (2)	0,58 (11)
Н	0,00 (0)	0,16 (3)	0,05 (1)	0,21 (4)
Всего переходов	0,21 (4)	0,58 (11)	0,21 (4)	1,00 (19)

Из таблицы видно, что наибольшая статистическая вероятность наблюдается в случае перехода в средний год (0,58). Следовательно, с вероятностью в 58% можно утверждать, что в следующем году урожайность зерновых в России будет на среднем уровне. Данная методика рассмотрена в [3] источнике библиографического списка.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под движением систем?
2. Зависит ли эффективность управлению системой от ее структуры?
3. Проанализируйте схему движения систем.
4. Что такое «устойчивость системы»?
5. Почему «устойчивость системы» является основной характеристикой?
6. Какие системы называются динамическими?
7. Какими способами описываются системы?
8. Что такое «преобразование систем»?

Практическая часть

Из исходных данных по урожайности зерновых в России в 1812-2023 гг., представленных в таблице 9, выбрать интервал в 20

лет (табл. 10). Провести оценку устойчивости данного динамического ряда:

1. Построить линейную диаграмму динамики урожайности.
2. Построить уравнение полиномиального тренда второго порядка.
3. Вычислить ожидаемые по тренду значения урожайности.
4. Вычислить нижнюю и верхнюю границы изменения урожайности ($\pm 10\%$).
5. Оценить статистические вероятности средних, благоприятных и неблагоприятных лет.
6. Построить матрицу вероятностей переходов состояний системы.

Проанализировать полученные данные и оценить устойчивость системы.

Таблица 9

Исходные данные по урожайности зерновых в России в 1812-2023гг.

Годы	Урожайность, ц/га	Годы	Урожайность, ц/га
1812	4,9	1918	7,1
1813	3,9	1919	5,1
1814	4,2	1920	7,6
1815	4,5	1921	8,2
1816	4,7	1922	6,1
1817	4	1923	7,7
1818	4,1	1924	6,4
1819	3,5	1925	6,2
1820	4,1	1926	5,6
1821	4,2	1927	5,8
1822	4,9	1928	4,6
1823	3,8	1929	4,2
1824	4,1	1930	7
1825	4,5	1931	5,4
1826	5	1932	6,3
1827	4,9	1933	8,1
1828	4,1	1934	8,2
1829	3,9	1935	7,2
1830	3,8	1936	8
1831	3,5	1937	6,9

Годы	Урожайность, ц/га	Годы	Урожайность, ц/га
1832	4,3	1938	7,8
1833	4,3	1939	6
1834	4,5	1940	6,8
1835	4,4	1941	8,3
1836	4,7	1942	9,1
1837	4,6	1943	6,8
1838	3,5	1944	5
1839	3,9	1945	9,6
1840	3,4	1946	6,7
1841	2,9	1947	6,8
1842	4,4	1948	7,9
1843	4,8	1949	6,6
1844	5	1950	4,4
1845	4,8	1951	3,8
1846	4,8	1952	5,5
1847	3,2	1953	5
1848	2,2	1954	4,2
1849	4,1	1955	6,7
1850	5,3	1956	5,6
1851	5,3	1957	6,2
1852	4,6	1958	7,2
1853	4,2	1959	7
1854	4,1	1960	7,6
1855	4,4	1961	7,1
1856	3,3	1962	7,8
1857	4,9	1963	7,2
1858	3,5	1964	8,9
1859	4,9	1965	7,5
1860	4,7	1966	10,1
1861	4,4	1967	9,4
1862	4,3	1968	10,2
1863	3,2	1969	9,4
1864	4	1970	10,5
1865	4,8	1971	7,9
1866	5	1972	10,2
1867	3,5	1973	8,5
1868	4,6	1974	12,6
1869	4,3	1975	11,3
1870	4,3	1976	14
1871	5,2	1977	11,4

Годы	Урожайность, ц/га	Годы	Урожайность, ц/га
1872	4	1978	14,8
1873	3,7	1979	13,8
1874	4,7	1980	11,8
1875	3,8	1981	15,8
1876	4,6	1982	13,7
1877	4,9	1983	9,4
1878	5,6	1984	15,4
1879	4,3	1985	13
1880	4,7	1986	16,5
1881	4,8	1987	11,2
1882	5,3	1988	12,9
1883	4,1	1989	10
1884	4,7	1990	13,6
1885	5,2	1991	14,8
1886	5,5	1992	12,2
1887	4,6	1993	14,5
1888	4,4	1994	15,9
1889	5,7	1995	14,8
1890	5,2	1996	14,2
1891	4,9	1997	16,1
1892	5,2	1998	18,5
1893	4,4	1999	14,4
1894	5,2	2000	17,2
1895	5,9	2001	16,3
1896	5,7	2002	14,4
1897	4,4	2003	11,6
1898	5	2004	12,9
1899	4	2005	16,5
1900	4,9	2006	9,4
1901	6,8	2007	11,7
1902	6,9	2008	14,4
1903	6,1	2009	18
1904	6,1	2010	18,2
1905	5	2011	16
1906	5,8	2012	17,8
1907	6,6	2013	17,9
1908	6,1	2014	18,1
1909	5	2015	19,8
1910	7	2016	23,8
1911	6,3	2017	22,7

Годы	Урожайность, ц/га	Годы	Урожайность, ц/га
1912	7,4	2018	18,3
1913	5,9	2019	22,4
1914	4,9	2020	18,3
1915	5,9	2021	22
1916	6,1	2022	24,1
1917	7,7	2023	23,7

Индивидуальные задания

Таблица 10

Варианты заданий

Номер варианта	Временной интервал	Номер варианта	Временной интервал
1	1812-1831 гг.	14	1877-1896 гг.
2	1817-1836 гг.	15	1907-1926 гг.
3	1822-1841 гг.	16	1914-1933 гг.
4	1827-1946 гг.	17	1924-1943 гг.
5	1832-1851 гг.	18	1934-1953 гг.
6	1837-1856 гг.	19	1939-1958 гг.
7	1842-1861 гг.	20	1944-1963 гг.
8	1847-1866 гг.	21	1954-1973 гг.
9	1852-1871 гг.	22	1959-1978 гг.
10	1857-1876 гг.	23	1964-1983 гг.
11	1862-1881 гг.	24	1974-1993 гг.
12	1867-1886 гг.	25	1984-2003 гг.
13	1872-1891 гг.	26	1989-2008 гг.

Тема 6. Научная проблема как система**Теоретическая часть**

Системный подход позволяет представлять в форме системы любые научные проблемы. Он объясняет функционирование объекта как единого целого посредством его расчленения на отдельные элементы и анализа связей между ними, дает возможность оценивать влияние отдельных элементов и связей на результаты функционирования.

Общую схему представления научной проблемы как системы рассмотрим на примере конкретной научной проблемы. Допустим, нам необходимо провести исследование проблемы разработки мероприятий по преодолению кризиса молочного скотоводства в регионе.

Прежде чем решить проблему, ее необходимо сформулировать и научно обосновать. Для этого требуется сформировать *ядро проблемы*, ответив на следующие вопросы:

- существует ли проблема;
- актуальна ли проблема;
- какова история возникновения проблемы;
- какова связь проблемы с другими;
- какова степень изученности проблемы;
- разрешима ли проблема;
- чьи интересы затрагивает решение данной проблемы.

Применительно к нашей проблеме разработки мероприятий по преодолению кризиса молочного скотоводства региона кратко *ядро проблемы* можно охарактеризовать следующим образом:

- *Существование и актуальность проблемы.* Кризисные явления в отраслях сельскохозяйственного производства стали закономерным следствием просчетов в стратегии и тактике аграрной реформы, начатой в 1991 г., вызвавших серьезные диспропорции в АПК, потерю большинством сельскохозяйственных товаропроизводителей финансовой устойчивости, ухудшение уровня жизни населения. В связи с этим становится актуальным совершенствование методологии разработки таких стратегий управления экономической устойчивостью отраслей сельскохозяйственного производства, которые будут активно способствовать преодолению экономического кризиса.

- *История возникновения проблемы:* Первый периодический кризис произошел в Англии в 1825 г., где к тому времени капитализм стал господствующим строем. Следующий кризис в 1836 г. охватил Великобританию и США. Кризис 1847 г. охватил почти все страны Европы. Первый же мировой экономический кризис относится к 1857 г. и характеризуется глубочайшим разрушительным действием на экономику. Кризис 1873–1878 гг. настал во многих европейских странах и США и превысил ранее случавшиеся по длительности. Мировые экономические кризисы происходили в 1900–1903 гг., 1907 г., 1920 г., но самым тяжелым и глубоким стал мировой кризис 1929–1933 гг., отличавшийся невиданными ранее масштабами банкротств. В 1937 г. наступил новый кризис, не столь сильный, как прошлый, но развивался он весьма болезненно. Развитие и обострение этого кризиса было прервано второй мировой войной 1939–1945 гг. После второй мировой войны в 1948–1949 гг. разразился локальный экономический кризис, затронувший Канаду и США. Очередные экономические кризисы в капиталистических странах происходили в 1953, 1954, 1957 и 1958 гг. Самым глубоким в послевоенный период был экономический кризис 1973–1975 гг., который коснулся всех капиталистических стран и характеризовался резким ростом уровня инфляции. Последний мировой финансово-экономический кризис разразился в 2008–2009 гг. Реакция на кризис в развитых странах была практически одинаковой: огромные финансовые вливания в экономику и резкое снижение учетной ставки. В России этот кризис оказался более разрушительным, чем в большинстве других стран. Чтобы остановить рост инфляции, правительство сжимало денежную массу и повышало ставки рефинансирования (с 10% до 13%), что привело к дефициту финансовых ресурсов внутри страны, а дефицит бюджета, возникший из-за мер финансовой поддержки банковского сектора, привёл к существенному росту зарубежного долга. Слабая инвестиционная активность в российской экономике, затруднившая выход из кризиса, обусловлена отсутствием системы рефинансирования, дефицитом собственных финансовых средств у предприятий, и высокой ценой кредита. От дефицита финансовых средств больше других пострадали сельскохозяйственные предприятия, для

которых характерны длительный производственный цикл и сравнительно медленная оборачиваемость оборотного капитала.

- *Связь с другими проблемами:* Проблема разработки мероприятий по преодолению кризиса тесно связана и с другими экономическими проблемами. В их числе проблемы оптимизации расходов, повышения рентабельности производства, выявления и использования внутренних резервов производства, сохранения ресурсного потенциала сельского хозяйства, упрощения доступа к кредитам, привлечения высококвалифицированных специалистов, повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и др.

- *Степень изученности:* Данные вопросы всегда были предметом внимания как центральных, так и местных российских органов власти. Однако последние правительственные реформы привели сельскохозяйственные предприятия к глубокому системному кризису. По мнению многих авторов (И.Х. Ансоффа, С.С. Бузановского, В.А. Барина, С.Г. Беляева, В.Л. Бойко, Н.А. Горелова, А.П. Градова, А.Г. Грязновой, С.И. Ксенофонтова, О.В. Кожевиной, Э.М. Короткова, В.А. Кундиуса, В.А. Самородского, А.С. Титкова, И.А. Хлусовой, Л.И. Чистоходовой и др.), причинами кризиса стали ослабление государственного регулирования и поддержки сельского хозяйства, отсутствие научной концепции реформирования и непродуманность аграрных преобразований. Однако в имеющихся исследованиях не в полной мере отражена специфика кризисной ситуации в молочном скотоводстве, отличающаяся тяжёлыми социальными проблемами, системным нарушением воспроизводственного процесса из-за нескоординированных реформ, передела собственности, возможностью вовлечения в производственный процесс ресурсов, высвободившихся вследствие предшествующего спада сельскохозяйственного производства.

- *Разрешима ли проблема:* Данная проблема вполне разрешима как с точки зрения наличия трудовых, материальных и финансовых ресурсов, так и имеющихся методологических подходов. В качестве методологической базы можно использовать системный и комплексный подходы, которые предполагают постановку и структуризацию исследуемой проблемы. Кроме того, применить абстрактно-логический, расчетно-конструктивный, экономико-

статистические методы, методы математического моделирования и синтеза систем. Экономико-математическое моделирование применяется для обоснования мероприятий по преодолению кризиса в молочном скотоводстве.

- *Чьи интересы затрагивает:* В настоящее время многие сельскохозяйственные предприятия находятся в кризисной ситуации, поэтому решение данной проблемы затрагивает интересы как органов власти, так и руководителей сельскохозяйственных предприятий.

Наиболее сложным и ответственным является этап *структуризации* проблемы, который охватывает теоретико-методологический, качественно-аналитический, количественно-аналитический и прикладной аспекты.

Теоретико-методологический аспект проблемы разработки мероприятий по преодолению кризиса охватывает *категории, методологию, методы и гипотезы* исследования.

Так как антикризисные мероприятия являются неотъемлемой частью антикризисного управления и регулирования и входят в состав антикризисных программ, *категорийный аппарат* исследуемой проблемы заимствуется из теории антикризисного управления и регулирования.

Разработка *категорийного аппарата* проблемы предполагает:

1. Выяснение сущности экономических и аграрных кризисов.
2. Логический анализ фаз развития кризиса, его исторической обусловленности, отношения к кризисным явлениям, и уточнение соответствующего понятийного аппарата.
3. Определение сущности антикризисного управления и антикризисного регулирования предприятий АПК.

Методология проблемы разработки мероприятий по преодолению кризиса включает вопросы познаваемости и обоснованности свойств системы управления в АПК в целом и антикризисного управления, в частности; конкретные стратегии антикризисного регулирования (в том числе государственного); приёмы и методы преодоления кризиса на сельскохозяйственных предприятиях; приёмы и методы реагирования государства на кризисные явления.

Система методов разработки мероприятий по преодолению кризиса включает следующие структурные элементы: источники

данных о развитии кризиса и возможностях его преодоления: политических, организационных, управленческих, финансовых, технологических, материальных, кадровых, социальных; совокупность методов контроля и предварительной обработки (структуризации) данных; экономико-математические модели оптимизации традиционных видов деятельности сельскохозяйственного предприятия с высвобождением ресурсов с учетом антикризисных мероприятий; алгоритмы или модели обоснования проектов использования высвободившихся ресурсов с опорой на средства государственной поддержки.

Чтобы в дальнейшем можно было исследовать количественно-аналитический и прикладной аспекты проблемы, необходимо, опираясь на общенаучные методы познания, разработать специфические методики исследования проблемы разработки мероприятий по преодолению кризиса. Для этого целесообразно сформулировать *систему гипотез*, которая охватывает предполагаемые связи между элементами системы, а также предположения об эффекте антикризисных мероприятий в целом и государственной поддержки в их контексте, основанные на положениях теории антикризисного управления. Проверка сформулированных гипотез, в зависимости от их характера, степени формализуемости и общности, наполняет содержанием (наряду с другими аналитическими задачами) качественно-аналитический либо количественно-аналитический аспекты проблемы.

Качественно-аналитический аспект проблемы охватывает *генезис, структуру и свойства* исследуемого предмета.

Для разработки научно обоснованных антикризисных мероприятий необходимо исследовать причины и обстоятельства, порождающие и возрождающие проблему антикризисного управления во взаимосвязи с видоизменением и усложнением причин возникновения кризисов на сельскохозяйственных предприятиях. В этом состоит *генезис* проблемы разработки мероприятий по преодолению кризиса.

Структуризация и выявление *свойств* объектов, к которым относится решаемая научная проблема – необходимые условия её успешного решения. Эти составляющие качественно-аналитического аспекта проблемы определяют возможности постановки и решения синтетических задач, позволяющих изменить

структуру и наделять исследуемые объекты новыми *свойствами*, необходимыми для преодоления кризисных явлений на предприятиях благодаря разработке и реализации антикризисной программы.

Количественно-аналитический аспект проблемы разработки мероприятий по преодолению кризиса охватывает *уровни, тенденции и закономерности*.

В качестве структурных элементов здесь выступают соответствующие *уровни* исследования проблемы:

- количественное определение влияния кризиса на сельскохозяйственное производство;
- изучение тенденций развития молочного скотоводства;
- установление факторов, влияющих на изменение уровня продуктивности сельскохозяйственных животных;
- выявление закономерностей развития молочного скотоводства;
- количественная оценка ожидаемого влияния антикризисных мероприятий в молочном скотоводстве.

Количественный анализ экономического состояния и тенденций развития сельскохозяйственных организаций позволяет выявить *тенденции и закономерности* развития кризиса в сельскохозяйственных организациях для разработки и обоснования антикризисных мероприятий и на основе проведенных исследований разработать систему принятия решений, направленных на преодоление кризиса, дифференцируемых по задачам антикризисного управления в условиях кризиса.

Прикладной аспект проблемы представляет собой *рекомендации, мероприятия и решения*, которые мы получаем в качестве результата исследования.

Данный аспект обеспечивает решение вопросов, которые формируются на этапе обоснования актуальности проблемы: разработка действенного механизма отбора и обоснования необходимых антикризисных мероприятий, который обеспечил бы их успешную реализацию на каждом сельскохозяйственном предприятии в целях повышения эффективности молочного скотоводства.

Таким образом, *рекомендациями* по повышению эффективности молочного скотоводства за счет реализации мероприятий региональной программы является разработка научно обоснован-

ной стратегии противодействия последствиям кризиса. При этом необходимо провести *мероприятия* по обоснованию перспективного плана посткризисного развития молочного скотоводства в сельскохозяйственных организациях с применением мероприятий антикризисной программы и по разработке проектов по использованию ресурсов, высвободившихся в результате оптимизации традиционных видов деятельности.

Решением данной проблемы является разработка комплекса экономико-математических моделей, который позволит научно обосновать перспективные пути преодоления последствий воздействия кризиса на сельскохозяйственное производство и предотвращение сокращения ресурсного потенциала в результате повышения эффективности производства за счет мероприятий антикризисной программы.

Следовательно, проблему разработки мероприятий по преодолению кризиса молочного скотоводства можно отразить в виде спирально-иерархической структуры, представленной на рис.3. Широкие стрелки, образующие спираль, отражают логическую последовательность исследования; тонкие сплошные – информационные потоки, конкретизирующие содержание каждого элемента проблемы; пунктирные – обратные связи, то есть информационные потоки, вследствие которых меняются знания о состоянии ядра проблемы.

Ознакомиться со структуризацией других научных проблем можно во [2, 3, 5] источниках библиографического списка литературы.

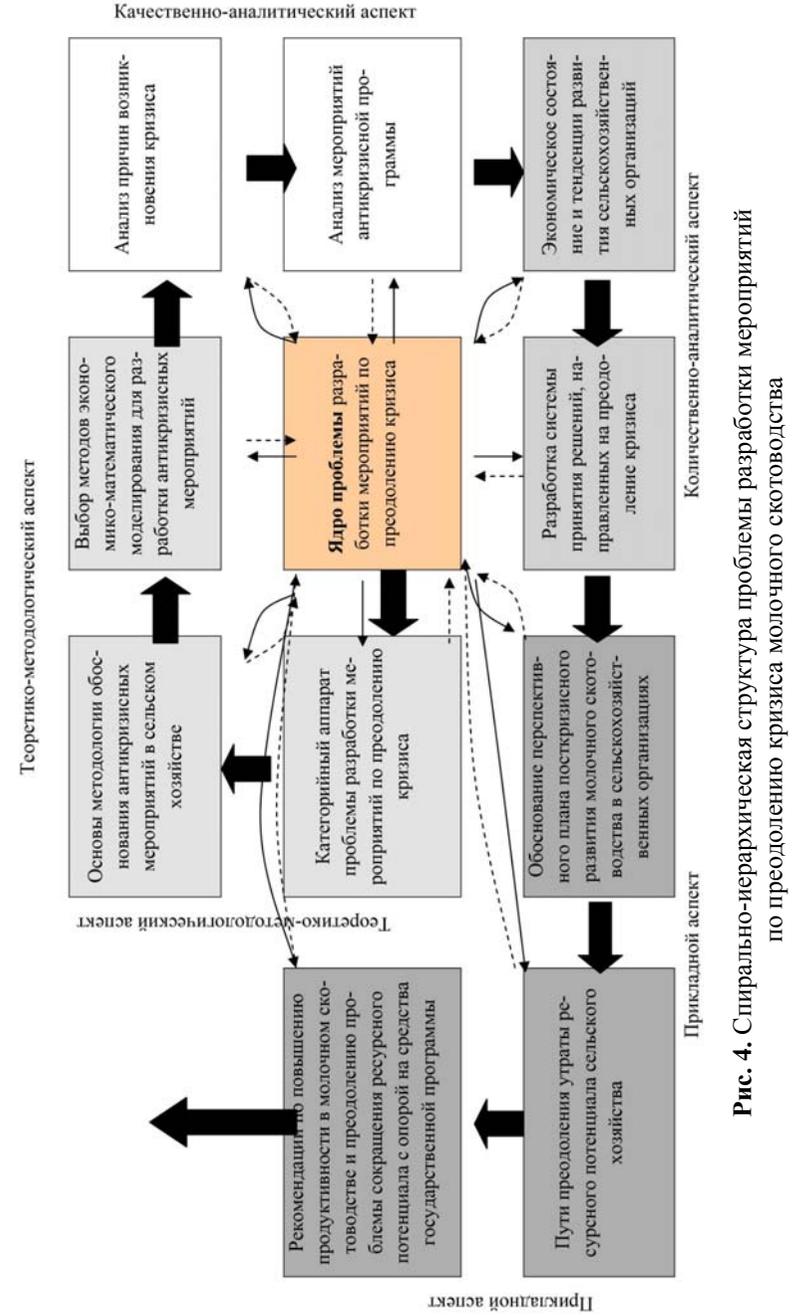


Рис. 4. Спирально-иерархическая структура проблемы разработки мероприятий по преодолению кризиса молочного скотоводства

Контрольные вопросы

1. Что такое научная проблема?
2. Назовите основные аспекты структуризации научной проблемы.
3. Как формируется ядро проблемы?
4. Что охватывает теоретико-методологический аспект исследования проблемы?
5. На каком этапе рассматривается генезис, структура и свойства исследуемого объекта?
6. В чем заключается сущность количественно-аналитического и прикладного аспектов исследования научной проблемы?

Практическая часть

Руководствуясь методическими указаниями к теме, представить либо одну из приведенных научных проблем, либо проблему, исследуемую студентом в выпускной квалификационной работе, как систему в виде спирально-иерархической структуры.

Индивидуальные задания

1. Проблема поддержания оптимального размера оборотного капитала на сельскохозяйственном предприятии.
2. Проблема сокращения затрат на производство молока.
3. Проблема снижения коммерческих рисков в сельскохозяйственной организации.
4. Проблема снижения уровня кредиторской задолженности в сельскохозяйственной организации.
5. Проблема мотивации персонала на сельскохозяйственном предприятии.
6. Проблема информационного обеспечения управления сельскохозяйственной организацией.
7. Проблема роста выручки от реализации сельскохозяйственной продукции.
8. Проблема организации службы маркетинга на предприятии АПК.
9. Проблема повышения эффективности маркетинговых решений в организации АПК.
10. Проблема управления конкурентоспособностью продукции организации АПК.

11. Проблема разработки товарной стратегии для организации АПК.

12. Проблема организации управления ценовой политикой предприятия АПК.

13. Проблема организации управления распределением товаров в системе АПК.

14. Проблема совершенствования кормовой базы.

15. Проблема совершенствования отрасли картофелеводства в организации.

16. Проблема разработки мероприятий по оптимизации производственно-отраслевой структуры сельскохозяйственной организации.

17. Проблема разработки мероприятий по оптимальному бюджетированию в организации АПК.

18. Проблема совершенствования организации и материального стимулирования труда работников сельскохозяйственного производства.

19. Проблема повышения эффективности отрасли овощеводства.

20. Проблема рационального использования оборотных средств на сельскохозяйственном предприятии.

Тема 7. АПК как сложная иерархическая система. Взаимодействие II и III сфер АПК

Теоретическая часть

Агропромышленный комплекс имеет сложную иерархическую структуру. При этом иерархические структуры можно построить по различным признакам.

1. Функционально-отраслевая структура.

Общепринято выделять три сферы АПК:

- I. Все отрасли народного хозяйства, поставляющие средства производства для II сферы АПК (тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, комбикормовая промышленность и т.д.).
- II. Сельское хозяйство.
- III. Переработка сельскохозяйственной продукции (мясная, рыбная, молочная и т.д. промышленности).

Три сферы связаны между собой определенной инфраструктурой.

Инфраструктура – это совокупность отраслей по обслуживанию производства, назначение которых – создание нормальных условий функционирования, путем оказания услуг по транспортировке, хранению, распределению, реализации, информационному обеспечению и т.д.

2. Продуктовая структура (свеклосахарный, зернопродуктовый, мясной, молочный, плодовоовощной подкомплексы и др.).

3. Территориально-производственная структура, включающая региональный аспект.

4. Организационно-управленческая (институциональная) структура, включающая различные организационно-хозяйственные формы, имеющие юридическую особенность и разные формы собственности.

5. Социально-экономическая структура.

Взаимодействие II и III сфер АПК представляет большой интерес как для руководителей сельскохозяйственных организаций, так и для перерабатывающей промышленности. Анализ данного взаимодействия позволяет определить резервы для повышения экономической эффективности предприятий.

Моделирование взаимодействия II и III сфер АПК

Постановка задачи:

Необходимо определить направления оптимального развития перерабатывающих отраслей сельскохозяйственной продукции в регионе и их сырьевой базы:

1. Объемы производства основных видов продукции перерабатывающей промышленности в регионе.
2. Объемы производства сельскохозяйственного сырья для переработки.
3. Объемы потребности населения в готовой продукции.
4. Объемы экспорта готовой продукции.
5. Затраты на производство и переработку продукции.
6. Выручку от реализации готовой продукции.

Критерий оптимальности:

Максимум прибыли от реализации готовой продукции.

Исходная информация:

Таблица 11

Информация по сельскохозяйственным организациям

Ресурс	Цены, руб./кг	Объемы, т
молоко	12	650
мясо КРС	150	100
пшеница	8	250
овес	6	100

Таблица 12

Информация по перерабатывающим предприятиям

Продукция	Цена населению, руб./кг	Затраты, руб./кг	Затраты сырья, т/т	Мощности, т	Потребность населения, т	Цена на экспорт, руб./кг
комбикорм	10,5	1,6	0,8	150	70	11,0
пшеница			0,2			
отруби пшеничные	9,5	1,4	1,1	100	50	10,0
пшеница	10	1,5	1,01	120	80	10,5
овес	8	1,2	1,01	80	30	8,4

Продукция	Цена населению, руб./кг	Затраты, руб./кг	Затраты сырья, т/т	Мощности, т	Потребность населения, т	Цена на экспорт, руб./кг
молоко	50	7,5	0,9	280	150	52,5
масло	250	37,5	22	17	10	262,5
сыр	350	52,5	12	3,5	2,2	367,5
кефир	40	6,0	1,01	180	150	42,0
колбаса	200	30,0	0,8	90	70	210,0
тушенка	228	34,2	0,7	50	30	239,4

Система переменных:

$x_1 = (x_{1rsj})$ – вектор поставок сырья j -го вида сельхозпредприятиями r -ой территории перерабатывающим предприятиям s -ой территории, т

- x_1 – молоко;
- x_2 – мясо КРС;
- x_3 – пшеница;
- x_4 – овес.

$x_2 = (x_{2skm})$ – вектор выпуска готовой продукции k -го вида на m -ом предприятии, расположенном на s -ой территории, т

- x_5 – молоко;
- x_6 – масло;
- x_7 – сыр;
- x_8 – кефир;
- x_9 – колбаса;
- x_{10} – тушенка;
- x_{11} – комбикорм;
- x_{12} – отруби;
- x_{13} – пшеница;
- x_{14} – овес.

$x_3 = (x_{3sk})$ – вектор потребности населения s -ой территории в k -ой готовой продукции, т

- x_{15} – молоко;
- x_{16} – масло;
- x_{17} – сыр;
- x_{18} – кефир;
- x_{19} – колбаса;

x_{20} – тушенка;

x_{21} – комбикорм;

x_{22} – отруби;

x_{23} – пшеница;

x_{24} – овес.

$x_4 = (x_{4k})$ – вектор экспорта k -ой готовой продукции, т

x_{25} – молоко;

x_{26} – масло;

x_{27} – сыр;

x_{28} – кефир;

x_{29} – колбаса;

x_{30} – тушенка;

x_{31} – комбикорм;

x_{32} – отруби;

x_{33} – пшеница;

x_{34} – овес.

x_{35} – затраты на производство готовой продукции, тыс. руб.

x_{36} – выручка от реализации готовой продукции, тыс. руб.

Система ограничений:

1. Производство сырья для перерабатывающей промышленности (m):

$$x_1 \leq b_{1rj}$$

b_{1rj} – вектор производства j -го сырья r -ми сельскохозяйственными предприятиями, т

1. Производство молока

$$x_1 \leq 600$$

2. Производства мяса КРС

$$x_2 \leq 100$$

3. Производство пшеницы

$$x_3 \leq 250$$

4. Производства овса

$$x_4 \leq 100$$

2. Потребление сырья перерабатывающими предприятиями (m):

$$x_1 \geq A_1 x_2$$

A_1 – матрица затрат j -го вида сельскохозяйственного сырья на единицу выпуска k -го вида готовой продукции, т/т

5. Потребление молока

$$x_1 - 0,9x_5 - 22x_6 - 12x_7 - 1,01x_8 \geq 0$$

6. Потребление мяса КРС

$$x_2 - 0,8x_9 - 0,7x_{10} \geq 0$$

7. Потребление пшеницы

$$x_3 - 0,8x_{11} - 1,1x_{12} - 1,01x_{13} \geq 0$$

8. Потребление овса

$$x_4 - 0,2x_{11} - 1,01x_{14} \geq 0$$

3. Баланс мощностей перерабатывающей промышленности (m):

$$x_2 \leq b_{2m}$$

b_{2m} – вектор мощностей m-го перерабатывающего предприятия, т

9. Мощности по производству молока

$$x_5 \leq 280$$

10. Мощности по производству масла

$$x_6 \leq 17$$

.....
18. Мощности по производству овса

$$x_{14} \leq 80$$

4. Потребность населения в готовой продукции (m):

$$x_3 \geq b_{3m}$$

b_{3m} – вектор потребности населения в m-ой готовой продукции, т

19. Потребность населения в молоке

$$x_{15} \geq 150$$

21. Потребность населения в масле

$$x_{16} \geq 10$$

.....
28. Потребность населения в овсе

$$x_{24} \geq 30$$

5. Реализация готовой продукции (m):

$$x_2 \geq x_3 + x_4$$

29. Реализация молока

$$x_5 - x_{15} - x_{25} \geq 0$$

30. Реализация масла

$$x_6 - x_{16} - x_{26} \geq 0$$

.....

38. Реализация овса

$$x_{14} - x_{24} - x_{34} \geq 0$$

6. Затраты на производство готовой продукции (тыс. руб.):

$$c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 = x_{35}$$

c_1 – вектор затрат на производство j-го сырья, тыс. руб.

c_2 – вектор затрат на производство k-го вида готовой продукции, тыс. руб.

c_3 – вектор затрат на реализацию k-го вида готовой продукции населению, тыс. руб.

c_4 – вектор затрат на экспорт k-го вида готовой продукции, тыс. руб.

$$12x_1 + 150x_2 + 8x_3 + 6x_4 + 7,5x_5 + 37,5x_6 + 52,5x_7 + 6x_8 + 30x_9 + 34,2x_{10} + 1,58x_{11} +$$

$$+ 1,43x_{12} + 1,5x_{13} + 1,2x_{14} - x_{35} = 0$$

7. Выручка от реализации готовой продукции (тыс. руб.):

$$q_1x_3 + q_2x_4 = x_{36}$$

q_1 – вектор цен реализации k-го вида готовой продукции населению, тыс. руб.

q_2 – вектор цен k-го вида готовой продукции на экспорт, тыс. руб.

$$50x_{15} + 250x_{16} + 350x_{17} + 40x_{18} + 200x_{19} + 228x_{20} + 10,5x_{21} + 9,5x_{22} + 10x_{23} +$$

$$+ 8x_{24} + 52,5x_{25} + 262,5x_{26} + 367,5x_{27} + 42x_{28} + 210x_{29} + 239,4x_{30} + 11,025x_{31} +$$

$$+ 9,975x_{32} + 10,5x_{33} + 8,4x_{34} - x_{36} = 0$$

Целевая функция: максимум прибыли от реализации готовой продукции, тыс. руб.

$$\max Z = x_{36} - x_{35}$$

Чтобы разобраться в методике моделирования, необходимо воспользоваться [2, 8, 9, 11] источниками библиографического списка.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются иерархические структуры АПК?

2. Из каких отраслей состоит АПК?

3. Что такое инфраструктура? Приведите примеры.

4. Какие подкомплексы входят в продуктовую структуру?

5. Какая структура называется институциональной?
6. Что входит в социально-экономическую структуру?
7. В чем заключается интерес взаимодействия II и III сфер АПК?
8. Из каких групп переменных состоит модель взаимодействия II и III сфер АПК?
9. Перечислите основные ограничения модели взаимодействия II и III сфер АПК.
10. Что отражает целевая функция рассматриваемой модели?

Практическая часть

1. Составить и решить экономико-математическую модель взаимодействия II и III сфер АПК в приложении MS Excel «Поиск решений».

2. Провести анализ оптимального решения модели взаимодействия II и III сфер АПК (табл. 15-18).

3. Оценить устойчивость системы, с учетом изменения следующих параметров:

- производство зерновых снизилось на 5%, что привело к снижению производства мяса и молока на 10%;

- производство зерновых увеличилось на 10 %, что привело к увеличению производства молока и мяса на 5 %;

- затраты на сырье и переработку увеличились на 3 %;

- затраты на сырье и переработку увеличились на 11,5 %, а цены реализации: населению – 5%, на экспорт – 7%.

4. Предусмотреть полную загрузку перерабатывающих предприятий (ввод импортного сырья).

5. Составить сводную таблицу по экономической эффективности (6 исходов).

Индивидуальные задания

Таблица 13

Информация по сельскохозяйственным организациям

Ресурс	Цены, руб./кг	Объемы, т
молоко	12+n/2	650+3n
мясо КРС	150+n	100+2n
пшеница	8+n/4	250+2n
овес	6+n/4	100+2n

*n – номер индивидуального варианта

Таблица 14

Информация по перерабатывающим предприятиям

Продукция	Цена населению, руб./кг	Затраты, руб./кг	Затраты сырья, т/т	Мощности, т	Потребность населения, т	Цена на экспорт, руб./кг
комбикорм	10,5+n/2	1,6+n/4	0,8	150+2n	70+n	11,0+n/2
пшеница			0,2			
отруби пшеничные	9,5+n/2	1,4+n/4	1,1	100+2n	50+n	10,0+n/2
пшеница	10+n/2	1,5+n/4	1,01	120+2n	80+n	10,5+n/2
овес	8+n/2	1,2+n/4	1,01	80+2n	30+n	8,4+n/2
молоко	50+n	7,5+n/4	0,9	280+2n	150+n	52,5+n
масло	250+2n	37,5+n/2	22	17+n	10+n/8	262,5+2n
сыр	350+2n	52,5+n/2	12	3,5+n/2	2,2+n/4	367,5+2n
кефир	40+n	6,0+n/4	1,01	180+2n	100+n	42,0+n
колбаса	200+2n	30,0+n/2	0,8	90+2n	70+n	210,0+2n
тушенка	228+2n	34,2+n/2	0,7	50+2n	30+n	239,4+2n

Анализ оптимального решения

Таблица 15

Производство продукции сельскохозяйственными организациями, т

Продукция	Факт	План	% к факту
молоко			
мясо КРС			
пшеница			
овес			

Таблица 16

Производство и реализация готовой продукции, т

Продукция	Производство		Реализация		% к факту
	факт	план	население	экспорт	
молоко					
масло					
сыр					
кефир					
колбаса					
тушенка					

Продукция	Производство		Реализация		% к факту
	факт	план	население	экспорт	
комбикорм					
отруби					
пшеница					
овес					

Таблица 17

Распределение затрат, тыс. руб.

Продукция	Сырье, т				Затраты на сырье, тыс. руб.	Затраты на переработку, тыс. руб.	Всего затрат, тыс. руб.
	молоко	мясо КРС	пшеница	овес			
молоко							
масло							
сыр							
кефир							
колбаса							
тушенка							
комбикорм							
отруби							
пшеница							
овес							
Итого							

Таблица 18

Экономическая эффективность

Продукция	Затраты, тыс. руб.	Выручка, тыс. руб.		Прибыль, тыс. руб.	Рентабельность, %
		население	экспорт		
молоко					
масло					
сыр					
кефир					
колбаса					
тушенка					
комбикорм					
отруби					
пшеница					
овес					
Итого					

Тема 8. Системный анализ издержек производства сельскохозяйственной продукции**Теоретическая часть**

В настоящее время вклад сельского хозяйства в валовой внутренний продукт (ВВП) страны существенно искажен из-за заниженной оценки единицы труда в аграрном секторе и завышенной оценки овеществленного труда в ценах промышленных средств производства. Поскольку заработная плата в составе производственных затрат отражает лишь оплаченную часть труда работников сельскохозяйственного производства (живой труд), а промышленный труд (овеществленный) включается в затраты по цене приобретенных средств производства, которые существенно завышены, происходит искусственное занижение действительной эффективности деятельности сельскохозяйственного предприятия. Наглядно проиллюстрировать эти противоречия можно благодаря методике, разработанной членом-корреспондентом РАН профессором кафедры экономической кибернетики А.М. Гатаулиным [4]. Она помогает раскрыть весь процесс формирования полных общественных издержек производства. Рассмотрим данную методику на конкретном примере. В качестве исходной информации возьмем калькуляцию затрат на производство озимой пшеницы, данные о размере посевной площади и количестве полученной продукции (табл. 19-20).

Таблица 19

Затраты на производство озимой пшеницы

Показатели	Сумма, руб.
Оплата труда	794080
Семена	425080
ГСМ	1235580
Удобрения органические и минеральные	478180
Автотранспорт	210320
Амортизация	180480
Текущий ремонт	200200
Прочие основные	300220
Общехозяйственные и общепроизводственные	150300
Всего	3974440
в т.ч. побочная продукция	476926
Отнесено на основную продукцию	3497514

Таблица 20

Объемы производства

Показатели	Величина
Посевная площадь, га	666
Валовой сбор зерна, ц	13240
Реализовано продукции, ц	10600
Выручка от реализации, руб.	3294800
Прямые затраты живого труда работников хозяйства, чел.-ч	38540

Используя исходную информацию, рассчитаем среднюю урожайность, себестоимость и цену реализации одного центнера продукции (табл. 21).

Таблица 21

Расчет урожайности, себестоимости и цены реализации единицы продукции

Показатели	Величина
Урожайность, ц/га	19,88
Себестоимость продукции, руб.	264,16
Цена реализации, руб.	310,83

На основе исходной калькуляции проанализируем структуру затрат на производство озимой пшеницы (табл. 22).

Таблица 22

Структура затрат

Статьи затрат	Сумма, руб.	Структура, %	Затраты на 1 ц* основной продукции, руб.
Оплата труда	794080	19,98	52,78
Семена	425080	10,70	28,25
ГСМ	1235580	31,09	82,12
Удобрения органические и минеральные	478180	12,03	31,78
Автотранспорт	210320	5,29	13,98
Амортизация	180480	4,54	12,00
Текущий ремонт	200200	5,04	13,31
Прочие основные	300220	7,55	19,95
Общехозяйственные и общепроизводственные	150300	3,78	9,99
Всего	3974440	100,00	264,16

*Рассчитывается умножением себестоимости 1 ц продукции на удельный вес отдельных статей затрат

Из таблицы видно, что 74% всех затрат приходится на долю ГСМ, оплаты труда, семян и удобрения. Очевидно, резервы снижения себестоимости продукции следует искать именно по этим статьям.

Построим поэлементную калькуляцию затрат, начав с затрат на семена.

Предположим, что семена были произведены в собственном хозяйстве, поэтому структура затрат осталась неизменной. Затраты на семена можно распределить пропорционально по статьям калькуляции за вычетом семян следующим образом: рассчитаем структуру затрат в процентах к итогу за вычетом семян, затем все затраты распределим по статьям калькуляции пропорционально структуре без семян (табл. 23, 24).

Таблица 23

Структура затрат за вычетом затрат на семена

Статьи затрат	Затраты без семян, руб.	Структура, %
Оплата труда	794080	22,37
ГСМ	1235580	34,81
Удобрения органические и минеральные	478180	13,47
Автотранспорт	210320	5,93
Амортизация	180480	5,08
Текущий ремонт	200200	5,64
Прочие основные	300220	8,46
Общехозяйственные и общепроизводственные	150300	4,23
Всего	3549360	100,00

По данным первичного учета статья «Органические и минеральные удобрения» может быть разбита на две составляющие: «Органические удобрения» – 70 % и «Минеральные удобрения» – 30 %. Учитывая это, новая калькуляция будет иметь следующий вид, представленный в таблице 24.

Таблица 24

Перераспределение затрат на семена по статьям калькуляции

Статьи затрат	Структура, %	Всего затрат, включая побочную продукцию*, руб.	Затраты отнесенные на основную продукцию*, руб.
Оплата труда	22,37	889180,96	782480,76
ГСМ	34,81	1383556,07	1217531,70
Удобрения органические и минеральные	13,47	535448,00	471195,16
в том числе: органические	х	374813,60	329836,61
минеральные	х	160634,40	141358,55
Автотранспорт	5,93	235508,44	207247,83
Амортизация	5,08	202094,72	177843,70
Текущий ремонт	5,64	224176,44	197275,65
Прочие основные	8,46	336175,08	295834,64
Общехозяйственные и общепроизводственные	4,23	168300,29	148104,55
Всего	100,00	3974440,00	3497514

*Рассчитываются умножением итоговых сумм затрат на долю статей в затратах без семян

Среди остальных статей затрат также имеются комплексные (например, статья «Автотранспорт» включает в себя затраты на оплату труда водителей, амортизационные отчисления, затраты на ГСМ и т.д., статья «Текущий ремонт» включает оплату труда ремонтных работников, затраты электроэнергии, топлива, запчастей и т.д.), поэтому их тоже нужно расшифровать и построить поэлементную калькуляцию. Для этого воспользуемся следующими условными данными о составе комплексных статей затрат, представленных в таблице 25.

Таблица 25

Примерная структура комплексных статей затрат, %

Элементы затраты	Комплексные статьи затрат				
	автотранспорт	текущий ремонт	органические удобрения	прочие затраты	общехозяйственные и общепроизводственные
ГСМ	40	10	30	10	20
Амортизация	16	10	10	10	15
Запчасти и материалы	6	15	20	40	10
Оплата труда	36	50	40	5	35
Электроэнергия	2	10	0	30	15
Твердое топливо	0	5	0	5	5
Всего	100	100	100	100	100

Используя данные таблицы 25, проведем расшифровку комплексных статей, приведенных в таблице 24 (табл. 26).

Таблица 26

Расшифровка комплексных статей затрат, руб.

Элементы затраты	Комплексные статьи затрат					Всего
	автотранспорт	текущий ремонт	органические удобрения	прочие затраты	общехозяйственные и общепроизводственные	
ГСМ	94203,37	22417,64	112444,08	33617,51	33660,06	296342,67
Амортизация	37681,35	22417,64	37481,36	33617,51	25245,04	156442,91
Запчасти и материалы	14130,51	33626,47	74962,72	134470,03	16830,03	274019,75
Оплата труда	84783,04	112088,22	149925,44	16808,75	58905,10	422510,55
Электроэнергия	4710,17	22417,64	0,00	100852,52	25245,04	153225,38
Твердое топливо	0,00	11208,82	0,00	16808,75	8415,01	36432,59
Всего	235508,44	224176,44	374813,60	336175,08	168300,29	1338973,85

Для расчета поэлементной калькуляции необходимо взять из таблицы 24 простые статьи: «Оплата труда», «ГСМ», «Минеральные удобрения», «Амортизация» (столбец «Всего затрат, включая побочную продукцию») и, объединив с данными таблицы 26, построить поэлементную калькуляцию (табл. 27).

Таблица 27

Поэлементная калькуляция затрат

Показатели	Затраты, руб.	Структура, %
Прямая оплата труда	889180,96	22,37
Оплата труда из комплексных статей	422510,55	10,63
Оплата труда - всего	1311691,51	33,00
Прямые затраты ГСМ	1383556,07	34,81
ГСМ из комплексных статей	296342,67	7,46
ГСМ – всего	1679898,74	42,27
Минеральные удобрения	160634,40	4,04
Прямые начисления амортизации	202094,72	5,08
Амортизация из комплексных статей	156442,91	3,94
Амортизация - всего	358537,63	9,02
Запчасти и материалы	274019,75	6,89
Электроэнергия	153225,38	3,86
Твердое топливо	36432,59	0,92
Всего	3974440,00	100,00

В таблице 27 после всех расшифровок комплексных статей затрат мы снова получили общий итог, равный итогу таблицы 19 (3974440 руб.).

Далее проведем расчет полных затрат труда работников сельского хозяйства.

Во всех предыдущих таблицах затраты труда были представлены суммой оплаты в рублях, а нам необходимо определить в единицах рабочего времени – человеко-часах. Зная уровень оплаты за 1 чел.-ч, можно рассчитать количество затраченного труда. Для этого воспользуемся справочными показателями оплаты труда работников по разным видам деятельности, представленными в таблице 28.

Таблица 28

Оплаты труда работников по видам деятельности

Вид деятельности работника	Средняя оплата 1 чел.-ч труда, руб.
Растениеводство	20
Автотранспорт	40
Текущий ремонт	30
Общехозяйственные и общепроизводственные работы	25
Органические удобрения (заготовка)	20
Прочие виды деятельности	20

В таблице 26 из комплексных статей затрат были вычленены затраты на оплату труда по работникам хозяйства, занятым различными видами деятельности. Используя эти данные и сопоставляя их с показателями оплаты одного человеко-часа (табл. 28), рассчитаем затраты труда работников хозяйства непосредственно в рабочем времени (табл. 29).

Таблица 29

Затраты живого труда работников хозяйства

Показатели	Оплата труда всего, руб.	Оплата 1 чел.-ч, руб.	Затраты труда, чел.-ч
Прямая оплата труда	889181	20	44459
Автотранспорт	84783	40	2120
Текущий ремонт	112088	30	3736
Прочие виды деятельности	16809	20	840
Органические удобрения	149925	20	7496
Общехозяйственные и общепроизводственные работы	58905	25	2356
Всего	1311692	26	50775

По данным таблицы 19, прямые затраты труда составляют 794080 руб. Доля затрат, относимых на основную продукцию, составляет 0,88. Следовательно, доля оплаты труда составит $794080 \cdot 0,88 = 698792$ руб., а в человеко-часах – 34940 чел.-ч.

В хозяйствах общепринято определять показатель производительности труда по прямым затратам, как отношение произведенной продукции к прямым затратам труда: $13240 \text{ (ц)} : 34940 \text{ (чел.-ч)} = 0,38 \text{ ц}$ (или 38 кг на 1 чел.-ч). Но, как показали наши расчеты, фактические затраты труда работников хозяйства составили 50776 чел.-ч, включая затраты труда, вычлененные из комплексных статей. Фактически же на производство продукции затрачено в 1,45 раза больше труда, чем это учтено в прямых затратах труда. Следовательно, показатель производительности труда искусственно завышается. Поэтому более правильным будет определение производительности труда с учетом всех затрат, включая и распределенные по комплексным статьям, то есть как отношение $13240 \text{ (ц)} : 50776 \text{ (чел.-ч)} = 0,26 \text{ ц}$ (или 26 кг на 1 чел.-ч). В хозяйствах при определении меры поощрения работников необходимо учитывать все затраты живого и овеществленного труда.

Теперь необходимо определить *затраты овеществленного труда работников промышленных отраслей*, воспользовавшись условной справочной информацией по оплате одного человеко-часа работника промышленной сферы (табл. 30).

Таблица 30

Оплата труда работника промышленной сферы, руб.

Средства производства промышленного происхождения	Цена 1 чел.-ч, руб.
ГСМ	180
Минеральные удобрения	150
Технические средства (амортизация)	125
Запчасти, материалы	120
Электроэнергия	180
Твердое топливо	140

Используя справочные данные таблицы 30, определим количество овеществленного труда работников промышленных отраслей (табл. 31).

Таблица 31

Затраты овеществленного труда работников промышленности

Средства производства промышленного происхождения	Цена 1 чел.-ч, руб.	Сумма затрат по калькуляции, руб.	Затраты труда, чел.-ч
ГСМ	180	1679899	9333
Минеральные удобрения	150	160634	1071
Технические средства (амортизация)	125	358538	2868
Запчасти, материалы	120	274020	2283
Электроэнергия	180	153225	851
Твердое топливо	140	36433	260
Всего	149	2662748	17851

Таким образом, общие затраты овеществленного труда промышленных работников составили 17851 чел.-ч.

Теперь можно построить сводную таблицу совокупных затрат живого и овеществленного труда на производство данной продукции, учитывая, что на основную продукцию отнесено 0,88 от всех затрат (табл. 32).

Таблица 32

Совокупные затраты труда

Статьи затрат	Затраты по калькуляции, руб.	Затраты труда, чел.-ч	в т.ч. на основную продукцию, чел.-ч	Затраты труда на 1ц продукции, чел.-ч
Прямая оплата труда	889181,0	44459,0	39124,0	2,95
Автотранспорт	84783,0	2119,6	1865,2	0,14
Текущий ремонт	112088,2	3736,3	3287,9	0,25
Прочие виды деятельности	16808,8	840,4	739,6	0,06
Органические удобрения	149925,4	7496,3	6596,7	0,50
Общехозяйственные и общепроизводственные работы	58905,1	2356,2	2073,5	0,16
Всего по сельскохозяйственным работникам	1311691,5	50775,2	44682,2	3,37

Статьи затрат	Затраты по калькуляции, руб.	Затраты труда, чел.-ч	в т.ч. на основную продукцию, чел.-ч	Затраты труда на 1ц продукции, чел.-ч
ГСМ	1679898,7	9332,8	8212,9	0,62
Минеральные удобрения	160634,4	1070,9	942,4	0,07
Технические средства (амортизация)	358537,6	2868,3	2524,1	0,19
Запчасти, материалы	274019,8	2283,5	2009,5	0,15
Электроэнергия	153225,4	851,3	749,1	0,06
Твердое топливо	36432,6	260,2	229,0	0,02
Всего по промышленным работникам	2662748,5	17850,8	15708,8	1,19
Итого совокупных затрат труда	3974440,0	68626,0	60391,0	4,56

Сопоставим структуру затрат в стоимостном измерении и в трудовом выражении (табл. 33).

Таблица 33

Отраслевая структура совокупных затрат

1. Затраты в стоимостном выражении		
Отрасль	Сумма, руб.	В % к итогу
Сельское хозяйство	1311691,5	33,0
Промышленность	2662748,5	67,0
Итого	3974440,0	100,0
2. Затраты в трудовом измерении		
Отрасль	Сумма, чел.-ч	В % к итогу
Сельское хозяйство	50775,2	74,0
Промышленность	17850,8	26,0
Итого	68626,0	100,0

Если рассматривать затраты в стоимостном выражении, то вклад промышленных работников в воспроизводственный процесс в сельском хозяйстве составляет 67%. В действительности же реальный вклад отраслей в процесс воспроизводства более правомерно оценивать по сопоставимым показателям – по количеству труда в человеко-часах, который составляет лишь 26%.

Однако этот показатель требует уточнения. Дело в том, что труд работников сельского хозяйства и промышленных работников имеет разную сложность по качеству (от чего зависит их производительная сила и способность создавать определенное количество новой стоимости). Поэтому необходимо ввести коэффициенты редукиции сложного труда в простой, который можно получить путем сопоставления затрат на воспроизводство рабочей силы разной квалификации. При выполнении задания воспользуемся готовыми усредненными коэффициентами редукиции: для труда работников сельского хозяйства – 1,12, работников промышленных отраслей – 1,30.

Таблица 34

Отраслевая структура совокупных затрат по редуцированному труду

Отрасль	Затраты труда, чел.-ч	Коэффициент редукиции	Затраты редуцированного труда, чел.-ч	В % к итогу
Сельское хозяйство	50775,2	1,12	56868	71
Промышленность	17850,8	1,3	23206	29
Итого	68626,0	x	80074	100

Таким образом, при поправке на сложность труда реальный вклад промышленных отраслей в сельское хозяйство составляет 29%.

Подробно методология исследования и пути снижения издержек производства представлены в [4] источнике.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается необходимость проведения системного анализа издержек производства?
2. Что такое живой и овеществленный труд?
3. Для чего необходимо проводить поэлементную калькуляцию затрат?
4. Что такое редуцированный труд?

Практическая часть

Руководствуясь методическими указаниями к теме, провести системный анализ издержек на производство озимой пшеницы по индивидуальным вариантам, представленных в таблицах 35, 36.

Индивидуальные задания

Таблица 35

Затраты на производство озимой пшеницы

Показатели	Сумма, руб.
Оплата труда	875000 + 10n
Семена	450000 + 10n
ГСМ	1325000 + 10n
Удобрения органические и минеральные	530000 + 10n
Автотранспорт	250000 + 10n
Амортизация	195000 + 10n
Текущий ремонт	200000 + 10n
Прочие основные	330000 + 10n
Общехозяйственные и общепроизводственные	160000 + 10n
Побочная продукция	530000 + 10n

Таблица 36

Объемы производства

Показатели	Величина
Посевная площадь, га	670 + 2n
Валовой сбор зерна, ц	15000 + 5n
Реализовано продукции, ц	12000 + 5n
Выручка от реализации, руб.	5764000 + 10n
Прямые затраты живого труда работников хозяйства, чел.-ч	43000 + 5n

*n – номер индивидуального варианта

Тема 9. Применение методики системного анализа в управлении проектами с учетом рисков**Теоретическая часть**

Риск в экономике связан с возможностью неблагоприятных событий, наносящий ущерб субъекту предпринимательской деятельности. Под **неблагоприятным событием** понимается такое изменение состояния внешней экономической и природной среды (факторов внешней среды), которое ухудшает условия производственной, коммерческой и финансовой деятельности организации и приводит к ущербу. В предпринимательской деятельности **ущерб** выражается в потере предприятием части своих ресурсов, снижении планируемых доходов или появлении дополнительных расходов в результате осуществления планируемой хозяйственной операции.

Риск в предпринимательской деятельности объективно обусловлен неопределенностью внешней среды, случайным характером факторов, определяющих условия реализации и эффективность принимаемых управленческих решений.

Рисковая ситуация – это ситуация принятия управленческого решения, реализация которого может привести к различным последствиям (невозможность выплаты кредита, банкротство и др.). Суть рисковой ситуации состоит в том, что, если условия осуществления планируемой хозяйственной операции окажутся благоприятными, то она принесет существенный доход. Если же условия окажутся неблагоприятными, то предприятие понесет ущерб. Неопределенность исхода обусловлена тем, что в момент принятия управленческого решения информация об условиях, в которых будут осуществляться действия, предусматриваемые управленческим решением, отсутствует или является неполной.

Риск характеризуется следующими **атрибутами**:

1. Вероятностью наступления некоторого неблагоприятного события.
2. Размером ущерба (экономической потери) в результате данного неблагоприятного события.

Отношение людей к риску в значительной степени субъективное. Большинство людей не склонны к риску, т.е. при выборе управленческого решения они предпочтут пойти на уменьшение ожидаемого дохода для снижения риска. Однако отказ от риска

приводит к отказу от решений, которые могут принести значительный эффект в перспективе, так как проекты расширения производства, выпуск новых видов продукции, освоение новой техники и технологии сопряжены с риском. Следовательно, стремление избежать риска связано с упущенной выгодой. В процессе реализации принятого хозяйственного решения наряду с неблагоприятными событиями возможны и благоприятные, приносящие положительные результаты. Поэтому при принятии управленческого решения в условиях риска и неопределенности необходимо рассматривать весь комплекс возможных событий и соответствующих им последствий – потерь и выгод.

Вместе с тем, риск зависит не только от возможности неблагоприятных ситуаций, но и от качества принимаемых решений и действий лица или организации (субъекта предпринимательской деятельности). Ошибочные или недостаточно эффективные управленческие решения могут явиться отягощающим фактором при рискованной ситуации и привести к такому размеру ущерба, за которым может последовать прекращение деятельности и банкротство. Это обстоятельство имеет принципиальное значение и определяет необходимость применения в экономической практике научно обоснованных методов анализа рискованных ситуаций и нахождения оптимальных управленческих решений.

Таким образом, **риск** – это возможность экономической потери (ущерба) лица или организации, обусловленная неблагоприятными событиями и проводимая производственной и финансовой политикой, хозяйственными решениями, принимаемыми в рискованных ситуациях.

В экономике под проектом понимают сферу деятельности, направленную на изменение какой-либо системы в соответствии с поставленными целями. Под **инвестиционным проектом** следует понимать сферу деятельности по созданию или изменению технической, экономической или социальной системы, а также разработку новой структуры управления или программы научно-исследовательских работ.

Инвестиционный проект определяется как дело, деятельность, мероприятие, предполагающее осуществление комплекса каких-либо действий, обеспечивающих достижение определенных целей (получение определенных результатов).

Проект – это комплекс взаимосвязанных мероприятий, предназначенный для достижения поставленных целей в течение ограниченного периода и при установленном бюджете.

Выделим **ключевые понятия** в этом определении:

1. Системность проекта (наличие комплекса взаимосвязанных мероприятий). Разработка и реализация проекта связана с процессом последовательного временного осуществления ряда мероприятий, математической моделью которого может служить сетевая модель (график).

2. Временной интервал рассмотрения проекта, так называемая длительность его жизненного цикла. Подходы к определению длительности этого интервала могут учитывать комбинацию таких факторов, как срок службы наиболее дорогостоящего проектного оборудования, предполагаемый срок жизни проектного продукта (услуги) на рынке, планируемое время нахождения в данном бизнесе, срок возврата кредита и др.

3. Бюджет. Рассматривая проект с кибернетической точки зрения, к нему можно применить понятие «черный ящик», когда отслеживаются только входные потоки или контакты типа «среда-проект» и только выходные потоки типа «проект-среда». На вход проекта поступают разнообразные потоки ресурсов (физические, трудовые, капитальные, информационные), их стоимостный эквивалент называется **затратами**. Элементы выходного потока – это проектная продукция или услуги, также измеряемые в денежной форме и называемые **доходами** (выгодами). В бюджет проекта включаются именно эти затраты и доходы с указанием запланированного времени их осуществления.

4. Цель проекта должна строго соблюдаться на всех этапах его жизненного цикла, так как ее изменение непременно приводит к необходимости отказа от данного проекта и перехода к разработке нового.

Задачи, связанные с привлечением инвесторов в отрасли экономики, требуют анализа последовательности решений и состояний внешней среды (состояний рынка, законодательной базы, инфраструктуры города и других факторов), когда одна совокупность стратегий игрока-инвестора и состояний среды порождает другое состояние подобного типа. Экономико-математические методы, основанные на одноэтапных играх (с природой, таблицы

решений), удобно использовать в задачах, имеющих одно множество альтернативных решений и одно множество состояний среды. Поэтому рассмотрим процедуру принятия сложных (позиционных, или многоэтапных) решений в условиях риска. Если имеют место два или более последовательных множеств решений, причем последующие решения основываются на результатах предыдущих, или два или более множеств состояний среды (т.е. появляется целая цепочка решений, вытекающих одно из другого, которые соответствуют событиям, происходящим с некоторой вероятностью), то используют **дерево решений**.

Дерево решений – это графическое изображение последовательности решений и состояний среды с указанием соответствующих вероятностей и выигрышей для любых комбинаций альтернатив и состояний среды.

В постановочном плане рассмотрим несколько примеров, которые могут быть решены с помощью метода принятия решений с применением дерева решений (позиционная игра).

Задача 1. Строительство новой фермы для КРС. Сельскохозяйственная организация должна решить, стоит ли строить новую ферму на данном участке, чтобы в дальнейшем ее эксплуатировать. Директор организации готов взять в аренду участок, но для него не ясны многие обстоятельства:

- в какую сумму обойдется строительство, зависящее от положения участка, необходимости его профилирования, прокладки подъездных дорожек;
- на какое количество поголовья КРС необходимо строить;
- сколько будет стоить эксплуатация.

В распоряжении организации имеются объективные данные об аналогичных и не вполне похожих фермах данного типа. При помощи выборочного опроса населения можно получить дополнительные сведения, которые, однако, не дают исчерпывающей информации. Кроме того, опрос стоит денег; поэтому еще до того, как будет принято окончательное решение (строить или нет), следует определить, есть ли необходимость собирать эти сведения.

Задача 2. Производство нового вида продукции. Перерабатывающее предприятие освоило новые технологии производства сыра в районе, где мало сильных конкурентов. Руководство

предприятия должно принять решение и выбрать один из двух вариантов:

- 1) производить этот сыр самим, и если «да», то какой производительности нужен цех;
- 2) продать технологию другому перерабатывающему предприятию, которое занимается производством сыров.

Основные источники неопределенности:

- рынок сбыта, который предприятие может обеспечить при продаже своих сыров по данной цене;
- расходы на строительство цеха и рекламу, если предприятие будет само производить и продавать продукцию;
- время, которое потребуется конкурентам, чтобы выпустить на рынок подобный продукт (успеет ли предприятие за этот срок окупить затраты, понесенные на то, чтобы стать лидером в данной сфере производства).

Перерабатывающее предприятие может получить некоторые дополнительные сведения, имеющие косвенное отношение к проблемам проникновения конкурентов на рынок сбыта, если поручит соответствующие исследования консалтинговой фирме. Но к выводам консалтинговой фирмы следует отнестись с осторожностью, так как конкуренты по истечению некоторого времени могут изменить свое поведение на рынке.

Процесс принятия решений с помощью дерева решений в общем случае предполагает выполнение следующих пяти этапов:

Этап 1. Формулирование задачи.

Этап 2. Построение дерева решений.

Этап 3. Оценка вероятностей состояний среды.

Этап 4. Установление выигрышей (или проигрышей, как выигрышей со знаком минус) для каждой возможной комбинации альтернатив (действий) и состояний среды.

Этап 5. Решение задачи.

Прежде чем продемонстрировать процедуру применения дерева решений, введем ряд определений. В зависимости от отношения к риску решение задачи может выполняться с точки зрения так называемых объективистов и субъективистов. Поясним эти понятия на следующем **примере**.

Проводится лотерея: за 100 руб. (стоимость лотерейного билета) игрок с равной вероятностью $p = 0,5$ может ничего не выиг-

рать или выиграть 1000 руб. Один индивид пожалеет и 100 руб. за право участия в такой лотерее, т.е. просто не купит лотерейный билет, другой готов заплатить за лотерейный билет 500 руб., а третий заплатит даже 600 руб. за возможность получить 1000 руб. (у третьего игрока ситуация складывается так, что, только имея 1000 руб., он может достигнуть своей цели, поэтому возможная потеря последних 600 руб. для него не меняет ситуации).

Безусловным денежным эквивалентом игры (БДЭ) называется максимальная сумма денег, которое лицо, принимающее решение, готово заплатить за участие в игре, или, что то же самое, та минимальная сумма денег, за которую он готов отказаться от игры. Каждый индивид имеет свой БДЭ.

Индивида, для которого БДЭ совпадает с ожидаемой денежной оценкой (ОДО) игры, т.е. со средним выигрышем в игре, условно называют **объективистом**, индивида, для которого не совпадает – **субъективистом**. Ожидаемая денежная оценка рассчитывается как сумма произведений размеров выигрышей на вероятности этих выигрышей. Например, для нашей лотереи $ОДО = 0,5*0 + 0,5*1000 = 500$ руб. Если субъективист склонен к риску, то его $БДЭ > ОДО$. Если он не склонен, то $БДЭ < ОДО$.

Предположим, что решения принимаются с позиции объективиста [1].

Задача 3. Руководство инвестиционной компании при выборе большого земельного участка для вложения своих (и привлеченных) средств решает следующие вопросы:

- создать ли на нем крупный культурно-оздоровительный комплекс с магазинами и предприятиями бытового обслуживания;
- вложить деньги в гаражное строительство;
- отказаться от проекта вообще и использовать другие формы вложения денег.

Размер выигрыша, который компания может получить, зависит от благоприятного или неблагоприятного состояния городских услуг (табл. 37).

Таблица 37

Номер стратегии	Действия компании	Размер выигрыша	
		Выигрыш при конкретном состоянии среды*, тыс. руб.	
		благоприятном	неблагоприятном
1	Комплекс (a_1)	12000	-10800
2	Гараж (a_2)	6000	-1200
3	Вложение (a_3)	600	600

*Вероятность благоприятного и неблагоприятного состояний экономической среды в условиях неопределенности равна 0,5

На основе таблицы выигрышей (потерь) можно построить дерево решений (рис. 4).

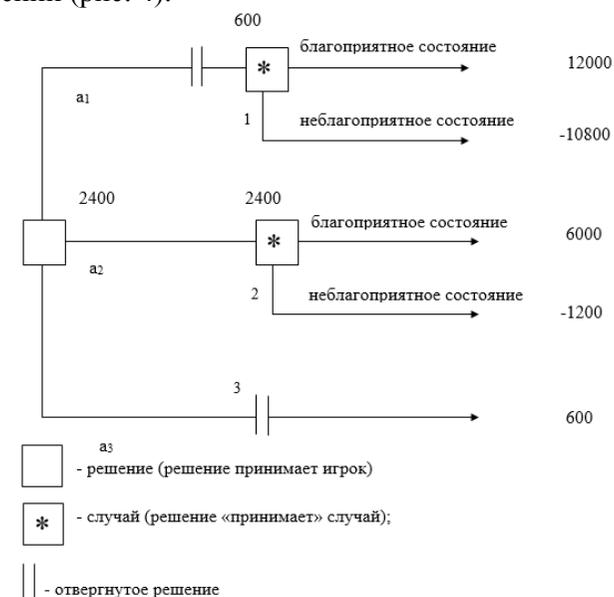


Рис. 4. Дерево решений

Процедура принятия решения заключается в вычислении для каждой вершины дерева (при движении справа налево) ожидаемых денежных оценок, отбрасывании неперспективных ветвей и выборе ветвей, которым соответствует максимальное значение ОДО.

Таблица 38

Определение ожидаемого выигрыша

Вершина	Расчетное выражение, тыс. руб.	Выигрыш, тыс. руб.
Вершина 1, ОДО ₁	$0,5*12000+0,5*(-10800)$	600
Вершина 2, ОДО ₂	$0,5*6000+0,5*(-1200)$	2400
Вершина 3, ОДО ₃	-	600

Вывод: стратегия a_2 .

Усложним задачу: перед тем, как проводить строительство, руководство компании должно определить, заказывать дополнительное исследование состояния рынка городских услуг или нет. Стоимость услуги – 600 тыс. руб.

Относительно маркетинговой фирмы, которой можно заказать прогноз, известно, что она способна уточнить значения вероятностей благоприятного или неблагоприятного исходов (табл. 39).

Предположим, что маркетинговая фирма, которой заказали прогноз состояния рынка, сделала следующий прогноз (рис. 5):

- ситуация будет благоприятной с вероятностью 0,45;
- ситуация будет неблагоприятной с вероятностью 0,55.

Таблица 39

Прогноз маркетинговой фирмы

Прогноз маркетинговой фирмы	Вероятность удачного прогноза	
	благоприятный	неблагоприятный
Благоприятный (0,45)	0,78	0,22
Неблагоприятный (0,55)	0,27	0,73

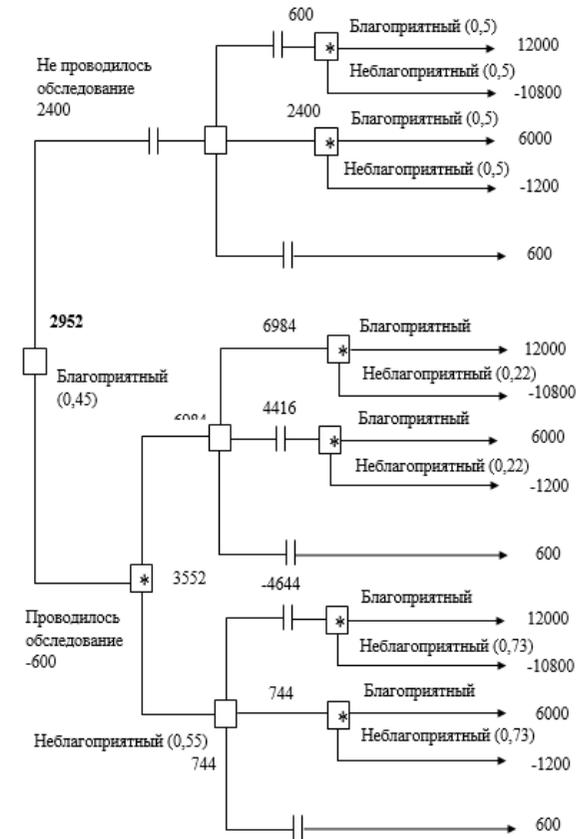


Рис. 5. Дерево решений (вторая ситуация)

Максимальная ожидаемая денежная оценка при отсутствии точной информации (исследование рынка не проводилось) равна 12000 тыс. руб. (первый проект), если исход неблагоприятный, то 600 тыс. руб. (3 проект) (табл. 37).

$$\text{ОДО} = 0,5*6000+0,5*(-1200) = 2400$$

Таким образом ОДО точной информации (ОДО_{Т.И.}) находится по формуле:

$$\text{ОДО}_{Т.И.} = 0,5*12000 + 0,5*600 = 6300 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда ожидаемая ценность точной информации ОЦ_{Т.И.} равна

$$\text{ОЦ}_{Т.И.} = \text{ОДО}_{Т.И.} - \text{ОДО} = 6300 - 2400 = 3900 \text{ тыс. руб.}$$

Значение $O_{\text{Т.И.}}$ показывает, какую максимальную цену должна быть готова заплатить компания за точную информацию об истинном состоянии рынка в тот момент, когда ей это необходимо.

При явной эффективности рассмотренной выше многоэтапной процедуры принятия решений следует отметить два обстоятельства, усложняющие применение ее на практике.

1. Вероятности «ветвления» по дереву решений зачастую определяются экспертами консалтинговых фирм, причем необходимы дополнительные эксперты-аудиторы, которые оценивали бы надежность работы таких фирм.

2. Прибыли (убытки) невозможно просчитать только по сметам бизнес-плана проекта; эти прибыли (убытки) зависят от сроков и динамики реализации проекта.

Контрольные вопросы

1. Что такое рисковое событие?
2. Сформулируйте этапы принятия решений при реализации процедуры «дерево решений».
3. Кто такие субъективисты?
4. Что такое дерево решений?
5. Что понимается под инвестиционным проектом?
6. Как рассчитать ожидаемую денежную оценку?

Практическая часть

Задание. Сельскохозяйственная организация рассматривает следующие варианты капитальных вложений (в соответствии с индивидуальными вариантами, представленными в таблице 40):

1. Строительство новой фермы.
2. Покупка племенных животных.
3. Возделывание новых видов сельскохозяйственных культур.
4. Обновление материально-технической базы.
5. Строительство перерабатывающего цеха.
6. Строительство складских помещений.

Размер прибыли, которую организация может получить, зависит от благоприятного ($p = 0,5$) или неблагоприятного ($p = 0,5$) состояний рынка сельскохозяйственной продукции (табл. 41).

Также руководство организации должно решить, заказывать дополнительное исследование рынка или нет. Причем предостав-

ляемая услуга требует дополнительных затрат, представленных в таблице 40. Руководство понимает, что дополнительное исследование по-прежнему не способно дать точной информации, но оно поможет уточнить ожидаемые оценки конъюнктуры рынка, изменив тем самым значения вероятностей.

Относительно маркетинговой фирмы, которой можно заказать прогноз, известно, что она способна уточнить значения вероятностей благоприятного или неблагоприятного исходов. Возможности этой фирмы в виде условных вероятностей благоприятности и неблагоприятности рынка представлены в таблице 42.

Построить дерево решений, выбрать вариант капитальных вложений, определить средний ожидаемый выигрыш (ОДО), рассчитать ожидаемую ценность точной информации.

Индивидуальные задания

Таблица 40

Исходные данные по индивидуальным вариантам

Номер варианта	Номера стратегий	Затраты по исследованию рынка, тыс. руб.	Номер прогноза маркетинговой фирмы
1	1,2,3	410	1
2	2,4,5	350	2
3	1,4,5	500	3
4	2,3,5	340	4
5	1,2,4	420	5
6	3,4,5	360	1
7	1,3,5	510	2
8	3,4,6	430	3
9	1,2,5	520	4
10	2,4,6	370	5
11	1,4,6	440	1
12	2,3,6	530	2
13	1,2,6	380	3
14	2,4,6	570	4
15	1,3,6	450	5
16	3,5,6	540	1
17	2,5,6	390	2
18	1,3,4	550	3
19	1,5,6	460	4
20	2,3,4	560	5
21	1,2,3	370	2

Номер варианта	Номера стратегий	Затраты по исследованию рынка, тыс. руб.	Номер прогноза маркетинговой фирмы
22	2,4,5	530	3
23	3,4,5	420	4
24	2,3,5	450	5
25	4,5,6	470	1

Таблица 41

Размер выигрыша

Номер стратегии	Действия организации	Выигрыш при конкретном состоянии экономической среды, тыс. руб.:	
		благоприятном	неблагоприятном
1	Строительство новой фермы	10000	-8700
2	Покупка племенных животных	3400	-960
3	Возделывание новых видов сельскохозяйственных культур	5700	-1850
4	Обновление материально-технической базы	13500	-10900
5	Строительство перерабатывающего цеха	11800	-9200
6	Строительство складских помещений	4200	-1520

Таблица 42

Вероятности удачного прогноза маркетинговой фирмы

Номер прогноза	Прогноз маркетинговой фирмы	Вероятность удачного прогноза	
		Благоприятный	Неблагоприятный
1	Благоприятный (0,35)	0,72	0,28
	Неблагоприятный (0,65)	0,23	0,77
2	Благоприятный (0,4)	0,76	0,24
	Неблагоприятный (0,6)	0,26	0,74
3	Благоприятный (0,45)	0,75	0,25
	Неблагоприятный (0,55)	0,22	0,78
4	Благоприятный (0,55)	0,69	0,31
	Неблагоприятный (0,45)	0,24	0,76
5	Благоприятный (0,6)	0,67	0,33
	Неблагоприятный (0,4)	0,29	0,71

Тема 10. Логистический подход при решении задач управления материальными и денежными потоками**Теоретическая часть**

Логистика происходит от греческого слова *logistike*, что означает искусство вычислять, рассуждать. **Логистика** – это наука управления материальными потоками от первичного источника до конечного потребителя с минимальными издержками, связанными с товародвижением и относящимся к нему потоком информации.

Для решения логистических задач, связанных с определением кратчайших расстояний, минимальных затрат, используют методы сетевого планирования.

Сетью называется совокупность конечного числа вершин T_1, T_2, \dots, T_n и их связей, т.е. отрезков непересекающихся линий. Связи сети называются также звеньями сети (рис. 6).

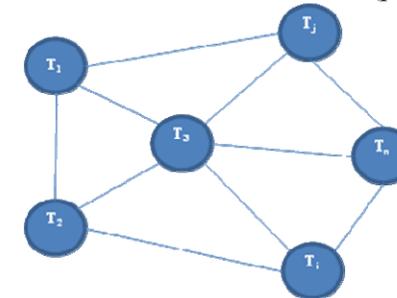


Рис. 6. Сеть

Рассмотрим сеть, представляющую собой ориентированный граф с одной выделенной вершиной, в которую не заходит ни одной дуги (например, поставщик), и одной вершиной, из которой не выходит ни одной дуги (например, потребитель). Путь поставщика до потребителя может проходить через различные n пункты, которые являются вершинами графа. Расстояния между пунктами известны. Необходимо найти минимальное расстояние доставки груза потребителю.

На сегодняшний день в условиях загруженности транспортных путей сформулированная задача особо актуальна в постановке нахождение минимального времени доставки груза потребителю.

Математическая модель содержит две группы переменных: наличие пути от i к j -пункту (x_{ij}) и минимальное время достижения j -пункта (x_j^{\min}).

Ограничения модели являются:

1. Определение минимального времени от i к j -пункту (единицы измерения времени):

$$x_j^{\min} \leq t_{ij}x_{ij} + x_i^{\min}, i = 1 \div n, j = 2 \div n,$$

где t_{ij} – коэффициент, обозначающий затрачиваемое время от i к j -пункту;

x_i^{\min} – минимальное время достижения i -пункта.

2. Булевы переменные:

$$x_{ij} = \{0,1\}, i = 1 \div n, j = 2 \div n$$

3. Условия неотрицательности переменных:

$$x_j^{\min} \geq 0, j = 2 \div n$$

Целевая функция – суммарное минимальное время по всем пунктам назначения (единицы измерения времени).

$$\max Z = \sum_{j=2}^n x_j^{\min}$$

где x_n^{\min} – искомое минимальное время доставки груза потребителю (единицы измерения времени).

Структурная схема математической модели определения наименьшего времени перемещения по заданной сети представлена на рисунке 7.

Ограничения	x_{12}	x_{13}	...	x_{23}	x_{24}	...	$x_{(n-1)n}$	x_2^{\min}	x_3^{\min}	x_4^{\min}	...	$x_{(n-1)}^{\min}$	x_n^{\min}	тип	константа
Минимальное время из 1-го в 2-ой пункт	-t							1						\leq	0
Минимальное время из 1-го в 3-ий пункт		-t							1					\leq	0
...														\leq	0
Минимальное время из 2-го в 3-ий пункт				-t				-1	1					\leq	0
Минимальное время из 2-го в 4-ый пункт					-t			-1		1				\leq	0
...														\leq	0
Минимальное время из (n-1)-го в n-ый пункт							-t					-1	1	\leq	0
Целевая функция (суммарное минимальное время по всем пунктам назначения)								1	1	1	...			\rightarrow	max

Рис 7. Схема математической модели по определению наименьшего времени перемещения по заданной сети

Задача. Предприятию, находящемуся в городе Череповец, нужно срочно доставить комплектующие на завод окончательной сборки в Нижнем Новгороде. Менеджер по грузоперевозкам должен найти оптимальный путь доставки груза. Пункты следования и затраты времени (ч), представлены на рисунке 8.

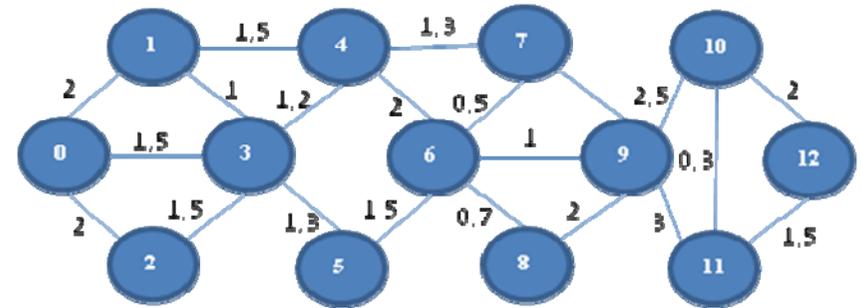


Рис.8. Сетевой график

Переменные:

- x_1 – путь от 0 к 1 пункту;
- x_2 – путь от 0 ко 2 пункту;
- x_3 – путь от 0 к 3 пункту;
-
- x_{21} – путь от 11 к 12 пункту;
- x_{22} – минимальное время достижения 1-го пункта, ч;
- x_{23} – минимальное время достижения 2-го пункта, ч;
-
- x_{33} – минимальное время доставки груза, ч

Ограничения:

- 1. Определение минимального времени от 0 к 1 пункту, ч
- $x_{22} \leq 2x_1$
-
- 4. Определение минимального времени от 1 к 3 пункту, ч
- $x_{24} \leq 1x_4 + x_{22}$
-

Целевая функция: суммарное минимальное время по всем пунктам назначения, ч

$$\max Z = x_{22} + x_{23} + \dots + x_{33}$$

Сетевую модель оформляем в Excel, решаем через приложение «Поиск решения» (Приложение 1)

Анализируем полученное решение:

1. Минимальное время доставки груза составило 9,6 ч
2. Чтобы найти оптимальный путь, необходимо:
 - вычеркнуть заведомо невыбранные пути:
 - 1) нулевые булевы переменные;
 - 2) ненулевые ограничения;
 - 3) ограничения и переменные, все значения которых находятся на пересечении уже вычеркнутых (Приложение 2).
 - составить таблицу для анализа из оставшихся ограничений и переменных (табл. 43).
 - определить оптимальный путь.

Таблица 43

Определение оптимального пути доставки груза

Путь	3	4	5	6	9	10	11	12	ч
0-3	1								1,5
3-4	-1	1							1,2
3-5	-1		1						1,3
4-6		-1		1					2
5-6			-1	1					1,5
6-9				-1	1				1
9-10					-1	1			2,5
9-11					-1		1		3
10-11						-1	1		0,3
10-12						-1		1	2
11-12							-1	1	1,5
Решение	1,5	2,7	2,8	4,3	5,3	7,8	8,1	9,6	
Разница	x	1,2	0,1	1,5	1	2,5	0,3	1,5	

Таким образом, менеджеру необходимо направить груз по следующему пути: 0-3-5-6-9-10-11-12. Транспорт доедет за 9,6 ч.

Контрольные вопросы

1. Что такое логистика?
2. Что называют сетью?
3. Какие группы ограничений содержит математическая модель?
4. Что является переменными в задаче?
5. Какие бывают критерии оптимальности в задаче?
6. Какие приложения можно использовать для решения математической модели?
7. Как проанализировать полученное оптимальное решение?

Практическая часть

Задание. Предприятию, находящемуся в городе А, нужно срочно доставить комплектующие на завод окончательной сборки в город В. Менеджер по грузоперевозкам должен найти оптимальный путь доставки груза. Пункты следования и затраты времени (ч), представлены в таблице 44, индивидуальные варианты – в таблице 45.

Необходимо:

1. Построить сеть транспортировки груза.
2. Составить и решить математическую модель.
3. Проанализировать полученное решение. Написать вывод.

Таблица 44

Затраты времени по пунктам следования груза, ч

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	2	2,5	1,5											
1		0,2		3,5										
2				1,5	1,3									
3					3			1,5						
4					0,4	0,5	0,3							
5							0,4	0,7						
6							0,2		1,3		2,1			
7								0,1	1,7	2,4				
8									2,1					
9									0,5	0,7				
10												3,8	3,5	
11												0,3		2,7
12														2,1
13														1,5

Индивидуальные задания

Таблица 45

Индивидуальные варианты

Номер варианта	Отсутствующие пути
1	4-7; 7-8; 9-11
2	4-6; 7-9; 9-10
3	4-5; 7-10; 11-12
4	5-7; 6-9; 10-12
5	5-8; 7-10; 9-11
6	3-5; 6-7; 9-10
7	3-8; 4-5; 7-9
8	2-5; 6-7; 9-10
9	1-2; 7-8; 9-11
10	5-8; 7-9; 11-12
11	4-5; 7-8; 9-10
12	2-5; 4-7; 9-10
13	4-5; 7-9; 12-14
14	1-2; 4-5; 6-7
15	1-2; 3-5; 7-10
16	4-5; 6-7; 10-12
17	6-7; 9-10; 11-12
18	6-9; 7-8; 10-12
19	3-5; 7-8; 9-10
20	3-5; 7-10; 9-11
21	4-7; 7-10; 10-12
22	3-8; 4-7; 7-10
23	5-7; 7-9; 11-14
24	3-5; 5-7; 9-10
25	2-4; 7-8; 10-12

Библиографический список

1. Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении: учеб. пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; под ред. А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2009.
2. Бабкина А.В. Общая теория систем: учебно-методическое пособие. М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т – МСХА им. Тимирязева. - Москва: Изд-во РГАУ – МСХА, 2016.
3. Гатаулин А.М. Введение в системный анализ. Уч. пособие. – М.: ФГОУВПО МСХА им. К.А. Тимирязева, 2005.
4. Гатаулин А.М. Издержки производства сельскохозяйственной продукции: (Методология измерения и пути снижения). М.: Экономика, 1983.
5. Гатаулин, А.М. Стоимость, равновесие и издержки в сельском хозяйстве. / А.М. Гатаулин, Н.М. Светлов. – М.: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2005.
6. Дрогобыцкий И.Н. Системный анализ в экономике: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Математические методы в экономике», «Прикладная информатика» / И.Н. Дрогобыцкий. – 2-е изд., перерад. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.
7. Исаев В.В. Общая теория систем: Учеб. пособие. СПб.: СПбГИ-ЭУ, 2001.
8. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве: Учебник / А.М. Гатаулин, Г.В. Гаврилов и др.; под ред. А.М. Гатаулина. М.: Агропромиздат, 1990.
9. Огнивцев, С.Б. Моделирование АПК: методология, теория, практика. / С.Б. Огнивцев, С.О. Сиптиц – М.: Энциклопедия российских деревень, 2003.
10. Панин В.В. Основы теории информации: учебное пособие для вузов / В.В. Панин. – 3-е изд. испр. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.
11. Светлов Н.М. Альбом наглядных пособий к лекциям по курсу «Моделирование макро- и микроэкономических процессов». М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2006.
12. Светлов Н.М. Альбом наглядных пособий по теории систем и системному анализу. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2008.
13. Светлов Н.М. Системный анализ целей аграрного производства: Лекция по курсу «Системный анализ» для студентов специальностей

